

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

LOJİSTİKTE TAŞIMA ŞEKİLLERİNİN BELİRLENMESİ

Endüstri Müh. Burak ERKAYMAN

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN (YTÜ)

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. LOJİSTİK	3
2.1 Tanımlar	3
2.2 Tarihçe	5
2.2.1 Parçalanma (1960 – 1980) :	6
2.2.2 Birleşme (1980 – 2000) :	7
2.2.3 Toplam Bütünleşme (2000 – Günümüze) :	7
2.3 Kapsam	7
2.4 Süreç	10
2.4.1 Malzeme Yönetimi	10
2.4.2 Fiziksel Dağıtım	12
2.5 Amaç	13
2.6 Gelişimi, Değişim ve Eğilimler	15
2.7 Lojistik Sektörünün Ekonomideki Yeri ve Önemi	16
2.8 Dünyada Lojistik Sektörü	17
2.8.1 Amerika Birleşik Devletleri	18
2.8.2 Avrupa Birliği	18
2.9 Türkiye’de Lojistik Sektörü	19
2.10 Tersinden (Reverse) Lojistik	20
2.11 Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı, Üçüncü ve Dördüncü Parti Lojistik	22
2.11.1 Üçüncü ve Dördüncü Parti Lojistiğın Tanımı	22
3. LOJİSTİKTE TAŞIMA VE DAĞITIM ŞEKİLLERİ	25
3.1 Taşıma Kavramı	25
3.2 Taşımacılığın Lojistikteki Yeri	26
3.3 Lojistikte Taşımanın Önemi	27
3.4 Taşımacılık Şekilleri	28
3.4.1 Karayolu Taşımacılığı	29

3.4.2	Havayolu Taşımacılığı.....	31
3.4.3	Demiryolu Taşımacılığı.....	33
3.4.4	Denizyolu Taşımacılığı.....	35
3.4.5	Boru Hattı Taşımacılığı.....	37
3.4.6	Nehir yolu (İç su yolu) Taşımacılığı.....	37
3.5	Taşıma Türü Seçim Kriterleri.....	38
3.5.1	Maliyet.....	39
3.5.2	Hız.....	39
3.5.3	Güvenilirlik.....	40
3.5.4	Emniyet.....	40
3.5.5	İzlenebilirlik.....	40
3.5.6	Esneklik.....	40
4.	KOMBİNE TAŞIMACILIK.....	41
4.1	Tanım.....	41
4.2	Kombine Taşımacılığın Bileşenleri.....	43
4.3	Kombine Taşımacılığın Özellikleri.....	44
4.4	Kombine Taşımacılığın Gelişimi.....	46
4.5	Kombine Taşımacılığın Diğer Taşıma Türlerine Göre Avantajları.....	47
4.6	Kombine Taşımacılığın Diğer Taşıma Türlerine Göre Dezavantajları.....	48
4.7	Dünyada Taşımacılık Sektörünün Durumu ve Kombine Taşımacılık.....	48
4.8	Türkiye’de Kombine Taşımacılık.....	50
5.	OPTİMİZASYON VE GENETİK ALGORİTMALAR.....	52
5.1	Optimizasyon.....	52
5.1.1	Tanım.....	52
5.1.2	Kapsam.....	52
5.1.3	Modelleme.....	53
5.1.4	Problem Çeşitleri.....	53
5.2	Genetik Algoritmalar.....	58
5.2.1	Genetik Algoritmaların Tarihçesi.....	58
5.2.2	Genetik Algoritmanın Tanımı ve Genel Yapısı.....	59
5.2.3	Genetik Algoritmaların Temel Yapısı ve İşleyişi.....	60
5.2.4	Genetik Algoritmaların Uygulama Alanları.....	67
5.2.5	Genetik Algoritmalarla Optimizasyon Örneği.....	68
6.	LOJİSTİKTE TAŞIMA ŞEKİLLERİNİN GENETİK ALGORİTMALAR TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ VE BİR KOMBİNE TAŞIMACILIK ÖRNEĞİ.....	72
6.1	Modelin Tanımlanması.....	72
6.2	Modelin Kısıtları.....	73
6.3	Maliyet Hesapları.....	73
6.4	Modelin Harita Üzerinde Gösterimi.....	73

6.5	Model İçin PyGenetix Programının alıştırılması	74
6.6	Modelin Girdilerinin Değistirilmesi ve Bir Benzetim alışması	78
6.7	Modelin Program Akış Şeması.....	81
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR.....		85
ÖZGEÇMİŞ.....		90

KISALTIMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
KOP	Kombinatoryal Optimizasyon Problemi
TSP	Traveling Salesman Problem
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
GSP	Gezgin Satıcı Problemi
İGEME	İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi
CLM	The Council of Logistics Management
ARP	Araç Rotalama Problemi
EDI	Elektronik Veri Değiş-Tokuşu
TEN	Trans European Networks
ECMT	Avrupa Bakanlar Konseyi
RFID	Radyo Frekanslı Ürün Tanımlama
GPS	Araç Takip Hizmetleri
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development (Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Örgütü)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
3P	3. Parti Lojistik
4P	4.Parti Lojistik

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Genel hatları ile lojistik şeması.....	5
Şekil 2.2 Rekabet edilebilir fiyat düzeyi (UNCTAD, 1998).....	7
Şekil 5.1 İteratif araştırma işlemi akış şeması (Erol, 2004).....	57
Şekil 5.2 Genetik algoritmanın genel yapısı.....	61
Şekil 6.1 Modelin harita üzerinde gösterimi.....	73
Şekil 6.2 Program çıktısı-1.....	75
Şekil 6.3 1. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi.....	76
Şekil 6.4 Program çıktısı-2.....	77
Şekil 6.5 2. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi.....	78
Şekil 6.6 Program çıktısı-3.....	79
Şekil 6.7 3. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi.....	80
Şekil 6.8 Program akış şeması.....	81

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Taşıma türlerine göre yük ve yolcu taşınması(Kaynak: TÜİK).....	38
Çizelge 3.2 Lojistik maliyetleri (Çancı, Erdal, 2003).....	39
Çizelge 5.1 Gen Takası.....	66

ÖNSÖZ

Çağımızın sihirli kelimesi “küreselleşme” ile birlikte, ulaştırma kavramı da büyük önem kazanmış, bir ülkenin gelişmişlik göstergelerinden biri haline gelmiştir. Tüm dünyada üretim maliyetlerinin yakın değerler ifade ettiği de dikkate alınırsa rakiplerinin bir adım önünde olmayı arzulayan işletmeler, lojistikte taşıma faaliyetlerine daha fazla önem vermeye başlamışlardır. Esnek ve aynı zamanda kullanıcıya çoklu alternatifler sunabilen etkin ve verimli bir ulaştırma ağı hem işletmelerin müşterilerine daha iyi hizmet vermesini sağlayacak hem de bu sayede ülke ekonomisinin canlanmasına katkıda bulunacaktır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve önemli büyüklükte bir yüzölçümüne sahip olan ülkemizde, ulaştırma sektörü hakettiği yerde değildir, limanların ve demiryollarının verimli bir şekilde kullanılmaması, karayollarına kapasitesinin üzerinde yüklenilmesi, yüzölçümü büyüklüğünü bir dezavantaj haline getirmektedir.

Bu tez çalışmasında ülkemizde kullanılabilen bütün ulaştırma türlerini, ekonomik, coğrafi ve diğer mevcut şartlar dahilinde değerlendirmeye çalıştım, olası kullanım şekillerini ve potansiyelini irdeledim. Türkiye’de ulaştırma sektöründe yapılacak atılımların, ülkemize ekonomik ve sosyal açıdan büyük katkılar sağlayacağına inanan biri olarak, bu bakış açısının bundan sonraki çalışmalarda geliştirilmesini ümit ediyorum.

Tez çalışmamın hazırlanması süresince bana maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, kardeşim Ecz. K. Giray ERKAYMAN’a, tezin uygulama kısmında bana sonsuz destek sağlayan Yazılım Müh. dostum Fırat KÜÇÜK’e ve bilimsel bakış açısıyla ufkumu açan değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Bahadır GÜLSÜN’e şükranlarımı sunarım.

Burak ERKAYMAN

İSTANBUL, Temmuz 2007

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin en büyük problemlerinden biri olan ulaştırma, lojistik sektörü içerisinde incelenmiştir. Lojistik, taşımacılık, kombine taşımacılık, optimizasyon ve Genetik Algoritmalarla ilgili detaylı bilgi verilmiştir. Kombine taşımacılığın önemi, uygulanabilirliği, avantajları-dezavantajları ve geleceği tartışılmıştır. Bu tezde Türkiye için oluşturulan model Gezgin Satıcı Problemi (GSP)'nin bir çeşididir. GSP bir ulaştırma ağı tasarımında kullanılabilir. Gezgin Satıcı Problemlerini çözme metotları ikiye ayrılır. Bunlardan birincisi kesin sonucu bulan algoritmalar, diğeri ise yaklaşık sonucu bulan sezgisel algoritmalar. Çözümün alacağı zaman ve modelin karmaşıklığı seçilecek olan çözüm metodunu değiştirebilir. Bu çalışmada model için optimizasyon tekniklerinden biri olan Genetik algoritmaları önerilmiş ve bir Genetik Algoritmalar tabanlı yazılım ile çözülmüştür. Programın çıktıları, Türkiye'de verimli ve etkin bir ulaştırma ağı tasarımı konusunda gerçekçi fikirler vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kombine taşımacılık, gsp, ulaştırma ağları, genetik algoritmalar, lojistikte taşımacılık.

ABSTRACT

In this thesis study, one of the major problems of Turkey; “transportation” is examined in logistics. Detailed information about the concepts of logistics, transportation, combined transport, optimization and Genetic Algorithms is given. The importance, applicability, advantages-disadvantages and the future of Combined Transport is discussed. The model which is created for the case of Turkey in this thesis, is a kind of Traveling Salesman Problem(TSP). TSP can be used to design a transportation network. Methods to solve the TSP problems are classified in two groups. First of these is exact algorithms, and the other is heuristics. The time of solution and the complexity of model can change the methods which will be used in the problem. In this study, Genetic Algorithms is proposed as an optimization technic for the model and solved by a Genetic Algorithms based software. Outputs of the program is given realistic ideas to design a effective and productive transportation network in Turkey.

Keywords: Combined transport, tsp, transportation networks, genetic algorithms, transportation in logistics.

1. GİRİŞ

Son yıllarda tüm dünyada hızlı bir teknolojik ve ekonomik gelişme yaşanmaktadır. Bunun sonucunda tanımı, önemli değişikliklere uğrayan geleneksel taşımacılık ve ulaşım anlayışı çağımızda lojistik kavramı içinde ele alınmaktadır. Bu gelişmeler, küreselleşme dediğimiz olguyu her geçen gün daha da ileriye götürmektedir. Böylelikle rekabet ortamı da küresel düzeye taşınmaktadır. Küresel düzeyde yaşanan rekabet şirketleri pazar payını muhafaza etmek ve artırmak için ürünlerini daha hızlı hazırlamaya ve zamanında, çabuk teslim etmeye doğru zorlamaktadır. Günümüzde üretim maliyetlerinin birbirine yakın değerler arz ettiği bir ortamda rekabet edebilir olabilmek açısından lojistik hizmetlerin önemi artmıştır. Lojistik faaliyetler üzerinde yapılacak uyarlamalarla rakiplerin bir adım önünde olmak mümkün olabilmektedir. Ancak ülke sınırları içindeki işlemler ile tedarik zinciri sürecinin karmaşıklığı bütün bunların yapılmasını güçleştirmektedir. Bu değişiklik; sürekli olarak yeni pazarlar, yeni ürünler, yeni önlemler, yeni fabrika ve tesisler, yeni tehditler ve olanaklara eşlik etmektedir. Sorun; şirketlerin bu güç alanlarda piyasa payını ve karlılığı nasıl arttırmayı başarabilecekleridir.

Böyle bir rekabet ortamında pazar payının ve karın artırılabilmesinin ve muhafazasının en önemli ayağı, düşük maliyetle girdi teminini ve malların rekabet edebilir fiyatlarla ve zamanında piyasaya sunulmasını sağlayan lojistik faaliyetlerdir. Diğer bir deyişle, verilen lojistik hizmetin kalitesi uluslararası pazarlarda rekabet edebilmenin önemli bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişme ve yaşam kalitesinin artırılması için ulaştırma politikalarında topyekun bir dönüşüm kaçınılmazdır. Yolcu ve eşya taşımacılığı, tüm taşıma türleri boyutunda yurtiçi ve yurtdışı etkileşimler göz önünde bulundurularak ele alınmalıdır. Lojistik sektörünün gelişmesi birçok alanda uluslararası standartların sağlanmasından geçmektedir.

Ülkemizde ve dünyada kullanılan taşıma şekilleri havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu, boru hattı taşımacılığı ve günümüzde en yaygın ve çağdaş nakliye metodu olan intermodal, multimodal veya kombine taşımacılık, ürünün hareket hızını kesmeden, ölçeğini değiştirmeden birden fazla yöntemle yapılan taşımacılıktır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde genel olarak Türkiye’de ve dünyada lojistik kavramı ele alınmış, lojistiğin tarihçesi, dünü, bugünü, küresel anlamda gelişimine ilişkin açıklamalar

yapılmıştır.

Üçüncü bölümde lojistikte taşıma ve dağıtım şekilleri, lojistikte taşıma şekillerinin önemi ve bunların şirketler arası rekabette ne oranda etkili olduğu ele alınmıştır.

Günümüzün en çağdaş ve etkin taşıma şekli olan “Kombine Taşımacılık” dördüncü bölümde tüm yönleri ile ele alınarak lojistikteki yeri ve önemi üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölüm taşıma şekillerinin belirlenmesinde kullanılan optimizasyon tekniklerine ve bu optimizasyon tekniklerinden biri olan Genetik Algoritmaların ayrıntılı şekilde incelenmesine ayrılmıştır.

Altıncı bölümde ise ilk beş bölümde yapılan teorik açıklamalara dayanarak, oluşturulan bir dağıtım modeli ve bu modelin taşıma maliyetlerinin minimizasyonu için kullanılan çözüm yöntemi çalışılmıştır.

Sonuç ve Öneriler bölümünde ise uygulama ve diğer teorik bilgilerin ışığında “Lojistik Sektöründe Taşımacılık” üzerine yorum ve öneriler bulunmaktadır.

2. LOJİSTİK

2.1 Tanımlar

Lojistik, askeri literatürde olduğu kadar günümüz is dünyasında da oldukça önemli bir yer edinmiş olan bir kavramdır. Lojistik, tarihin derinliklerinden bu yana fiilen kullanılmakta olan; ancak kavram olarak 20. yüzyılın başlarından itibaren kullanılmaya başlanan ve 1960'larda ticari literatüre giren bir tabirdir. Dünyada yaşanan hızlı gelişmeler ve artan rekabet; tüketici ihtiyaçlarını tatmin etmek için hammaddenin, süreç içerisindeki envanterin, nihai mamulün veya ilgili bilginin çıkış noktasından nihai tüketim noktasına kadar etkin ve masrafları en aza indirilmiş bir şekilde varabilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyacı karşılayabilecek olan çözüm de lojistik kavram etrafında tanımlanmaktadır. Bu ilk bölümde lojistik kelimesi ile bu konuya ilişkin temel kavramları ele alarak, lojistik konusunda genel bir çerçeve oluşturmaya çalışılacaktır. İlk olarak, lojistik kelimesinin ne ifade ettiği anlaşılmalıdır.

Lojistik (Logistics) kelime kökü itibariyle Latin dilinden Logic (mantık) ve statics (istatistik) kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir ki, sözlük anlamı “mantıklı istatistik (hesap)”tır.

Lojistik kavramının ticari alanda kullanımı oldukça yeni bir olgudur. Askeri literatürde çok eski bir geçmişe sahip olan lojistik kavramı, is literatürüne yakın bir zamanda girmiş ve bu kavramın getirdiği anlayışı oldukça hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır. Eskiden var olan salt nakliyenin yerine, günümüzün gerektirdiği hizmetleri sağlayabilmek için faaliyet, kapsam ve konu alanlar geliştirilmiş bir şekilde yeni hizmet anlayışı ortaya çıkmıştır. Bu kavram çeşitli şekillerde tanımlanmaya çalışılmıştır. Lojistik nedir diye sorulduğunda, “doğru şeyin, doğru yerde, doğru zamanda olmasını sağlamak” denilebilir. Ancak buna bir dördüncü parametre daha eklenebilir. Böylelikle de, uluslararası rekabet şartları çerçevesinde istenilen şeyi makul ve kabul edilebilir bir masrafla yani rekabet edebilir bir fiyatla sağlamak yukarıda sayılan üç kriterli tanıma dahil edilebilir. Bununla beraber bu kavramın çeşitli tanımlamaları yapılmıştır.

Lojistiğin günümüzdeki kabul gören en geçerli tanımı The Council of Logistics Management (CLM) kuruluşu tarafından yapılmıştır.

Bu tanıma göre :

“Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, servis hizmeti ve bilgi akısının başlangıç noktasından (kaynağından) , tüketildiği son noktaya (nihai tüketici) kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin etkili ve verimli bir biçimde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulması hizmetidir.”

Lojistik, günümüz is dünyasında gittikçe daha fazla kullanılmasına ihtiyaç duyulan karmaşık enformasyon, iletişim ve kontrol sistemlerin içinde yer aldığı, mal, hizmet, bilgi ve sermaye akımının is planlama çerçevesi olarak tanımlanmaktadır.

Bu bilgiler ışığında yukarıdaki tanımı günümüz koşullarına uyarlanmış hali;

“Lojistik, mal ve hizmet tedarikine yönelik planlama, organizasyon, nakliye ve yönetim faaliyetlerinin bütünüdür.”

Lojistik için yapılan diğer tanımlardan birkaç tanesi aşağıdaki gibidir.

İş dünyasında (Business Logistics);

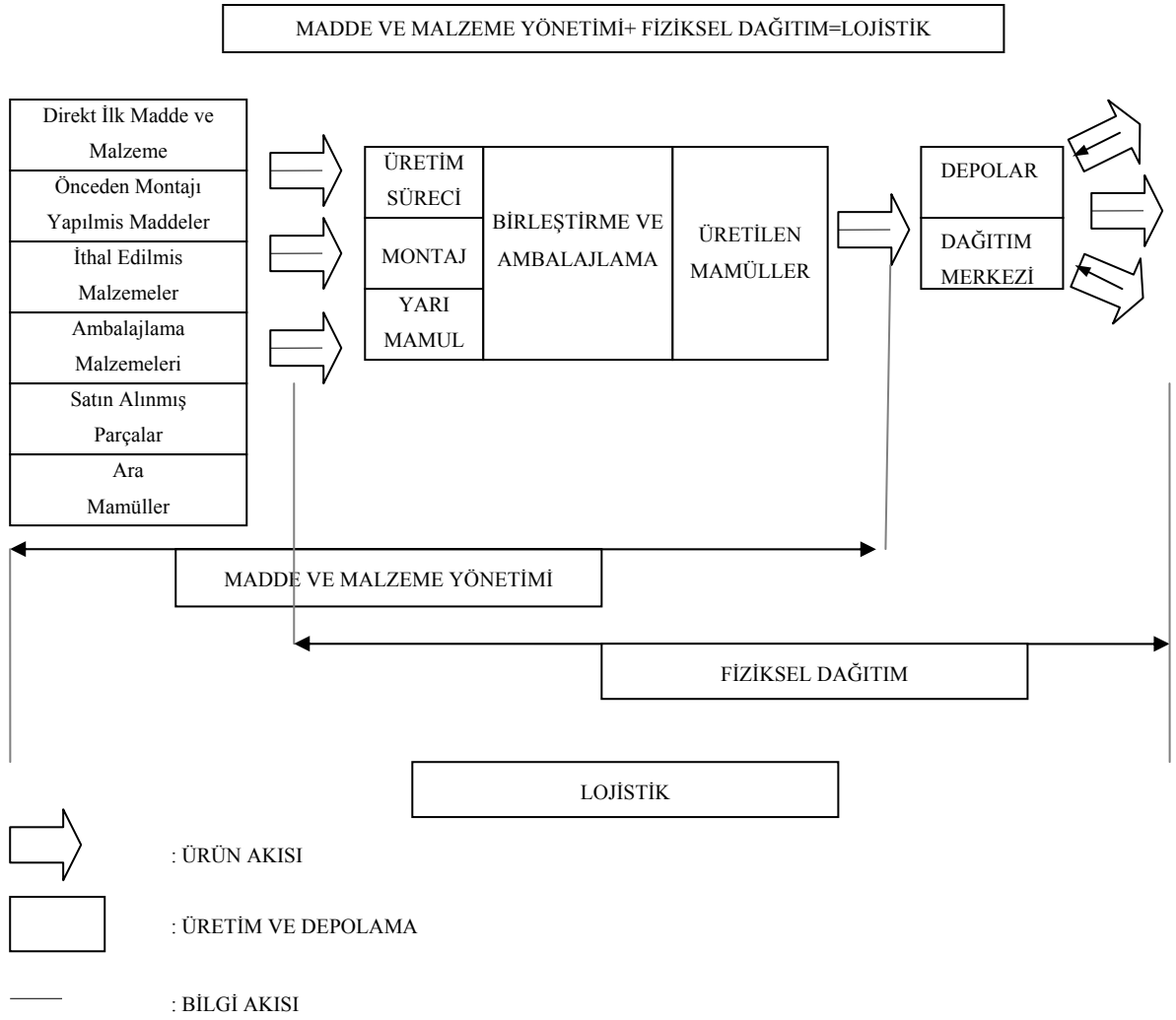
“Tedarik zincirinin bir parçası olarak değerlendirilmekte ve hammadde, yarı-mamul, mamul ve ilgili bilgilerin üretim noktasının başından tüketim noktasına kadar, müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla, etkin ve düşük maliyetli bir şekilde akış ve depolanması süreçlerinin, planlanması, uygulama ve kontrol edilmesi olarak tanımlanmaktadır.” (Council of Logistics Management)

Gösteri(Show) dünyasında (Event Logistics)

“Bir performansın başarıyla planlanması ve gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan eleman, tesis ve faaliyetler ağının bütünü”

Askeri kurumlarda (Military Logistics)

“Bir askeri birliğin operasyon yeteneğini destekleyecek tüm unsurların tasarımı ve uygulaması, ilgili donanım ve malzemenin sağlanarak savaşta ve barışta etkinliğin ve hazırlığın garantilenmesi”



Şekil 2.1 Genel hatları ile lojistik şeması

2.2 Tarihçe

Lojistik esas olarak askeri bir terimdir, bunda dolayı da ilk uygulamalar askeri alanlar ve harp sahaları olmuştur. Fakat esas önemi II. Dünya savaşı sırasında anlaşılmış ve sonrasında lojistiğe bilimsel bir konu gözüyle bakılmaya ve uygulanmaya başlanmıştır.

“II. Dünya savaşı sırasında görülen gerçeklerden birisi de, kalabalık ordulara sahip olmanın zafer kazanmak için yeterli olmayacağıdır. Orduların gelişmiş silah, araç ve donanımla teçhiz edilmesi sayısal fazlalıktan daha önemlidir. Pek tabii ki; bu ürünlere sahip olmak da yeterli olmamakta bunların uzman personel tarafından kullanılıp, sürekli faal tutulması da o derece önem arz etmektedir. İşte bütün bunlar lojistik desteğin hayati bir unsur olduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Yani kusursuz bir lojistik destek sağlamadan, herhangi bir harekattan

başarı beklemenin hayal olduğunu söyleyebiliriz.”

II. Dünya savaşı sonrası ABD’ de birçok işletme lojistiğin önemini fark etti ve 1960 yılından günümüze kadar süren gelişim evresi içerisinde lojistik hizmetlerinden faydalanmaya başladılar.

Dünyada lojistiğin gelişimini sıra ile açıklamak gerekirse, tarihteki aşamalarını şöyle sıralayabiliriz:

1940-1960 yılları arası : Lojistik aşamasını kurma

1960-1970 yılları arası : Lojistik fikrinin yerleşmesi ve itibar kazanması

1970-1980 yılları arası : Önceliklerin ve modellerin değişme çağı

1980- günümüze kadar: Ekonomik ve teknik değişimin yeni çağı

Lojistiğin gelişimi temelde üç aşamada toplanabilir;

2.2.1 Parçalanma (1960 – 1980) :

Bu dönemde lojistiği oluşturan faaliyetlerin ayrı yapıldığı görülmektedir. Aşağıdaki operasyonların bir kısmı işletme içinde yapılırken, kısmen de dışarıdan hizmet alma şeklinde gerçekleşiyordu.

- Talep Öngörüsü
- Satın Alma
- İhtiyaç Planlama
- Üretim Planlama
- Fabrika Stokları (girdi düzeyindeki stoklar)
- Depolama
- Malzeme İşlemleri
- Paletleme
- Mamul Stokları
- Taşıma
- Müşteri Hizmetleri
- Dağıtım
- Planlama

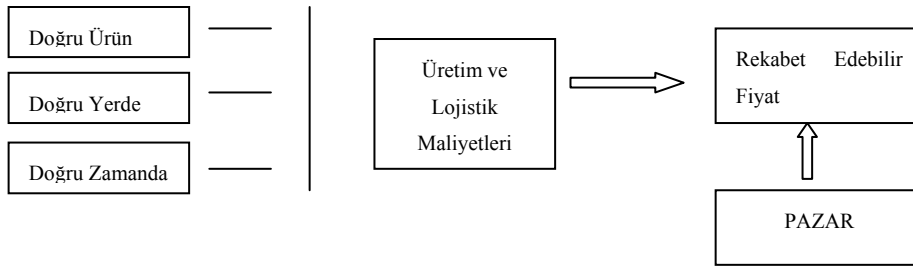
2.2.2 Birleşme (1980 – 2000) :

Bu dönemdeki lojistik faaliyetler iki kavram altında toplanmıştır:

- Madde ve Malzeme Yönetimi
- Fiziksel Dağıtım

2.2.3 Toplam Bütünleşme (2000 – Günümüze) :

Halen de devam etmekte olan bu süreç parçalanma ve birleşme kısmında verilen faaliyetlerin bir çatı altında toplanmasını gündeme getirmiştir. Dünya ekonomisinde yaşanan küreselleşme, liberalleşme ve buna paralel olarak firmaları zorlayan uyum çabaları, lojistik faaliyetlerin önemini artırırken günümüzdeki bütünleşmiş lojistik kavramını ortaya çıkarmıştır



Şekil 2.2 Rekabet edilebilir fiyat düzeyi (UNCTAD, 1998)

2.3 Kapsam

Hammaddelerin tedarik edilmesi, stoklanması ve tamamlanmış mala dönüştürülme sürecini içeren lojistik yönetimi kapsamında; müşteri hizmetleri, talep tahmini, iletişim sistemi, stok kontrol, materyal işleme, sipariş süreci, parça ve hizmet desteği, fabrika ve depo yer seçimi, tedarik, paketlenme-etiketleme, hurda ve atıkların yönetimi, trafik ve nakliyat, depolama ve stoklama gibi lojistik faaliyetler bulunmaktadır. (Lambert ve Stock, 1993).

Müşteri hizmetleri; önceden belirlenmiş optimum maliyet-hizmet karışımında, müşteriyle ilişkin tüm hususların yönetim ve bütünleştirilmesini içeren müşteri yönlü bir hizmet olarak tanımlanabilir. Müşteri hizmetleri tüm lojistik faaliyetlerin yönetiminde birleştirici ve bağlayıcı rol oynar. Müşteri hizmetlerinden kaynaklanan müşteri tatmini, işletmelerin

pazarlama çabalarının gösterilmesinde elde edeceği başarının ayrılmaz bir parçasıdır. İşletmelerin lojistik sisteminde yer alan her unsur, müşterinin istediği mal ve hizmetlerin, uygun yer, zaman, maliyet ve şartlarda sağlanıp sağlanamayacağını etkiler. Bu yüzden müşteri hizmetleri; en düşük toplam maliyetle müşteri tatminini sağlayabilecek bütünleşik lojistik hizmet anlayışını gerektirir. Müşteri hizmetlerinin başlıca unsurları; işlem öncesi, işlem esnası ve işlem sonrası olmak üzere üç grupta toplanabilir. İşlem öncesi unsurlar; müşterilerin alacakları hizmetlerle ilişkin yazılı politikaların varlığını, bu politikaların müşterilere ulaştırılmasını, müşterilerin kolayca iletişimini sağlayabilecek örgütsel yapının oluşturulmasını, planlanmayan işlemlere karşı sistem esnekliğini ve müşteri hizmetleri içinde yer alan unsurların eğitimini içerir. İşlem esnasındaki unsurlar; yeterli stok bulundurulmasını, sipariş süreciyle ilgili bilgilerin hızlı akışını, sipariş devrinin kısılalığını, yüklemelerin ve aktarmaların hızlandırılmasını, faturaların kesilmesini, sipariş zamanlarını, sistemin hatalı işleyişi ve standart terimlerin kullanılmaması nedeniyle doğabilecek sipariş uyumsuzluklarının giderilmesini içerir. İşlem sonrası unsurlar ise, satılan ürünlerin kurulmasını/montajını, haklı nedenlere dayalı ürün değiştirme taleplerinin yerine getirilmesini, onarılmasını, müşteri şikâyetlerinin dikkate alınmasını ve gerektiğinde ürünlerin farklı yerlere nakledilmesini içerir (Yavuz, 2006).

Sipariş süreci; siparişlerin alınmasını, kaydedilmesini, yüklemeye hazırlanmasını ve fatura edilmesini içeren operasyonel unsur; sipariş değişiklikleri, siparişlerin kontrol ve incelenmesi, izlenmesi, ürünler hakkında bilgi verilmesi ve hataların düzeltilmesini içeren iletişim unsuru ve müşteri kredi bilgilerinin toplanması ve kontrolünü içeren güvenilirlik unsurundan oluşur. Sipariş süreci, maliyetler ve müşteri tatminini doğrudan etkiler. Siparişin yerine getirilmesi müşterinin siparişi vermesi ile başlar. Müşteri temsilcisi siparişi alır. Sipariş finans bölümüne gönderilerek müşterinin kredi durumu belirlenir. Envanter kontrolüne gönderilir. İstenen mal var ise nakli gerçekleştirilir. Yok, ise sipariş üretim bölümüne gönderilir. Üretim yapıldıktan sonra nakil işlemi gerçekleştirilir. İletişimin sistemi; bilginin akacağı kanallarla ilişkin bir kavram olup, iletişimde etkinlik sağlayacak bir sistem olarak tanımlanabilir. Etkin bir iletişim sisteminin üç yararından söz edilebilir. Bunlardan birincisi, işletme-müşteri ve tedarikçi arasında; ikincisi, işletmenin fonksiyonel birimleri arasında; üçüncüsü, lojistik tabanlı çeşitli faaliyetler arasında kurulan etkili iletişim sistemidir. İşletmeler, etkin iletişim sistemini bilgisayara dayalı yönetim bilgi sistemleri (MIS- Management Information Systems)

oluşturarak kurabilirler (Yavuz, 2006).

Trafik yönetimi ve nakliyat; lojistik sürecinin en önemli bileşenlerinden biri olup, ürünlerin kaynaktan tüketim noktasına hareketi ile iadelerin toplanmasında tüm sürecin etkinliğini artıran bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Nakliyat; yükleme, taşıma ve boşaltma gibi eylemleri içerirken; trafik yönetimi, yüklerin sınıflandırılması, minimum ücretle taşınması, zaman ve güzergâh açısından plan ve programlanması (RUT) sipariş ve yük kontrolü, sevkiyat gecikmelerin takibi, yüklenen malların hacim ve cinsleri itibarıyla yasalar karşısındaki durumunun gözden geçirilmesi gibi faaliyetleri içerir. Trafik ve filo yönetimi, firma faaliyetlerin ulusal sınırlar dışına taşması durumunda, taşıyıcılarla sözleşme yapılması ve bunların izlenmesini de kapsar.

Depolama; üretiminden satış anına kadar geçen zamanda mamullerin kendileri için tahsis edilmiş alanlarda muhafaza edilmesini ifade eder. Genellikle üretimle satış zamanı arasında belli bir sürenin olması ürünlerin depolama süresinde niteliklerinin korunmasına yönelik özel tedbirlerin alınmasını gerekli kılar. Bu da yer ve bakım giderlerine yol açar. Ayrıca, personelin eğitimi ve depoların güvenliğini sağlamaya yönelik giderler, maliyeti yükselten önemli unsurlardır. Bu açıdan depolamayla ilişkin yer seçimi, sahiplik veya kiralama konularında alınacak kararlar, stratejik öneme sahiptir.

Fabrika ve depolar için yer seçimi; müşteri tatmin düzeyi, taşıma maliyetleri, işçi ücretleri, güvenlik ve yasal faktörler nedeniyle stratejik öneme sahip bir faaliyet olup, üretim yerinin ve depolama alanlarının, minimum maliyetle maksimum yararı sağlayacak şekilde seçilmesini ifade eder.

Tedarik; satın almayı da içinde barındıran geniş bir kavram olup, ihtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin sağlanması amacıyla, tedarik yerlerinin belirlenmesi, aralarında seçim yapılması, satın alma zamanının ve fiyatının tespit edilmesi ve kalite kontrollerinin yapılmasını ifade eder. Son yıllarda tedarik kaynaklarının küresel çapta düşünülmesi, tedarik faaliyetlerinin işlem merkezli olmaktan ilişki merkezli olmaya dönüştürmüş bu da konusunda uzman firmalarla çalışma gereksinimini artırmıştır.

Parça ve hizmet desteği; satış sonrası hizmetler olup, firmaların pazarlama ve satış faaliyeti sonunda müşteri memnuniyetini artırmak amacıyla sürdürdüğü bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Bu hizmetin yürütülmesinde hız ve zamanlama yaşamsal öneme sahip olup, bu

konuda gösterilecek basan büyük ölçüde lojistik sistemin iyi çalışmasına bağlıdır.

Paketleme-etiketleme; pazarlama açısından tutundurma çabalarını; lojistik açıdan olası zararlara karşı koruma sağlayan ve taşınabilirliği kolaylaştıran bir durum olarak tanımlanabilir. Paketleme/ etiketleme ticaretin ulusal sınırlar dışına taşması durumunda daha fazla önem kazanır. Mesafenin uzak olması nedeniyle çok sayıda işlem ve sağlamlığı gerektiren paketleme ile çeşitli coğrafi bölgelerde oluşmuş kültürler üzerinde farklı etkiler yaratan etiketleme, uluslararası pazarlarda dikkatle üzerinde durulması gereken bir konudur. Farklı coğrafi bölgelerde faaliyet gösteren üçüncü parti lojistik firmaların; farklı kültür yapılarını ve ulaşım imkânlarını daha iyi bilmeleri, bu fonksiyonun da dış kaynaklardan karşılanmasını hızlandırmıştır.

Atık ve hurdaların atılması/satılması; üretim sonunda ortaya çıkan bazı maddelerin tekrar kullanma imkanının olmaması halinde bunların çevreye zarar vermeyecek şekilde boşaltılması veya atılması; geri dönüşüm özelliği olması halinde yeniden üretimi için üretim noktalarına taşınması, parasal değere sahip olan hurdaların ise satılması amacıyla gösterilen faaliyetleri içerir. İade malların islenmesi (tersine lojistik); kusurlu üretim, yanlış gönderi veya diğer nedenlerle, değiştirilmek veya yeniden değerlendirilmek üzere satılan mal ve bunlara ilişkin bilgilerin geriye akışını ifade eder. İşletmeler, geri dönme riskine karşı barkot ve uydu iletişim ağı sistemleri gibi teknolojileri kullanarak izleme sistemleri geliştirmişlerdir. Bu alanda uzmanlaşmış firmaların varlığı tersine lojistiğin dış kaynaklardan karşılanmasını hızlandırmıştır (Lynch, 2000).

2.4 Süreç

Lojistik işlemler malzeme veya yarı mamullerin tedarik kaynağından işletmeye taşınmadığı ve üretilen mamulün tüketiciye teslim edildiği süreci kapsamaktadır. İşletme lojistiği yönetsel açıdan iki temel süreçten oluşur. (Johnson, Wood, Wardlow ve Murphy, 1999)

2.4.1 Malzeme Yönetimi

2.4.1.1 Tedarik Lojistiği

Bu konuda malzeme ve tedarik zinciri yönetiminin temel esasları geçerlidir. Önceki bölümde bu konuya değinilmiştir.

2.4.1.2 Malzeme Aktarımı

Genel olarak bakıldığında lojistik faaliyetleri iki farklı aşamada gerçekleştirilmektedir. Temel olarak iki ana başlık altında toplanan bu faaliyetler, ikisi de birbirine bağlı olan, giriş (inbound) ve çıkış (outbound) lojistik hizmetlerini tanımlarlar. Bunlardan birincisi inbound lojistik olarak isimlendirilen, giriş lojistiği etrafında hammaddelerin tedarikçiden toplanmasını, depolanmasını ve üretimini tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde düzenleyen faaliyettir. Üretim öncesi lojistik süreci, imalat konusunda çalışan işletmelerin lojistik faaliyetleri; hammadde, yarı mamul ve hazır parçaların üretim ortamına taşınması işlemlerinin takip edildiği bir süreçtir. Kısaca ifade etmek gerekirse bu süreç tamamen üretim öncesi gerçekleştirilen ve kaynakların üretim hattına taşınmasına hizmet eden bir süreçtir. Lojistik süreç içerisinde hammaddelerin firma adına daha ucuz bir şekilde temin edilerek üretim hattına kadar getirilmesini sağlar. Bütün lojistik faaliyetlerde olduğu gibi üretim öncesi lojistik operasyonlar da iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalardan ilki bütün sürecin kontrol altında tutulmasına imkân veren karşılıklı bilgi akışıdır. Hizmet sağlayıcının seçimi, stok yönetimi ve yük akışı bu operasyon içinde yer almaktadır. Bunun yanında diğer bir operasyon ise, malın fiziki akışını ilgilendirir. Burada hizmet alan firma, hizmeti sağlayacak olan firmadan hammaddeye konu olan mala ilişkin stok yönetimini gerçekleştirmesini, girdilerin istek üzerine sık ama az veya çok ama daha az sıklıkla temini, bazı özellikli ürünlerin üretimi sırasında ihtiyaç duyulan gerçek zamanlı tedarik ihtiyacı dolayısıyla üretim hattına yakın depolama faaliyetinin yapılması veya doğrudan üretim zincirine dağıtımın yapılması ve son olarak da bazı durumlarda üretimin hemen öncesinde paketlerin açılması ve ürünlerin hazırlanması gibi işlemlerin gerçekleştirilmesini talep etmektedir. İşte bu süreç üretim öncesi lojistik faaliyeti yansıtmaktadır.(İGEME Lojistik Sektör Raporu, 2001)

Materyal yada malzeme yönetimi, hammaddelerin ve yedek parçaların coğrafi satın alma noktalarından sağlanıp üretim ve montaj noktaları sonuna kadar hareket ettirilmesini içerir. Yarı mamul ve mamullerin fiziksel hareketleri de materyal yönetiminin konusu içine girer. Materyal yönetiminin kapsadığı başlıca maliyetleri, materyal stok kontrolü, depolanması, sipariş işleme, taşınması vb. gibi faaliyetlerdir.

Yine, tedarik ve satın alma, üretim kontrolü, işletmeye gelen trafik ve ulaştırma, saklama ve dağıtım depoculuğu, yönetim enformasyon sistemi kontrolü, envanter planlama ve kontrol,

hurda ve döküntülerin elden çıkarılması gibi faaliyetler tedarik lojistiğinin bütünleyici öğeleridir. Tedarik yönetiminin amacı üretim ve montajı desteklemektir (Aşıcı ve Tek, 1985).

2.4.2 Fiziksel Dağıtım

Outbound lojistik (çıkış lojistiği) olarak isimlendirilen ve birinci faaliyeti tamamlayıcı bir unsur olan üreticilerden mamullerin toplanarak stoklanması ve müşterilere dağıtılmasını sağlayan sistemin işlemleriyle oluşan faaliyettir. Bu faaliyet şekli lojistik kelimesi geçtiğinde akla ilk gelen hizmet olmaktadır. Ancak, aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere, burada da imalat konusunda çalışan işletmelerin, yukarıda bahsetmiş olduğumuz üretim öncesi lojistik faaliyetleri sonrasında ilgili istasyonlarına ve tezgâhlara iletilmesi; yani fabrika içi taşıma ve elleçleme, nihayetinde çıkış ambarından dağıtım kanallarına ve müşterilere kadar uzanan zinciri kapsayan süreçtir.

Kısaca, bu süreçte üretim işlemi tamamlanmış olup üretilen malların pazara ve müşterilere ulaştırılması temin edilmektedir. Üretim öncesi operasyonda olduğu gibi, fiziksel akis ve bilgi akışı olarak nitelendirilen iki temel operasyon etrafında gerçekleşir. Üretim sonrası lojistik süreci bir işletme tabiri olarak kullanılan fiziki dağıtım kanallarını da içine alan ve malın müşteriye ulaştırılmasına dönük faaliyeti kontrol altında tutan süreçtir. Bu süreç içerisinde stok yönetiminden malın müşteriye ulaşmasına kadar olan faaliyetlerin çift taraflı bilgilendirilme yolu ile kontrol altında tutulmasına, böylece de müşteriye en uygun şartlar altında ulaştırılmasına imkan tanımaktadır. Operasyonun bütün aşamaları taraflar arasında sağlanan bilgi akışı ile kontrol altında tutulur. Diğerisi ise fiziksel akis sağlayan operasyondur. Bu operasyonla üretim hattının hemen bitiminde ürünün paketlenmesi ve etiketlenmesiyle başlayan, ardından depolanması ile devam eden, ardından verilen siparişlerin hazırlanmasını sağlayan ki, bu aşamada zamanlama oldukça önemlidir, müşteri isteklerine yönelik bazı hizmetlerin yapılması ve son olarak bazı durumlarda müşterilere yönelik paketlerin açılması ve malların raflara yerleştirilmesi gibi dağıtım sonrası bazı hizmetlerin de verilmesi amaçlanır.

Üretim sonrası lojistik faaliyetlerin büyük bir bölümünü fiziksel dağıtım hizmetleri oluşturmaktadır. Fiziksel dağıtım malın uygun fiyatlarla rekabet edebilir şartlarda müşterilerle buluşmasını sağlar. Fiziksel dağıtım hizmetini vurgulayan outbound lojistiğin temel aşamalar üretim hattından sonra malın satış noktasına hatta nihai müşteriye kadar

olan süreç arasında gerçekleştirilen hizmetleri içine alır. En temel olarak depolama, nakliye vs. gibi hususlara değinilebilir. (İGEME Lojistik Sektör Raporu, 2001)

Bu durumda depolama da tedarik zincirinin en önemli unsurlarından biridir. Depolama ve depo yönetimi ayrı bir çalışma konusu olarak öne çıkmış ve lojistik faaliyetlerin temel parçalarından biri olmuştur. Lojistik hareketlerinin zamanında ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesinde malın miktar ve özelliğine göre güvenli bir şekilde paketlenmesi, depolanması ve bilgisayar desteği ile kayıt altına alınması gerekmektedir. Lojistik firmalarının depolama hizmetlerini vermesiyle birlikte ticari işletmelerin stok, döküm maliyetlerinin düşürülmesi ve zamanında malların hedef pazara sunulması dikkate alınması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fiziksel dağıtımı etkili kılmak için, fiziksel dağıtım işlemleri arasında eşgüdüm sağlanmalı ve toplam fiziksel dağıtım maliyeti minimize edilmelidir. Bu nedenle, fiziksel dağıtım sistem yaklaşımı içerisinde değerlendirilmelidir. Bunun sonucunda fiziksel dağıtım, malların fiziksel akışının yönetimi ve kontrolü ile etkin bir mal akış sistemi oluşturulması olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.5 Amaç

1970'li yıllardan günümüze kadar geçen sürede yaşanan hızlı değişim ve uyum sağlama yaklaşımları açık sistem özelliği taşıyan işletmelerin bu değişim karşısında çeşitli davranışlar sergilemesine neden olmuştur. Söz konusu davranışlar, işletmelerin faaliyette buldukları pazarlarda rekabetçi yönlerini geliştirmeleri ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri yönünde olmaktadır. İşletmelerin değişim ve çevresel koşullara uyum sağlaması ekolojik yaklaşım kapsamında ele alındığında, uyum sağlamanın iki yaklaşım tarzı ile açıklanabileceği ifade edilmektedir.

Bunlardan birincisi rekabet yaklaşımı; çevresel koşulların öngördüğü rekabet özellik ve koşullarına uyum sağlayamayan işletmelerin pazardan elimine edildiği görüşünü savunmaktadır. Bu yaklaşıma göre, belirli yapı ve özelliği olan işletmeler çevresel koşulların değişmesi durumunda esnek olmaları nedeniyle faaliyetlerini devam ettirmede zorlanma yaşarken, başka işletmeler çevre koşullarına daha uygun davranış göstermektedirler. Başka bir ifadeyle, değişime uygun davranamayan işletmeler elimine edilmektedirler. İkinci yaklaşım olan nis yaklaşımına göre ise, çevresel koşullarda yaşanan her gelişme ve değişiklik

doldurulacak bir boşluk yaratmaktadır. Çevresel faktörler tarafından seçilerek yaşamlarını devam ettirme olanağı verilen işletmeler bu boşlukları doldurabilecek özelliklere sahip yani boşlukları dolduran işletmelerdir. Boşlukları dolduramayan diğer işletmeler ise, çevre tarafından elimine edilecektir (Koçel, 2005).

Yaşanan değişim ve işletmelerin bu değişime karşı uyum mekanizmalarını etkin bir şekilde geliştirmeleri, faaliyette bulunulan pazarda rekabet edebilmeleri ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda üretim ve pazarlama alanlarındaki gelişmeler nedeniyle birçok problemin ortaya çıkması, yükselen maliyetlerin düşürülmesi ve pazarlama kavramındaki gelişmelere bağlı olarak yeni yaklaşımların ortaya çıkması işletmeleri yeni arayışlara yöneltmiştir (Orhan, 2003).

Lojistik faaliyetler planlama, örgütlenme, koordinasyon, yöneltme ve kontrol gibi yönetim işlevlerini içerisinde barındırmaktadır. Lojistik faaliyetlerde amaç, işletmenin varlığını sürdürebilmesi yönünde kalite, maliyet, zaman ve hizmet gibi işletme açısından önemli göstergeleri dikkate alarak hareket edilmesidir (Çancı ve Erdal, 2003).

İşletmelerin uzun vadeli hedefleri göz önüne alındığında, işletmeyi bu hedeflere ulaştıracak işlevsel hedefler aranmaktadır. Bu durum, uzun zaman dilimi içinde mevcut yatırım üzerinden muhtemel getiriye sağlayacak olan bir lojistik eylem karmasının geliştirilmesini gerektirmektedir. Böyle bir hedefin iki boyutu vardır.

Bunlar;

Lojistik sistem tasarımının gelir dağılımı üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve tasarımın maliyetidir.

Bu iki boyut, sağlanan müşteri hizmeti kalitesinde artan gelişmeler yoluyla ne kadar ek gelir sağlanacağı konusunda ve maliyet analizleri açısından önem taşımaktadır. Bu, müşteriler açısından kabul edilebilir olan belli değerdeki müşteri hizmet düzeyinin, satış fonksiyonunun ve konu ile ilgili diğer hususların belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada lojistiğin amacı, yatırım üzerinden getiri veya karın maksimizasyonundan ziyade istenen hizmet düzeyinin karşılanmasına yönelik olarak maliyetlerin azaltılması haline gelebilir. Lojistik maliyetler, muhasebe uygulamaları açısından genelde işletim maliyetleri ve sermaye maliyetleri gibi iki tipte olup, muhasebe uygulamalarının mümkün kılacağı kadar doğru bir şekilde tespit edilebilmektedir (Kayabaşı, 2007).

İşletim maliyetleri dönem dönem tekrarlı biçimde ortaya çıkan veya faaliyet düzeylerine bağlı değişikliklerle farklılaşan maliyetlerdir. Ücretler, kamusal depolama harcamaları, yönetim ve diğer belirli genel üretim giderleri işletim maliyetlerine tipik örneklerdir. Sermaye maliyetleri faaliyet düzeyleri açısından normal değişikliklerle farklılık göstermeyen bir kerelik harcamalardır. Buradaki örnekler; özel bir tır filosuna yatırım, bir şirket deposunun inşaa maliyeti ve malzeme işleme donanımının satın alınmasıdır. Lojistik faaliyet düzeylerinin firma gelirleri üzerindeki etkisi biliniyorsa, lojistiğe yönelik isletilebilir bir mali hedef şu şekilde ifade edilebilir; sağlanan müşteri hizmeti düzeyine bağlı olarak elde edilen yıllık gelirin lojistik sistemin işletim maliyetinden daha fazla olması ve bu gelir düzeyinin lojistik sistemdeki dönemsel yatırım oranının, zaman içerisinde maksimize edilmesidir. Eğer paranın zaman değeri büyük ise, nakit akışlarının cari değerinin arttırılması ya da dahili getiri oranının maksimize edilmesi söz konusu amacın daha uygun bir şekilde ifade edilmesi anlamına gelecektir. Zaman içerisinde, yatırım üzerinden toplam getirinin maksimize edilmesi finansal başarıyı sağlayacak önemli bir hedef konumundadır (Ballou, 1999).

Bu amaçlara ek olarak aşağıdaki amaçlara da yer verilebilmektedir. Bunlar;

- Katma değer yaratılması
- Maliyetlerin azaltılması
- Verimlilik, etkinlik, hız ve güvenilirlik sağlanması
- Müşteri memnuniyeti sağlanarak uzun süreli ilişkilerin yaratılması
- Kalitenin arttırılması
- Tedarikçilerle iyi ilişkilerin kurulması
- Temel yeteneklerin geliştirilmesi

Üstte de belirtildiği üzere, işletmelerde etkinliği ve verimliliği yüksek bir lojistik sistemin kurulması temel rekabetçi yönlerin geliştirilmesi yönünde birçok amacı içine almaktadır.

2.6 Gelişimi, Değişim ve Eğilimler

Gün geçtikçe şirketlerin lojistikten temel beklentileri daha verimli tedarik zinciri ve talebe daha hızlı cevap verebilmek olmaktadır. Bunu sağlamak için öne çıkan kavramlar; şeffaflık, iletişim ve çevikliklerdir. Hızın öne çıktığı günümüz lojistik is çevresinde envanerin, siparişlerin ve sevkiyatların tedarik zinciri boyunca baştan sona izlenebilmesi, tedarik ağındaki toplam

stok seviyesinin azaltılabilmesi, müşteri memnuniyetinin yükseltilebilmesi ve operasyon sırasında karşılaşılan olaylara hızlı tepki verilebilmesi açısından son derece önemlidir. Şeffaflık; verinin elde edilmesini, iletişim; verinin akmasını sağlarken, çeviklik; hızlı bir şekilde yanıt verilmesini mümkün kılmaktadır (Baki, 2004).

Lojistik sektöründe günümüzde yaşanan değişim ve yeni eğilimler (Çakmak, 2007):

- Tedarik zinciri yönetimi
- Ortaklık anlaşmaları ve lojistik araçları (logistics tools)
- Tedarik zincirinin küreselleşmesi
- Tedarikçi kontrolündeki envanter yönetimi
- Negatif stok ve parsiyel toplama (milkrun)
- Konsolidasyon
- Çapraz yükleme (cross-docking)
- Kombine taşımacılık
- Tersine ve bütünleşik lojistik
- Çevik lojistik

2.7 Lojistik Sektörünün Ekonomideki Yeri ve Önemi

Düne kadar sadece nakliye yapan taşımacılık firmalarının da katılımıyla lojistik sektörü çığ gibi büyümektedir 10 yıl öncesinin nakliye firmalarının hepsi günümüzde isimlerini lojistik firması olarak değiştirirken, lojistik nakliyeyi de kapsayan bir üst konu olarak dikkat çekmektedir. Küreselleşen ekonomi ile birlikte şirketlerin içine girmiş oldukları rekabet ortamı, onları üretim süreçlerinde birçok noktadan çekilerek bu aşamaları maliyet, zaman ve kalite açısından denetleyebilecekleri başka şirketlere devretmeye sevk etmiştir. Bu hizmeti alan firmalar maliyetlerini aşağıya çekerken hız açısından da rekabet edebilir duruma getirmiştir. Böylelikle daha önce nakliyatçılık yapan firmalar taşımanın çok daha ötesinde hizmet vermeye başlamıştır. Bugün dünyada, mal üretmek kadar onu satabilmek, hatta üretilen malı son alıcıya ulaşıncaya kadar zarar vermeden taşımak büyük önem taşımaktadır.

Modern yönetim uygulama ve yaklaşımlarında yaşanan ilerlemeler müşteri odaklı felsefe temelinde organize edilmektedir. Özellikle, yerine getirilen süreçlerde değer ekleyen süreçlerin geliştirilmeleri, değer eklemeyen süreçlerinde elimine edilmesi yoluna gidilerek

değer analizleri çalışmalarına da ağırlık verilmektedir. Bu açılardan bakıldığında, lojistik faaliyetlerin işletme faaliyetlerine değer ekleyen nitelikte olduğu ve bunların öneminin de giderek arttığı görülmektedir. Lojistik, firma hissedarları, tedarikçileri ve müşteriler açısından değer yaratmaktadır. Lojistikteki değer, yer ve zaman olarak ifade edilmektedir. Mal ve hizmetler müşterilerin sahipliğinde tüketilmek istedikleri yer ve zamanda bulunmadıkça her hangi bir değer ifade etmemektedirler. Etkin bir lojistik yönetimi, değer ekleyen süreçlere katkı sağlamak üzere tedarik zincirindeki her bir faaliyeti ele almaktadır. Eğer düşük bir değer eklenmesi söz konusu ise; faaliyetin yapılıp yapılmayacağı sorgulanabilmelidir. Ayrıca; değer, müşterinin ürün veya hizmetin maliyetinden daha fazlasını ödemeye istekli olması halinde eklenmiş olmalıdır. Çoğu küresel firma açısından, değer ekleyen süreçler büyük önem taşımaktadır (Ballou, 1999).

Etkili lojistik yönetimi, zaman ve yer faydası ile tüketicilere ürün ve hizmetlerin etkin bir şekilde hareket etmesini sağlamaya çalışan firma pazarlama çalışmalarının başarısını yükseltmektedir. Lojistik faaliyetler çevresel faktörlerden etkilenmektedir ve müşteri memnuniyetini sağlama yönünde firmalara birçok fayda sağlamaktadır.

2.8 Dünyada Lojistik Sektörü

Lojistik ülkemizde olduğu gibi küresel dünyada da gittikçe daha fazla önem verilen bir konu olarak yerini almaktadır. Sektör olarak bakıldığında birbiriyle ilişkili bir çok alanı bünyesinde barındırmasından ve bir hizmet sektörü olmasından dolayı net istatistikî bilgiler elde edilememektedir. Küresel lojistik pazarının payına bakıldığında, ABD ve AB'nin büyüklük olarak dünya lojistik pazarının %50'sinden fazlasını oluşturduğu görülmektedir. Dünya ticareti incelenirken ABD ve AB'nin dünya ekonomisinin temel direği olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu iki bölgenin dünya ekonomisi içerisinde aldıkları pay bu oranla paralellik arz etmektedir. Asya'nın payı günümüzde daha düşük olmakla beraber, özellikle Çin'in dünya ticaretinde oynadığı rol her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple de yakın bir gelecekte Çin'in lojistik pazarından alacağı payın oranının da bir paralellik içerisinde artacağı öngörülebilir (İGEME Lojistik Sektör Raporu, 2001)

2.8.1 Amerika Birleşik Devletleri

ABD’de lojistik harcamalar GSMH’nın %10’una tekabül etmektedir. 1 trilyon dolar civarında olan bu pazarda, ABD ekonomisindeki durgunluğun da gelecekte giderilmesi halinde sektörün daha da büyüyeceği düşünülebilir. Harcamaların dağılımı içerisinde nakliye maliyetleri en yüksek kalemi oluşturmaktadır.(İGEME Lojistik Sektör Raporu, 2001)

Bunun en önemli nedenlerinden biri ABD’de mesafelerin Avrupa ile kıyaslandığında çok daha uzun olmasıdır. Bununla beraber, bu özellik uygulamalarda daha etkin olma yöntemlerini aramayı da beraberinde getirmektedir. Amerikalı lojistik firmalarının küreselleşme yarışında Avrupalı firmaların gerisinde kaldığı ifade edilmektedir. Bunun bir nedeni olarak, geçmişte Amerikan firmalarının Avrupa operasyonlarından bekledikleri karı elde edememeleri ve bugün Avrupa ile ilgili alınan yatırım kararlarında bunun etkisinin hissedilmesidir. Fakat Avrupalı firmaların birleşme ve satın alma aktiviteleri ile Amerika pazarına yoğun olarak girmeleri ve Amerikalı müşterilerin de beklentilerinin global olmaya başlaması ile birlikte Amerikalı lojistik firmalarının da diğer pazarlara açılmak durumunda kalacakları tahmin edilmektedir. Bununla bağlantılı olarak ele alınabilecek bir başka husus da Amerikan şirketlerinin Avrupalı şirketlerden farklı olarak lojistik operasyonların kendi içlerinde çözmeye çalışmalarıdır. Bu durum ABD’li şirketlerin tedarik zincirinin kontrolü üzerinde daha fazla inisiyatif sahibi olmalarına yol açmaktadır. (İGEME Lojistik Sektör Raporu, 2001)

2.8.2 Avrupa Birliği

Uluslararası ticaret hacminin ve bilgi akışının artması, pazarların liberalleşmesi ve yeni teknolojilerin sunduğu imkanlar Avrupalı nakliye ve lojistik firmalarını harekete geçmeye zorlamaktadır. Tüm Avrupa geneline hizmet verebilecek lojistik firmalarının ortaya çıkmasının ve Amerikalı büyük lojistik firmalarının Avrupa’ya açılmasının arkasında yatan temel nedenlerden biri Avrupa içinde ticaret yapmanın ve mal taşımanın yakın geçmişe göre hayli kolaylaşmasıdır. Yakın geçmişe kadar çok ülkeli Avrupa coğrafyası içinde farklı gümrük mevzuatları, yasal düzenlemeler, para birimleri gibi ticareti zorlaştıran unsurlar, Avrupa Topluluğu’nun kurulması ve ortak para birimine geçilmesi ile birlikte yavaş yavaş ortadan kalkmış ve Avrupalı müşteriye çok daha hızlı ve rahat ulaşabilmek mümkün hale gelmiştir. Avrupa lojistik sektörünün yeniden yapılanmasının arkasındaki temel

nedenlerinin, küreselleşme, müşteri beklentilerinin değişmesi, yeni teknolojiler ve liberalizasyon olduğu değerlendirmelerinde bulunmaktadır.(İGEME, Lojistik Sektör Raporu, 2001)

Küreselleşme ile birlikte üretim ve satış süreçleri küresel bir nitelik kazanmıştır. Ürünler; daha az miktarlarda, daha kısa teslim süreleri belirleyen siparişler etrafında dönmektedir. Bu eğilim içerisinde uluslararası ticaret döngüsü artmıştır. Üretim - tüketim merkezi arasındaki ilişki şirketleri dünyanın değişik noktalarında faaliyet göstermeye itmektedir. Artan ihtiyaçlar uluslararası lojistik sistemi içine adapte edilmektedir. Böylelikle de, müşterilerin artan beklentilerini karşılamak durumunda olan lojistik firmaları da uluslararası hizmet verme kapasitelerini geliştirmek zorunda kalmaktadır.

Avrupa Birliği'nin Ortak Pazar yapısına dönüşmesiyle beraber firmaların operasyon yapıları ulusal sınırları aşmaya başlamış ve tüm Avrupa müşterilerinin taleplerini karşılayabilecek tedarik zinciri yapılarına ihtiyaç duyulmaya başlamıştır. Kıta Avrupa'sı lojistik pazarındaki değişim hızı dramatik ölçüde artmıştır, çünkü artık müşteriler tüm Avrupa coğrafyasına erişebilecek, bütünleşmiş çözümler sunabilen firmalarla çalışmak istemektedir. Bugün için Avrupa lojistik pazarı, dil, ürün tercihleri, hukuki düzenlemeler ve şartlar gibi çeşitli ulusal farklılıklar tarafından yönlendirilmektedir (İGEME 2001). Avrupa'nın bu yapısı çeşitli zorlukları ve maliyet unsurlarını beraberinde getirdiği gibi, firmaların küreselleşmesine de zemin hazırlayan bir etken olmuştur. Çok uluslu, çok dilli, çok kültürlü ve değişik mevzuatın hâkim olduğu bir ortamda gerçekleştirilen uluslararası lojistik operasyonlar, bu firmaların tecrübeler kazanarak Avrupa içi faaliyetlerde uzmanlaşmalarının yanında uluslararası etkin lojistik sistemleri kurmalarına da zemin hazırlamıştır (İGEME, Lojistik Sektör Raporu, 2001).

2.9 Türkiye'de Lojistik Sektörü

Lojistiğin gelişmesi, ülkelerin lojistik olanak ve yeteneklerine bağlıdır. Ülke ve bölge bazında yapılan lojistik değerlendirmeler önemlidir, çünkü dünyanın bazı bölgeleri, başarılarında önemli paya sahip mükemmel lojistik olanaklara sahip iken diğer bölgeler, bu özelliklerden yoksundur. Lojistikte bölge değerlendirmesi, coğrafi, fiziksel ve kurumsal altyapıya göre yapılır. Bu tür değerlendirmeler lojistiğin gelişmesi için gerekli olan yatırım ve düzenlemelere ışık tutar. Türkiye coğrafyasının lojistik bakış açısıyla önemli üstünlükleri vardır. Ülkemiz

jeo-stratejik açıdan Asya ve Avrupa ile Karadeniz ve Akdeniz arasında köprü konumunda olup üç kıtanın kesişim noktasındadır. Bu bakış açısıyla Türkiye; Avrupa, Balkanlar, Karadeniz, Kafkaslar, Hazar, Orta Asya, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri için bir dağıtım ve toplama(aktarma) merkezi olabilecek özelliği ile uluslararası lojistik açısından çok uygun bir konumdadır. Ancak fiziksel ve kurumsal altyapı eksiklikleri vardır(Tanyaş, 2006).

Dünyadaki eğilimlerin Türkiye'yi de etkilemesi kaçınılmazdır. Küresel alanda ortaya çıkan gelişmeler Türk dış ticareti ve bununla ilişkili olarak da lojistik sektörü üzerinde etkilerini göstermektedir. Son birkaç yıldır lojistik sektöründe ciddi gelişmeler yaşanan Türkiye'de, coğrafi konumunun getirdiği avantajların bölgesinde lojistik üs olma yolunda tam anlamıyla kullanılamamasına rağmen bu yönde olumlu gelişmeler yaşanmaktadır. Ülkemizin coğrafi konumu itibariyle Türkiye lojistik sektörü, bulunduğu coğrafyadaki mevcut ve potansiyel pazarlara hem dağıtım yapabilecek hem de hizmet verebilecek durumda olan bir sektör olarak değerlendirilebilir. Diğer taraftan, bir çok alt sektörün birbirine bağlı olduğu böyle bir faaliyet alanının ülke ekonomisine yapacağı doğrudan ve dolaylı katkının da göz ardı edilemeyecek kadar yüksek bir değerde olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, hızlı ve etkin bir tedarik ve dağıtım ağının firmalarımıza sağlayacağı faydalar da yadsınamaz. Son yıllarda bunun farkına varıldığı ve lojistik sektörünün her geçen gün daha da geliştiği görülmektedir. Türkiye'nin çok ciddi bir potansiyele sahip olduğunu söylenebilir. Türkiye hammadde açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ayrıca, yüzölçümü açısından bakıldığında büyük, üç taraf denizlerle çevrili olan ve böylelikle limanlar yapılmasına imkân tanıyan elverişli bir yapı mevcuttur. İlaveten, yetişmiş insan kaynağının yansırı elleçlemeyi yapabilecek nispeten düşük maliyetli bir insan gücü de mevcuttur. Etrafımızdaki coğrafya başta olmak üzere lojistik hizmet veren bir altyapının kurulması var olan potansiyelin harekete geçirilmesine imkan tanımaktadır.

2.10 Tersinden (Reverse) Lojistik

Geleneksel olarak, lojistik iki süreçte ele alınmaktadır. Birinci süreç malzeme yönetimine ikincisi ise dağıtıma odaklanmıştır. Malzeme yönetimi hammadde edinmeden fabrikalardaki üretime kadarki tüm işlevleri kapsar. Dağıtım ise üretim tesislerinden müşterilere kadar olan hareketleri kapsar. Tersinden lojistik üçüncü bir süreç ekler. Tersinden lojistik, isminden anlaşılacağı gibi, son müşteriden satıcıya veya sunucuya geri gelen malların hareketi,

depolanması ve elleçlenmesi ile uğraşır.

Bu, iadeleri, defoluları, kapları veya kutuları ve paketleme malzemelerini içerir. Tersinden lojistik istenmeyen malzemelerin (kutular, şişeler v.b.) geri dönüştürülmesine ve iadelerin veya defoluların diğer mağazalara (fabrika satış mağazaları, indirimli ürün satış yerleri v.b.) yeniden dönmesine yardım ettiği için “çevreye duyarlı lojistik” olarak da bilinir. Bu, çöpleri sıkıştırma, taşıma ve depolama maliyetinden tasarruf etmeye yardımcı olur. Tersinden lojistiğin uygulama alanları çok fazladır. Ortalama bir perakendeci ve üretici mallarının %5–%10’nun geri döneceğini ummaktadır. Katalogdan veya çarşıdan alışveriş yapan müşteriler satın aldıkları malların %35’den fazlasını geri getirmektedir.

Ürünlerin göndericisinin, tüm paketleme malzemelerini alması gerekirse ne olur? Tersinden lojistik temel olarak bu soruyu cevaplayabilir. Farklı şirketler buna farklı tepkiler verebilirler. Bir seçenek ürünleri tek tek paketlemek yerine yığın olarak taşımaktır. Diğer olasılık iade edilebilir kaplar kullanmaktır. Bir diğer olasılık ise gidiş ve geliş akımlarını birleştirmektir. Tekrar tasarlanan paketleme ile ürünleri pazarın yakınında paketlemekte diğer bir seçenektir. En ideal çözüm ise muhtemelen yukarıdaki seçeneklerin tümünün bir kombinasyonudur. İade veya paketleme malzemeleri için ilave seçenekler satıcıya geri göndermek, onarım için servise göndermek, yardım kuruluşlarına vermek, yok etmek ve ya açık artırma yardımıyla onlardan kurtulmaktır.

Birçok şirket hala, malzeme yönetimi ve dağıtım ile ilgili maliyetlere odaklanarak, lojistik kararlarını iki süreçli olarak almaktadır. Üçüncü sürecin maliyetle ilgili kısmını da hesaba katmak gerekir. Bu maliyet satıcı seçimi, paketleme metotları ve üretim, elleçleme, depolama ve ulaştırma için alternatifler açısından bazı kararlara göre değişebilir. Otomobil endüstrisindeki vaka çalışmaları, iade edilebilir paketlemenin karlı bir tersinden lojistik stratejisi olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu stratejinin avantajsız mali yanının olabileceği konusunda da deliller vardır. Alman ve Hollanda endüstrileri üzerinde yapılan çalışmalar tersinden lojistik için ayrı bir altyapı gerektiğini ve bunun ulaştırma maliyetlerini önemli oranda artırdığını göstermektedir. İade edilebilir kapları kullanmanın çevresel anlamda olumlu etkileri vardır. İade edilebilir kabın maliyeti yaşam süresi maliyetine göre olmalı, tersinden lojistik maliyetine göre olmamalıdır. Bu maliyet kabın tüm seyahatini, fayda getiren seyahat sayısını ve iade edilebilir kapları desteklemek için altyapıyı içermelidir (Çakmak, 2007).

2.11 Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı, Üçüncü ve Dördüncü Parti Lojistik

2.11.1 Üçüncü ve Dördüncü Parti Lojistiğin Tanımı

Taşıma ve depolama gibi lojistik faaliyetlere ilişkin fonksiyonların dış hizmet sağlayıcılar tarafından sağlanması (outsorce) yeni bir yaklaşım değildir. Genellikle, dış kaynaklardan yararlanma basit olarak yap veya satın al kararı üzerinde temellenmekte olan, hizmet ihtiyaçlarının belirlenmesinden sonra firma tarafından en rasyonel kararın seçilmesidir. LODER'in tanımına göre üçüncü parti lojistik; tedarik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerin konusunda uzman olan lojistik şirketler tarafından yerine getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanımlama da ise; işletmelerin lojistik faaliyetlerinde dış kaynaklardan yararlanma (outsourcing) yoluyla yerine getirdikleri faaliyetler "Üçüncü Parti Lojistik (3PL)" olarak tanımlanmaktadır. 4PL ise; kendi kuruluşunun kaynak, kapasite ve teknolojilerini yönetip, bunu tamamlayıcı hizmet sağlayıcının kaynak, kapasite ve teknolojisi ile birleştirerek kapsamlı bir tedarik zinciri çözümü üreten bir tedarik zincir entegratörü olarak tanımlanabilir. Bir 4PL, müşterilere eksiksiz lojistik işlemler ve süreçler sağlamak üzere kendisinin ve 3. tarafın kaynak ve kapasitesini birleştirmektedir. Tanım içerisinde geçen "üçüncü" ve "dördüncü" ifadelerinin neyi ifade etmek için kullanıldığının daha iyi anlaşılabilmesi açısından birinci ve ikinci parti ifadelerinin açıklanması gerekmektedir. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- Birinci parti; üretici, toptancı, perakendeci veya gönderici
- İkinci parti; birinci partinin doğrudan müşterisi (tedarikçisi) olan işletme
- Üçüncü parti; lojistik araçlar, taşıma isleri organizatörü (freight forwarder), hizmet sağlayıcı, taşıyıcı, antrepo işletmecisi, vb
- Dördüncü parti; lojistik ürün ve bilgi akis süreçlerini koordine ve entegre eden işletme

Üçüncü parti lojistik işletmeleri, tedarik kaynaklarından materyal akışı (inbound-logistics) aşamasında, materyallerin üretim süreçlerine ve işletmeden alıcılara ulaştırılması aşamalarına kadar (outbound-logistics) üç alanda hizmet sunabilmektedir. Kontrol edilebilirlik düzeyi bakımından söz konusu faktörler işletme dışı faktörler ve işletme içi faktörler olarak ele alınmaktadır. İşletme içi faktörler örgütsel yapı, stratejik yönelme ve yönetsel davranışlar olarak belirlenirken, işletme dışı kontrol edilemeyen çevre faktörleri ise; yasal düzenlemeler ve standartlar, pazar ilişkileri ve yapısı, teknoloji, hizmeti varlığı/kalitesi ve maliyet olarak

belirlenmiştir.

2.11.1.1 Üçüncü ve Dördüncü Parti Lojistiğın İşletmeye Sağladığı Yararlar

İşletmelerin lojistik faaliyetlerinde, dış kaynaklardan yararlanmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenler; ana faaliyetlere odaklanma, finansman, maliyet, kalite, insan kaynakları, teknoloji vb. olarak gösterilebilmektedir. Temel amaç, işletmelerin rekabet gücünün artırılmasıdır. Bu çerçevede, dış kaynak kullanımının işletmelere sağladığı faydalar şu şekilde ifade edilebilir:

- İşletmelerin ana faaliyet konuları dışında kalan faaliyetleri, hizmet sağlayıcılara devrederek ana faaliyet konularına odaklanması ve kalite üzerine yoğunlaşılmasına yardımcı olması,
- İşletme bünyesinde geliştirilemeyen veya gerçekleştirilemeyen yeteneklere ve teknolojilere ulaşılma olanağı sağlaması,
- Örgütsel performansın artırılması,
- Organizasyon yapısında küçülme olması (downsizing),
- İşletmelerin büyümesine olanak sağlaması,
- Maliyetleri azaltarak etkinlik ve verimlilik sağlaması; eğitim maliyetlerinde düşme, envanter düzeylerinin düşürülmesi sonucu üretim faaliyetlerinin daha düşük maliyetle yerine getirilmesini sağlaması,
- Ürün döngü süresinde kısalma ve tedarikçinin ürün tasarımında yer alması durumunda daha düşük ürün geliştirme maliyetleri sağlaması,
- İşletmelerin kendi olanakları ile elde edemeyecekleri kaynak ve sistemleri elde etmesine yardımcı olması,
- Ek bir kaynak ayırmadan kapasiteyi arttırabilme,
- Sermaye bağımlılığının azaltılması,
- Pazardaki talep değişikliklerini karşılayabilme yeteneği sağlaması,
- Pazar fırsatlarının değerlendirilmesi ve pazarda oluşabilecek tehditlerin karşılanmasına yönelik strateji ve politikaların oluşturulabilmesi,
- Uzman hizmet sağlayıcıların kullanılması ile kalitenin tesis edilebilmesi,
- Taraflar arasında bütünleşme sağlanması,

- Bilgi, para, hammadde gibi materyallerle ilgili bilgilerin etkin, hızlı, güvenilir ve maliyetli bir şekilde paylaşılmasını sağlanması,

Yukarıda da gösterildiği gibi 3PL ve 4PL'nin işletmelere sağladığı yararlar çok fazladır. Özellikle bu faydalar örgütsel performansın yükseltilmesinde, işletmenin rekabet gücünün artırılmasında ve yeniden yapılandırılmasında büyük önem taşımaktadır.

3. LOJİSTİKTE TAŞIMA VE DAĞITIM ŞEKİLLERİ

3.1 Taşıma Kavramı

Taşıma basit anlamıyla bir varlığın bir yerden bir yere nakledilmesidir. Daha geniş anlamda ise müşteri ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla, üretilen malların hedeflere istenilen zamanda ulaştırılmasıdır.

Taşıma sistemi içerisinde yer alan karayolları, demiryolları ile kıtalar arası hava ve deniz koridorları somut ve görünür ulaştırma ağlarını ifade etmektedir. İki nokta arasında alternatif yollar ise rota/güzergah olarak karşımıza çıkmaktadır. Taşıma sisteminde bir ulaşım ağı içinde birçok yol ve rotanın kesiştiği noktalar ve merkezler bulunmaktadır. Taşıma terminalleri olarak adlandırılan bu merkezlerde taşımacılık hizmetleri (yükleme, indirme-boşaltma, elleçleme, depolama vb.) ve aktarma işlemleri yapılmaktadır.

Taşıma sistemleri; ulaştırma ağları (karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu, nehir yolu ve boru hattı) uluslararası ve yerel düzenlemeler, lojistik hizmeti sağlayanlar ve bu hizmetlerden yararlananlar ile bilgi ve iletişim teknolojileri ile çevrelenmektedir (Aktaş, 2004) .

Bu sistemler taşıma operatörleri, iç ve dış müşteriler, ekonomik ve sosyal faktörler ile devletin ortaya koyduğu yasal çerçeve ile sürekli iletişim halindedir. Bir başka deyişle taşımacılık sektöründe arz ve talebin etkileşiminde;

- Ulusal ve uluslararası ekonomi
- Taşıma lojistik ihtiyaçları
- Lojistik hizmeti üreten ve alan işletme sayısı
- Terminaller, gümrükler, sınırlar ve ara geçiş noktaları
- Araç-gereç ve teknolojik seviye
- Güzergahlar ve/veya alternatif yollar

Ayrıca Gelişmiş ülkelerde, geleneksel yatırım ağırlıklı ulaşım politikaları yerini yolculuk talebinin yönlendirilmesine dönük yaklaşımlara bırakmıştır. Bu yaklaşımlar, kent içi yolculuklarda özel araç kullanımının sınırlandırılarak toplu taşıma ve ara-toplu taşıma sistemlerinin desteklenmesine, bisiklet ve yaya yolculuklarının özendirilmesine ağırlık vermektedir (Ulaştırma ve Turizm Paneli, 2003).

3.2 Taşımacılığın Lojistikteki Yeri

Lojistik faaliyetler içerisinde en önemlilerinden bir tanesini ulaştırma faaliyeti oluşturmaktadır.

Günümüzde yerel ve uluslararası dağıtım için farklı düşünen zihniyetin değişmeye başladığı söylenebilir. Birçok işletme ayakta durabilmek için veya daha karlı olabilmek için duruma küresel bakış açısıyla bakmaya başlamışlardır. Bu bağlamda da her geçen gün daha fazla işletme için uluslararası lojistik, fiziki dağıtım işleminin daha da önem kazanan bir fonksiyonu olmaktadır. Sınırı aşan ve yerel pazara göre daha uzun mesafelere ulaşılabilmenin gerekliliğinin yanında, daha karmaşık bir yapıya sahip olan uluslararası dağıtım operasyonlarını da başarıyla gerçekleştirebilme ihtiyacı önemini arttırmaktadır. Uluslararası lojistik bir sistem içerisinde gerçekleşmektedir. Nakliye vasıtalarından taşıma acentelerine, bankalardan tüccarlara kadar geniş bir yelpaze içerisinde uluslararası alanda mal ve hizmetlere ilişkin işlemlerin, ticaretin ve hareketin kolaylaştırılmasına yönelik bir sistemdir (Wood, Barone & ... s.1) . Bu uluslararası operasyonların dayandığı temel direk de taşımadır.

Dünya üzerindeki gelişmiş/sanayileşmiş veya gelişen / sanayileşen bir ülkede etkin bir ulaştırma sisteminin olmaması düşünülemez. Klasik olarak, mali şartlar ve zaman şartları göz önünde tutularak ürünlerin üretim noktasından tüketim noktasına kadar en az zorlukla ulaştırılacağı varsayılır.

Lojistik, daha önceki bölümlerde de ifade edildiği üzere, hammaddeler, yedek parçalar, arzlar ve nihai ürünler olarak ürünlerin çıkış noktasından tüketim noktasına hareketini kapsamaktadır. Bir noktada üretilen bir ürün, herhangi bir müşteri için tüketim noktasına ulaştırılmadığı sürece çok az bir değere sahiptir. Taşıma, söz konusu hareketin gerçekleşmesini sağlar. (İGEME, Lojistik Sektör Raporu, 2005)

Mesafeler arası hareket değer oluşturmaktadır. Zaman kazanımı genel olarak ürünün ihtiyaç duyulana kadar depolanması ile oluşturulmaktadır. Taşıma, depolama sonrasında zaman kazanımına etki eden bir faktördür. Bir faktör olarak taşıma, bir ürünün bir noktadan başka bir noktaya hangi hızla (taşıma zamanı) ve devamlılıkla (hizmetin sürekliliği) hareket edeceğinin belirleyicisidir diyebiliriz. Malların istenilen yerde ve istenilen zamanda bulunması günümüz ticari hayatının bir gerekliliğidir. Malların istenilen yerde ve istenilen zamanda bulunmaması durumunda belki de daha pahalıya mal olacak kaybedilen

satışlar, müşteri tatminsizliği vs. gibi yansımaları olabilecektir.

Diğer taraftan, malların küresel ortamdaki hareketi uluslararası ticaretin bel kemiğini oluşturmaktadır ve ekonomik büyümenin kritik bir unsurudur. Malların dolaşım uluslararası alanda talep edilen yerlere, işletmelere teslim edilmesini sağlayan mekanizma manasına gelmektedir. Bir önceki bölümde, uluslararası ticaretin yönüne ilişkin değerlendirmeleri yaparken lojistik faaliyet içerisindeki en önemli unsur olan ulaştırmaya ve bu konuda sağlam bir stratejinin geliştirilmesine olan ihtiyaca ilişkin vurguda bulunuldu. Nakliye uluslararası piyasalarda marka hariç katma değeri yüksek olsun ya da olmasın ürünlerin rekabet edebilirliğine etki eden masraf maliyetlerinin en önemli birimini teşkil etmekte olmasının yanında, malın uygun zamanda ve istenilen yerde en uygun biçimde teslim edilebilmesinin de aracısı olmaktadır. Aynı zamanda, malların uluslararası pazarlara ulaştırılabilmesi için vasıtalar arası kombinasyonu sağlayabilecek uygun bir altyapının gerekliliği bu işlemi gerçekleştirecek olan araçlar kadar önemlidir (İGEME, Lojistik Sektör Raporu, 2001).

3.3 Lojistikte Taşımanın Önemi

Ulaştırma sistemi maliyetinin, işletmelerdeki toplam lojistik maliyetler içindeki oranı çok yüksektir. Ulaştırma maliyetlerinin toplam lojistik maliyetleri içindeki oranının yüksek olması nedeniyle taşıma araç gereç ve personelinin optimum etkinlik ve maliyetle kullanılması sorunu lojistik yönetimde en önemli sorun olarak ön plana çıkmaktadır.

Uluslararası piyasalarda yaşanan yoğun rekabet, bu piyasalarda pazar payını muhafaza ve artırmada, düşük maliyetle girdi teminini, ayrıca üretilen malların yine uluslararası piyasalara rekabet edebilir fiyatlarla zamanında arzını gerekli kılmaktadır.

1990'lı yıllarda küreselleşmenin artmasıyla birlikte, işletmeler daha fazla ithalat ve ihracat yapmaya başlamışlardır. Böylelikle taşıma, işletmeler için hem maliyet açısından hem de zamanında pazarda yer alma isteğinden dolayı önemli bir faktör haline gelmiştir. Bu sebeplerden dolayı işletmeler rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için ulaştırmaya önem vermişlerdir. Fakat mesafelerin uzunluğu ve zamanın önemli bir rekabet unsuru olması çeşitli ulaşım sistemlerini bütünleşmiş ederek hareket etmelerini gerektirmiştir.

Küresel düzeyde rekabet, şirketleri ürünlerini daha iyi yapmaya, daha hızlı hazırlamaya ve

daha çabuk teslim etmeye doğru zorlamakta ve ayrıca, uluslar arası piyasalarda Pazar payını muhafaza etme ve artırmada, düşük maliyetle girdi teminini, ayrıca üretilen malların yine uluslar arası piyasalara rekabet edebilir fiyatlarla, gecikmeden zamanında arzını gerekli kılmaktadır. Ancak ülke sınırları içerisindeki işlemler ile tedarik zinciri sürecinin karmaşıklığı bütün bunların yapılmasını güçleştirmektedir. Bu değişiklik; sürekli olarak yeni pazarlar, yeni ürünler, yeni önlemler yeni fabrika ve tesisler, yeni tehditler ve olanaklara eşlik etmektedir. Burada önemli olan şirketlerin bu güç alanlarda piyasa payını ve karlılığı nasıl arttıracaklarıdır.

Günümüzde üretim maliyetleri yaklaşık değerler arz etmektedir. Üretim maliyetlerinin yaklaşık olduğu bir ortamda rekabet edebilir olabilmek için, lojistik kullanılabilecek en iyi araçtır. Lojistik faaliyetler üzerinde yapılacak oynamalarla rakiplerin bir adım önünde olmak mümkün olabilmektedir. Böyle bir rekabet ortamında pazar payının ve karın artırılabilmesinin ve muhafazasının en önemli ayağı, düşük maliyetle girdi teminini ve malların rekabet edebilir fiyatlarla ve zamanında piyasaya sunulmasını sağlayan lojistik faaliyetlerdir. Diğer bir değişle verilen lojistik hizmetin kalitesi uluslar arası pazarlarda rekabet edebilmenin önemli bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun için de bilgi, yeniliklerin takip edilebilmesi ve esneklik en önemli ölçütler olarak karşımıza çıkmaktadır (İGEME, Lojistik Sektör Raporu, 2001).

3.4 Taşımacılık Şekilleri

Ulaştırma, “bir yarar sağlamak üzere ekonomik, hızlı ve güvenli olarak kişi veya eşyanın yerlerinin değiştirilmesi” olarak tanımlanabilmektedir.

Ulaştırma türü seçiminde birbiriyle yakından bağlantılı bazı faktörler önem kazanmaktadır.

Bunlar;

- Maliyet
- Hız
- Kalite
- Verimlilik ve esneklik
- Güvenlik
- Konfor

- Çevrenin korunması
- Kullanılan enerji miktarının minimum olması
- İlk tesis ve bakım onarım kolaylığı

gibi faktörlerdir (Tokol, 1998) .

Yolcu ve yük taşımacılığında ekonomi, hız, güvenlik ve konfor her ulaşım türünde aranması gereken özelliklerdir. Bunların yanı sıra çevreyi en az kirletmesi, ülkede mevcut enerji kaynaklarını kullanması ve bu sırada yolcu-km veya ton-km başına tükettiği enerjinin minimum olması, ilk tesis ve bakım / onarım kolaylığı, ulaştırma türlerinin tercihinde göz önünde tutulması gereken diğer temel unsurlardır (Ulaştırma ve Turizm Paneli, 2003).

Ulaştırma sistemlerinin birbirlerine karşı avantajlarının birbirlerini bütünleyecek şekilde değerlendirilmesi ile oluşturulan “kombine taşımacılık” önemli bir seçenek olarak düşünülmektedir. Ulaştırma faaliyetinin yerine getirilmesinde farklı ulaştırma sistemlerinden yararlanabilmektedir. Bu sistemler, karayolu taşımacılığı, havayolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığıdır.

3.4.1 Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığının en önemli özelliği esnekliğe sahip olmasıdır. Dünya yol istatistikleri göz önüne alındığında, diğer taşıma sistemleri çok gelişmiş olan ülkeler de dâhil olmak üzere birçok yerde yük ve yolcu taşımacılığında karayoluna olan talebin sürekli artan bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Karayolu taşımacılığı, üretim yerinden tüketim yerine aktarmasız ve hızlı taşıma yapılmasına uygunluğu nedeniyle, diğer taşıma türlerine göre daha fazla tercih edilen bir ulaştırma sistemi durumundadır. Ekonomik kalkınmada ve toplumsal refahın gelişmesinde büyük önemi olan karayolu taşımacılığı, kendi bünyesi içinde başlı başına ekonomik bir faaliyet olduğu gibi, diğer bütün sektörlerle yakın ilişkisi olduğu için bu sektörleri olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilen bir hizmet türü konumundadır.

Karayolu taşıma sistemleri, teknoloji, ağlar, uluslararası ve yerel kurallar ve düzenlemeler, bilgi ve iletişim, lojistik ve hizmet anlayış ve uygulamalarından meydana gelmektedir. Bu sistemler, taşıma operatörleri, iç ve dış müşteriler, ekonomik ve sosyal faktörler ile devletin ortaya koyduğu yasal çerçeve ile sürekli etkileşim halindedir.

Karayolu taşımacılık sektöründe arz ve talebin etkileşiminde destek hizmetler, taşımaya olan

talep, güzergâh ve alternatif yollar, terminaller, gümrükler, sınırlar, ara geçiş noktaları, araçlar, işletmelerin sayısı, kurallar ve düzenlemeler etkin rol oynamaktadır. Buna göre taşıma sistemleri özellikle teknoloji, iletişim, ekonomi gibi dışsal faktörlerden yoğun olarak etkilenmektedir.

Karayolu yük taşımacılığı, ücret karşılığında yükün bir yerden diğer bir yere taşınmasını karayolu ile sağlayan ve taşımacı ile gönderici arasında bir sözleşme yapılmasını gerektiren bir taşıma şekli olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre karayolu taşımacılığının unsurları, taşınacak yükün olması, yük taşıma isinin ücret karşılığı üstlenilmesi ve taşıma türü olarak karayolunun belirlenmesidir. (Çancı ve Erdal, 2003)

3.4.1.1 Karayolu Taşımacılığının Diğer Taşıma Şekillerine Göre Avantajları

Karayolu taşımacılığı diğer taşıma şekilleri ile karşılaştırıldığında bir takım üstünlüklere sahip olduğu görülmektedir (Çancı ve Erdal, 2003) :

- Kapıdan kapıya aktarmasız taşıma ve yükün yükleme ve boşaltma yerleri dışında elleçlenmemesi ile yükün yıpranmasını en aza indirmektedir. Diğer taşıma türlerinde, örneğin yükün limana veya demiryolu istasyonuna ulaşımına kadar bir yükleme boşaltma, ana taşıma aracına yükleme, varış yeri limanı veya istasyonunda benzer elleçlemenin yapılması yükün daha fazla yıpranmasına sebep olmaktadır.
- Müşterinin istediği ve karayolunun olduğu her noktaya taşıma seçeneği vermektedir. Karayolu araçlarının taşıma kapasitelerinin deniz, demiryolu araçlarına göre daha küçük olması nedeniyle, taşımacılık sektöründe daha esnek hareket imkanı sağlamaktadır.
- Türkiye gibi karayoluyla uluslararası yük taşımacılığında kullanılacak taşıt sayısının talebe göre daha fazla olduğu ülkelerde, rekabet üst seviyelere ulaşmakta ve böylelikle müşteri lehine düşük nakliye fiyatlarının oluşmasına neden olmaktadır.
- Karayolu taşımacılığı diğer türlere göre daha az yatırım maliyeti gerektirmektedir. Karayollarının inşası kademeli olarak yapılabilmektedir. Yol alt yapısının oluşturulması ile kaplama tamamlanana kadar, gerektiğinde yol hizmete açılabilir. Her tür araziye uygulanabilirliği, ulaşım ağı oluşturulmasında sınırsızlık özelliği kazandırmaktadır.
- Karayolu ile daha düzenli ve sık sefer imkanı bulunmaktadır.

- Ambalajlama ve sevkiyata hazırlamada zaman ve kaynaklardan tasarruf olanağı sağlamaktadır.
- Karayolu taşımacılığı, göndericiye ayrıca su imkanları sağlayabilir:
- Kısa sürede teslim edilmesi gereken yükler için süratli sevkiyat yapılabilmesine yönelik proje tabanlı çözüm yolları ortaya çıkarılabilir.
- Gelişmiş karayolu ağlarının getirdiği hızlı ve güvenli hizmet alma imkânları yaratılabilir.
- Taşıma ve lojistik şirketleriyle birebir ilişki içinde çalışma olanağının bulunması sayesinde sevk edilecek yüke özel muamele yapılması sağlanabilir.
- Karayolu taşımacılık hizmetleri ile bağlantılı diğer lojistik süreçlerle zenginleştirilerek hizmette çeşitlilik oluşturulabilir.
- Tahmin edilebilen maliyetlerin kolay hesaplanması ile tasarruf sağlanabilir.

3.4.1.2 Karayolu Taşımacılığının Diğer Taşıma Şekillerine Göre Dezavantajları

- Numune veya benzeri nitelikte taşınacak yükün düşük miktarda olması halinde bu yükün bir araç içinde sevk yerlerine ayrı ayrı ulaştırılması gerekmektedir. Parsiyel malların toplanması, dağıtımı, zaman ve maliyet yönünden olumsuzluk yaratmaktadır. Havayolu parsiyel taşımalarda zaman ve maliyet yönünden karayoluna göre daha tercih edilebilir bir taşıma türüdür.
- Ağır ve yüksek hacimli yüklerin karayolu ulaştırma mevzuatına uyumlu olmaması, taşınmalarını çoğunlukla imkansız hale getirmektedir. Bu tür yüklerin demiryolu veya denizyoluyla taşınması daha uygun olmaktadır.
- Karayolu ile ulaşım petrole bağımlı bir ulaşım sistemidir ve gaz emisyonları ve gürültü kirliliğine sebep vermesinden dolayı çevreye olumsuz etkileri vardır.
- Ulaşım sistemleri arasında, kaza oranı en yüksek olan dolayısıyla güvenliği en az olan sistemdir (Çancı ve Erdal, 2003).

3.4.2 Havayolu Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığı, kısa sürede çok hızlı teknolojik ve yapısal değişiklikler gösteren bir sektördür. Bir yandan yüksek kapasiteli, yakıt tasarrufu sağlayan, düşük gürültü ve sürüm seviyelerine sahip uçakların geliştirilmesinin; havayolu şirketlerinin faaliyetleri, yönetimi,

hizmet kalitesi ve kapsamı üzerinde büyük ölçüde etkisi olurken diğer yandan liberalleşme, özelleştirme, sektörün daha ticari bir yapıya dönüştürülmesi ve işbirliklerinin oluşması sektörün yapısını değiştirmiş ve sektörü tüketicilerin hâkim olduğu bir pazara dönüştürmüştür. Bu yapısal değişiklikler arasında özelleştirme, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede büyük ölçüde uygulanmaktadır. Özelleştirme amaçları ülkeden ülkeye farklılık gösterse de bu işlem verimliliği ve hizmet kalitesini arttırmaya ve hükümet sübvansiyonlarını azaltmaya yönelik olarak yapılmaktadır. 1978 yılında A.B.D’de gerçekleştirilen liberalleşme hareketi Avrupa’yı da etkilemiş ve yeni bir sürece girilmiştir. Sivil havacılık sektöründe, Avrupa Birliği’ne üye ülkeler arasında tek pazar uygulamasına geçilmiştir. Doğu Avrupa’da öncelik ekonominin tekrar yapılanmasında olduğu için özelleştirme sürecine henüz başlanamamıştır. Avrupa’da liberalleşme hareketinden sonra görülen en önemli gelişme, düşük maliyetle taşıma olanağı sunan havayolu şirketlerinin ortaya çıkmasıdır. Hükümetler, artan rekabet ortamında daha etkin ve verimli çalışabilmeleri için havayolu taşıyıcılarının özelleştirilmesini desteklemektedirler.

1980’li yıllardan başlayıp 1990’ların sonlarına kadar Asya-Pasifik bölgesinde kişi başına düşen gelirin artması, bölgeler arası ticaretin gelişmesi, orta gelir grubundan kişilerin de seyahat etmelerine imkân tanımıştır. Bunun sonucu olarak, hava taşımacılığına olan talepte büyüme oranı yıllık %10'lara ulaşmıştır. Gelecekte, Asya/Pasifik bölgesinin dünya taşımacılık sektöründeki gelişmede de lider olacağı öngörülmektedir. (DPT Raporu, 2001).

3.4.2.1 Havayolu Taşımacılığının Diğer Taşıma Şekillerine Göre Avantajları

- Çabuk bozulabilir kargonun en uzun mesafelere dahi kısa sürede taşınmasını sağlar.
- Güncelliklerini korudukları sürece bir ticari değere sahip oldukları kabul edilen ve satışları mümkün olan kargoların (gazete, dergi, vb) tam zamanında ulaştırılmasını sağlar.
- Değerli kargoların güvenle taşınmasına imkan verir.
- Kısa sürede ulaşmadıkları takdirde işletmeler açısından ağır ekonomik kayba yol açacak acil kargo için en hızlı seçenektir.
- Havayolu taşımacılığında sarsıntı veya çarpma gibi nedenlerle oluşabilecek hasarın en az seviyede bulunmasından dolayı, ölçüm ekipmanları, elektronik ve optik cihazlar gibi çok hassas kargoların taşınmasında güvenli koruma sağlar.

- Özellikle havaalanının büyük ekonomik merkezlerin yakınında bulunması durumunda taşıma öncesi ve sonrası akış maliyetleri azalmaktadır (Çancı ve Erdal, 2003).

Havayolu ile taşımacılık, değerli ürünlerin, küçük boyutlarda ve paketlenmiş biçimde taşınması için çok uygun bir taşıma şeklidir. Maliyeti diğer ulaştırma sistemlerine göre daha yüksektir. Ancak, sağladığı hız avantajı ile depolama maliyetlerini azaltıcı etki yapan bir sistem olarak algılanmaktadır.

3.4.3 Demiryolu Taşımacılığı

Tüm dünyada, karayolunun yoğun olarak mevcut taşımacılık sistemi; neden olduğu kirlenme, trafik kazaları ve trafik tıkanıklığı ile ekonomik ve sosyal hayatın daha iyi şartlarda yaşanmasına engel olmaktadır. Avrupa ve Asya'nın birçok ülkesinde bu durumu değiştirmek için demiryollarına özel önem verilmiştir. İlk olarak 1960'lı yıllarda Japonya'da kullanılmaya başlanan ileri teknoloji ürünü yüksek hız trenleri 1980'lerden itibaren tüm Avrupa'da yaygınlaşmıştır. Yüksek hız trenlerinin hizmet verdiği ülkelerde 200–600 kilometre arasındaki mesafelerde demiryolu ile ulaşım havayolu ulaşımına tercih edilmektedir.

Demiryolu taşımacılığının temel altyapı bileşenleri, raylı sistemler ve donanım ürünleri (elektrik tesisatı ve sinyalizasyon vb.), lokomotif ve vagonlar, aktarma istasyonları ve terminallerdir. Demiryolu taşımacılığında devlet tarafından yapılmakta olan bu altyapı yatırımları son derece maliyetlidir. Demiryolu başlangıç yatırımlarının devlet tarafından sağlanmasından sonra işletim maliyetleri ise son derece ekonomik olmaktadır. Ayrıca demiryolu yük taşımacılığı, uzun mesafeler arasında gerçekleştirilebilen güvenli ve çevre dostu bir taşımacılık türüdür.

Demiryolu yük taşımacılığı, son dönemde köklü bir değişime uğramış olup ağırlıklı olarak diğer taşıma türleriyle bütünleşmesinin sağlandığı bir sistem haline dönüştürülmüştür. Özellikle hızlı trenler, yeni vagon tipleri ve entegre teknolojilerle birlikte diğer taşımacılık türlerine alternatif olarak sunulmaktadır.

Dünyada demiryoluna olan talebin artmasında, hatların üretim ve tüketim merkezleri ile birlikte kombine taşımacılık operasyonlarına elverişli hale gelmesi temel rol oynamaktadır. Uluslararası yasal düzenlemelerdeki basitleştirme ve uyum çalışmaları ile çevre güvenliğine yönelik ortak mutabakatlar, bu alana olan talebi artırmaktadır (Şerbetçi, 1998).

3.4.3.1 Demiryolu Taşımacılığının Diğer Taşıma Şekillerine Göre Avantajları

- Enerji tüketimi açısından diğer ulaşım sistemlerine göre daha avantajlıdır.
- Büyük miktarda yük ve yolcu taşınması ile birim başına yakıt tüketiminin az olması çevreye daha az zarar vermesini sağlamaktadır.
- Demiryolu taşımacılığı, kazaların az olması sebebiyle emniyetlidir. Küçük çekiş gücü ile emniyetli yüksek hızlara ulaşabilmektedir.
- Karayolu trafik yükünü hafifletir.
- Genelde diğer sistemlerin aksine uzun dönem sabit fiyat garantisi vardır.
- Uluslararası geçişlerde karayolu geçiş sınırlamaları bulunurken, transit ülkelerin tercih ettiği bir sistem olmasından dolayı geçiş üstünlüğü verilmektedir.
- Transit süreleri karayoluna göre biraz daha fazla olmasına rağmen, sefer süreleri sabittir.
- Ağır tonajlı ve büyük boyutlu yükler için uygun taşıma türüdür. Büyük miktarda yük ve yolcu taşımacılığı yapılabilir. (Çancı ve Erdal, 2003).

Taşıma şekilleri arasında en pahalı olan ise havayolu taşımacılığıdır. Bu taşımacılık şekli, malların ucuz olarak dış piyasalara nakli amaçlandığında ağırlık verilecek taşıma şekli olmaktan çıkmaktadır. Genelde hacim olarak küçük, değer olarak büyük mallar ile uzun mesafelere kısa zamanda nakledilmesi gereken mallar için en önemli taşıma aracı olmaktadır ve bu bağlamda da aciliyet arz eden durumlarda vazgeçilemez bir taşıma şeklidir.

3.4.3.2 Demiryolu Taşımacılığının Diğer Taşıma Şekillerine Göre Dezavantajları

- Çoğu durak yerlerinde büyük ve konforlu istasyonların yapılması gerekmektedir.
- Yol ve tesislerin yapımı, araçların temini ve/veya imali özel teşebbüsün kolaylıkla karşılayamayacağı büyük sermaye gerektirmektedir.
- Transit süreleri bazı teslim bölgelerinde karayolu ve denizyoluna göre daha uzun zaman alabilmektedir.
- Kapıdan kapıya teslimatlarda, Avrupa'da çoğu yerlerde fabrika içine kadar ray bağlantısı olmasına rağmen, Türkiye'de bu imkan yok denecek kadar az durumdadır (Ereğli Demir Çelik, BSH Profilo Çerkezköy, İzmit Seka vb. Hariç). Bu sebeple çoğu yerde tren en yakın istasyona kadar gelmekte ve adrese için ayrıca kamyon aktarmasına gerek duyulmaktadır (Şerbetçi,1998).

3.4.4 Denizyolu Taşımacılığı

Tarihsel süreç içerisinde, limandan limana deniz taşımacılığı, günümüzde lojistiğin olmazsa olmaz parçalarından biri durumuna gelmiştir. Dünya ticaretinin büyümesine paralel olarak denizyolu ürün taşımacılığı da hızla gelişmekte, her geçen gün yeni boyutlar kazanmaktadır. Denizyolu ile taşımacılığın temel eğilimleri, taşıma araç ve kapasitelerinin artması, terminal ve liman işletme anlayışının değişmesi, lojistik hizmetlerdeki çeşitlilik ve profesyonelliğin yaygınlaşması, iletişim teknolojilerinin kullanımı ve diğer taşımacılık türleriyle bütünleşmesi gelmektedir (Çancı ve Erdal, 2003).

Denizyolu taşımacılığı dünya taşımacılık sistemi içerisinde en büyük paya sahip olan (yaklaşık olarak %95) taşımacılık sistemidir (Acar, 2004). Günümüzde hızla gelişen teknolojilere paralel olarak deniz ve denizcilik, yük ve yolcu taşımacılığı basta olmak üzere, gemi inşa sanayi, liman hizmetleri, deniz turizmi ve doğal kaynakların üretimi ile önemli bir ticaret ve hizmet dalıdır. Denizyolu ulaştırmasının faaliyet alanı uluslararası bir özellik taşımaktadır. Uluslararası siyasi, ekonomik gelişmeler ve koşullar deniz ulaştırmasının kural ve yöntemlerini belirlemektedir. Bugün dünya ticaretinin yaklaşık %80'i, ülkemizin ithalat ve ihracat taşımalarının ise yaklaşık %90'luk bölümü deniz yoluyla yapılmaktadır. Denizyolu taşımacılığının diğer taşıma türlerine göre avantajları daha fazladır. Denizyolu taşımacılığı; demiryolu taşımacılığına oranla 3,5 kat, karayolu taşımacılığına oranla 7 kat daha ucuzdur. Bu taşımacılık türünün diğer bir avantajı ise, özellikle sanayi hammaddesini oluşturan çok büyük miktarlardaki yüklerin bir defada bir yerden diğer bir yere taşınması olanağını sağlamasıdır.

20. yüzyılın son çeyreğinde dünyadaki politik ve teknolojik gelişmeler dünya deniz ticaretini de etkilemiş ve denizcilik sektörünü yapısal değişimlere zorlamıştır.

Denizyolu yük taşımacılığı bileşenleri, taşıma araçları ve gemiler, terminal ve limanlar ve taşınacak yüklerdir. Bu bileşenlerden en önemlisi olan gemiler, bağımsız kendi basına yer değiştirebilen büyük boyutlu ve belirlenen amaçlara uygun olarak kullanılan denizyolu aracıdır. Ticaret gemilerinin, yükleme boşaltma donanımı, ambar yapısı ve motor aksamı taşıyacağı yükün özelliklerine göre tasarlanır. Ticaret gemiler, taşıma üniteleriyle yük taşıyanlar (konteynır ve ro-ro gemileri) ve dökme yük gemileri (genel kargo, tanker, dökme yük ve sıvı ve gaz halindeki yükler) olarak iki gruba ayrılır.

Liman ve konteynır terminalleri ile depolar çok çeşitli tip ve büyüklükte olabilmektedir. Bu

çeşitlilik, kapasite ve işlevsellikten kaynaklanmaktadır. Transit geçiş noktaları, yüklerin bir arada toplanması, bos konteynır depo alanları gibi farklı operasyonların etkin, verimli ve düzen içerisinde gerçekleştirilebilmesi açısından liman ve terminaller büyük önem taşımaktadır. Limanlar gemilerin, yük ve yolcu indirip bindirme, yükleme boşaltma, bağlamaya elverişli, yeterli su derinliğine sahip, teknik ve sosyal altyapı tesisleri, yönetim, destek, bakım onarım ve depolama birimleri bulunan doğal ve suni olarak rüzgar ve deniz etkilerinden korunmuş taşıma türleri arasında dönüşüm noktaları olan kıyı yapılarıdır (Çancı ve Erdal, 2003).

Limanlarla gerçekleştirilen denizyolu ulaştırmasında zaman, miktar, maliyet ve güvenlik unsurları büyük önem taşımaktadır. Günümüz rekabet koşullarında hizmetlerdeki verimlilik ve kalitenin yükseltilmesi, limanların uluslararası standartlara getirilmesiyle mümkün olabilecektir. UNCTAD'ın 1997 raporundan alınan tahminleme verilerine göre, dünya deniz ticaretine konu olan yük miktarının her yıl yüzde 3,9 artarak, 10 yıl içerisinde 5,67 milyar tona ulaşacağı varsayılmaktadır. Kuru yük talebinin her yıl yüzde 4,9 artarak, dönem sonunda 1,95 milyar tona çıkması, petrol tankeri yük talebinin ise aynı dönemde her yıl %1,6 artarak, 2,08 milyar tona ulaşması beklenmektedir.

konteynır ve diğer genel yüklerin yıllık yüzde 6,6 büyüme oranıyla 1,6 milyar tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (DPT Raporu, 2001).

En ucuz taşıma şeklidir. Bugün dünya ticaretinin yaklaşık %80'i deniz yolu ile yapılmaktadır. Denizyolu taşımacılığının diğer taşıma türlerine göre avantajları fazladır; demiryolu taşımacılığına oranla 3.5 kat, karayolu taşımacılığına oranla 7 kat ucuzdur. Bir diğer avantajı ise, özellikle sanayi hammaddesini oluşturan büyük miktarlardaki yüklerin, bir noktadan diğer bir noktaya bir defada taşınabilmesi imkanını sağlamasıdır (Ulaştırma ve Turizm Paneli, 2003).

Bu taşıma şekli, kombine taşımacılıkta önemli bir yer tutmaktadır. Denizyolu taşımacılığında, limanlar ve liman işletmeciliği ile buldukları yerlerin stratejik konumları büyük öneme sahiptir. Limanlar yükleri toplama ve dağıtma özelliğine haiz olup, denizyolu taşımacılığının başlangıç ve bitiş noktalarıdır. Malların gönderilmesinde en yavaş nakliye yöntemi olmakla birlikte, büyük hacimli malların taşınması için en uygun yöntemdir. Dünya ticaretinin büyük bir bölümü bu taşıma şekli ile gerçekleştirilmektedir.

3.4.5 Boru Hattı Taşımacılığı

Bu taşıma şekli petrol, doğal gaz ve su gibi ürünlerin taşınması için kullanılır. Gerek kara, gerekse deniz taşımacılığına göre yatırım maliyeti daha yüksek olan boru hattı taşımacılığı, diğer taşıma şekillerinden daha süratli, daha ekonomik ve daha emniyetli olup, yapılan yatırımları da kısa sürede karşılamaktadır. 19. yüzyıl sonlarında küçük çaplı ve kısa mesafeli hatlar ile başlayan petrol ve doğal gaz taşımacılığı, artan tüketime, talebe ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, günümüzde daha yüksek basınçlarda, daha büyük çaplı borularla ve daha uzun mesafelerde yapılmaktadır (Ulaştırma ve Turizm Paneli, 2003).

Ülkemiz açısından bakıldığında Hazar Havzası'nda üretilecek olan petrol ve doğal gazın Bakü-Tiflis-Ceyhan Boru Hattı ile ülkemiz üzerinden uluslararası pazarlara ulaştırılması yönünde yapılan çalışmalar bir sonuç vermiş ve bu hat inşa edilmiştir. Ayrıca, Irak üzerinden gelen petrolün Akdeniz'e ulaştırılmasını sağlayan Yumurtalık Boru Hattı da önemli bir stratejik avantaj sağlamaktadır.

Boru hattı ulaştırması alt sektörü, ham petrol, petrol ürünleri ve doğal gazın boru hatları ile taşınması konusunda planlayıcı, yatırımcı ve işletmeciler kuruluşların gerçekleştirdikleri faaliyetleri kapsamaktadır.

Gelişmenin vazgeçilmez unsurlarından biri olduğunu her geçen gün daha güçlü dayanaklarla kanıtlayan enerji ve enerjinin verimli kullanımı, hızlı bir küreselleşme sürecinde bulunan dünyamızda arz kaynağı ülkelerle talep merkezlerinin çeşitli taşıma yolları ve en önemlisi boru hatlarıyla birbirine bağlanmasını zorunlu kılmıştır. Çünkü gerek kara, gerekse deniz taşımacılığına göre yatırım maliyeti daha yüksek olan boru hattı taşımacılığı diğer taşıma şekillerinden daha süratli, daha ekonomik ve daha emniyetli olup, yatırımın geriye dönmesi de daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

19. yüzyıl sonlarında, küçük çaplı ve kısa mesafeli hatlar ile başlayan petrol ve doğal gaz taşımacılığı, artan tüketime, talebe ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, günümüzde daha büyük çaplı borularla, daha uzun mesafelerde ve yüksek basınçlarda yapılmaktadır (DPT Raporu, 2001).

3.4.6 Nehir yolu (İç suyolu) Taşımacılığı

Nehir yolu taşımacılığı bir suyolu taşımacılık türü olup "iç suyolu" taşımacılığı olarak da

adlandırılmaktadır. Diğer taşımacılık türlerinden en önemli farkı, taşımacılığın nehrin geçtiği bölgelerde sınırlı kalmasıdır. Özel taşıma araçlarına ihtiyaç duyulmakta olup, araç kapasiteleri genellikle suyun derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Avrupa’da yaygın olarak kullanılan bu taşıma türünde, nehirlerin uzun olması ve bir çok ülkeden geçmesi bu bölgede ticareti canlandırıcı bir etki yaratmaktadır (Çancı ve Erdal, 2003).

Lojistikte taşıma şekillerinden biri olan “Kombine Taşımacılık” konusuna, bir sonraki bölümde ayrıntılı, kendi başına bir bölüm olarak çalışılacağı için bu bölümde yer verilmemiştir.

Çizelge 3.1 Taşıma türlerine göre yük ve yolcu taşınması(Kaynak: TÜİK)

Ulaşım yollarına göre yük ve yolcu taşınması Transportation of freight and passenger according to transportation type						
A. Ton kilometre - Tons kilometers		B. Yolcu kilometre - Passenger kilometers				
		(Milyon-Million)				
		2001	2002	2003	2004	2005
Karayolu - Road						
A		151 421	150 912	152 163	156 853	166 770
B		168 211	163 327	164 311	174 312	181 983
Denizyolu - Maritime ⁽¹⁾						
A		8 100	5 738	5 400
B		31	21	22
Demiryolu - Railway						
A		7 562	7 224	8 669	9 417	9 152
B		5 568	5 204	5 878	5 237	5 036
Havayolu - Air ⁽¹⁾						
A		285	275	276	321	392
B		2 859	2 706	2 752	3 223	3 992
Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü		Source : General Directorate of Highways				
Devlet Demir Yolları İşletmeleri Genel Müdürlüğü		Turkish State Railways				
Türkiye Denizcilik İşletmeleri Genel Müdürlüğü		General Directorate Of Maritime Turkey				
Deniz Nakliyat Ticaret Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü		General Directorate of Turkish Cargo Lines Joint Stock Company				
Türk Hava Yolları Genel Müdürlüğü		General Directorate Of Turkish Airlines				
1) Dış hatlardaki taşınmalar dahil değildir.		1) Data does not include transport to or from foreign countries				

3.5 Taşıma Türü Seçim Kriterleri

Taşıma türünün belirlenmesi sırasında maliyet, hız, güvenilirlik, izlenebilirlik, emniyet ve esneklik kriterleri göz önünde bulundurulmaktadır.

3.5.1 Maliyet

- Ulusal/uluslararası sevkiyat masrafları
- Araç-gereç maliyetleri
- Taşıma mesafesi, yol ve bakım giderleri
- Eşya bağlantılı faktörler (yoğunluk, istifleme, kullanım kolaylığı ya da zorluğu)
- Pazar bağlantılı faktörler (rekabet derecesi, hizmet üreten ve hizmet alan firma sayısı, arz-talep dengesi, yerli ya da uluslararası taşımacılık, ülke düzenlemeleri)
- Depo ve antrepo işletme giderleri
- Gümrük ve liman masrafları
- Ambalajlama ve paketleme giderleri
- İletişim maliyeti, sipariş yönetimi, faturalandırma, bilişim sistemleri giderleri, malzeme elleçleme giderleri
- Yönetim giderleri

Taşıma maliyetleri, sektörüne göre değişmekle birlikte şiddetli uluslararası rekabet koşullarında ürünün pazardaki fiyatının içinde önemli bir oran oluşturabilmektedir. Bu oranın tespitinde, ürünle ilgili olarak arz ve talep dengesi, ağırlık değer ve miktarı, taşınabilirlik, önem derecesi, bulunabilirlik gibi faktörler göz önünde bulundurularak değerlendirmeler yapılmaktadır (Aktaş, 2004).

Çizelge 3.2 Lojistik Maliyetleri (Çancı, Erdal, 2003)

Lojistik Maliyetleri	Oran
Taşıma Maliyetleri	%50-65
Envanter ve Malzeme Elleçleme Maliyetleri	%20-35
Depo ve Dağıtım Merkezlerinin Planlanması ve Yönetimi Maliyetleri	%10
İletişim ve Bilgi (talep tahminleri, sipariş süreçleri) Maliyetleri	%5

3.5.2 Hız

Belli bir malın taşınacağı mesafeye göre ne kadar zamanda taşınacağını belirtir, ayrıca

gümrüklerde, ara sevkiyat noktalarında ve terminallerdeki bekleme süresi de hızı etkiler. Araçların kullandığı teknoloji, bakım ve arıza durumları da sevkiyat süresini etkileyen parametrelerdir.

3.5.3 Güvenilirlik

Güvenilirlik taşımacılıkta en önemli karar verme ölçütlerinden biridir. Güvenilirlikte yaşanabilecek herhangi bir aksaklık firmanın pazarda önemli bir prestij ve kazanç kaybına sebep olabilmektedir. Teslimatların önceden taahhüt edildiği gibi zamanında yapılması, oluşabilecek gecikmelerin maliyete etkisi, meydana gelebilecek hasar maliyetinin genel maliyete oranı ve olası prestij kaybı göz önünde bulundurulur.

3.5.4 Emniyet

Ulaştırma türlerinden her birinin kendine göre bir tehlikesi vardır. Bu tehlikelerin nedenleri insan faktörüne bağlı olduğu gibi insan kontrolünün dışında (teknik teçhizat, yol durumu, ve benzeri) da gelişebilir. Ayrıca taşınacak malın araca yerleştirme durumu, taşıma türüne uygun olup olmadığı da olası sebepler arasında gösterilebilir.

3.5.5 İzlenebilirlik

Günümüz modern taşımacılık alanında müşteriye daha etkin ve güvenilir hizmet verebilmesi için izlenebilirlik önemli bir kriterdir. Müşterinin gönderdiği veya alacağı yükün ne zaman nerede olduğunu bilmesi ve işlerini ona göre takip etmesi ona çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Bu konuya ilişkin teknoloji her geçen gün insan hayatını biraz daha kolaylaştırmaktadır. EDI, internet teknolojileri, mobil hizmetler (GSM) , araç takip hizmetleri (GPS) , barkot, RFID gibi teknolojiler örnek verilebilir.

3.5.6 Esneklik

Ulaştırma şekillerini seçerken taşıma türleri arasında geçiş kolaylığı olan, coğrafi koşullara göre ayarlanabilen türler seçilmelidir. Her hangi bir değişikliğe hazır olmalı mümkün olduğu kadar az problem çıkarmalıdır.

4. KOMBİNE TAŞIMACILIK

Artan uluslararası rekabet ortamında, taşımanın daha süratli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde işletmeler dünya pazarlarına ulaşmak için taşımacılık hizmetlerinden faydalanmak zorundadırlar. İşletmelerin rekabet avantajlarını korumak için ürünlerini müşterilerin kapısına kadar taşıyacak ekonomik çözümlere ihtiyaçları vardır. Kombine taşımacılık, daha sık yük taşımacılığı için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yolcu taşımacılığı için de yaygın olarak kullanılabilir. Yolcuların havaalanlarına ulaşmak için, demiryolu veya başka bir ulaşım sistemi kullanması buna örnek olarak gösterilebilir. Ne var ki, kombine yolcu taşımacılığı, yani tek bilet ile iki veya daha çok ulaşım sisteminin kullanılmasının yaygın olmadığı düşünülse de, paket halinde satılan tatiller buna örnek oluşturabilir. Hızlı tren ve uçak taşıma araçlarının ardışık ve tek bilet ile kullanılmasını sağlayan kombine yolcu taşımacılığı sistemleri mevcuttur. Karayolu taşımacılığına alternatif oluşturmak için çok modlu taşımacılığın önemine dikkat çekilmektedir. Ancak bugüne kadar iyi demiryolu ya da kanal bağlantılarına sahip birkaç liman haricinde kayda değer başarı sağlanamamıştır. Bu nedenle, tüm taşıma türlerini birleştirerek etkin şekilde yönetilen bir taşıma zinciri oluşturmak için taşımacılık kapasitesi artırılarak taşıma şekillerinin tam olarak bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır.

4.1 Tanım

Taşımacılıkta lojistik anlayışının gelişmesi birçok ulaştırma türünden verimli ve etkin bir şekilde yararlanma fırsatı doğurmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi bir ulaştırma sistemi, farklı özelliklere sahip demiryolu, denizyolu, karayolu, havayolu ve boru hattı taşımacılığı gibi çeşitli alt sistemlerden oluşur ve hepsinin artıları ve eksileri vardır. Örneğin demiryolları, yük taşımacılığında uzun mesafelerde, kendi değeri ve zaman değeri düşük olan yük cinslerinde, kapıdan kapıya taşıma zorunluluğu olmayan büyük miktardaki ve sürekli taşımalarda tercih edilmesi gereken bir ulaştırma türü iken kısa mesafelerde, kırılabilir ve bozulabilir, zaman değeri yüksek olan, kapıdan kapıya taşınması gereken mallarda karayolu ulaştırmasının kullanılması daha uygundur.

Küreselleşme ile birlikte son yıllarda tüm dünyada benimsenen yaklaşım, lojistikte taşımacılığı bütün bir sistem olarak görüp, bu sistemin alt sistemleri olarak tanımlayabileceğimiz ulaştırma alt sistemlerinden en etkin şekilde faydalanma yaklaşımıdır.

Yüklerin bir ve aynı yükleme ünitesinde birbirini izleyen iki ya da daha fazla ulaştırma sistemi ile taşındığı, Avrupa kısmındaki taşımanın büyük kısmının denizyolu, demiryolu veya nehir yolu ile gerçekleştiği, yükün çıkış ve/veya varış noktasına ulaşımında karayolunun kullanılarak kapıdan kapıya taşınmasıdır (oecd.org, 2007).

Çoklu veya birleşik ulaşım hizmeti olarak tanımlanan kombine taşımacılık, tek bir ileticinin yükün yolculuğunun bütünden sorumlu olması ve yolculuk boyunca taşıma türlerinden birden fazlasının kullanılması anlamına gelmektedir.

Kombine taşımacılık; karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu ve boru hattı gibi taşıma sistemlerinden başka bir ifade ile kamyon, tren, gemi, uçak gibi taşıma araçlarından en az ikisini kullanarak taşımaya konu malların göndericiden alıcıya taşıma üniteleri içerisinde taşınması sürecinin tamamını kapsayan taşıma sözleşmesine dayalı bir taşımacılık türüdür. Kombine taşımacılık; genellikle taşıma isleri organizatörleri (freight forwarder) aracılığıyla, kombine taşımacılık operatörü (combined Transport Operatör) olarak yürütülür. Bu tür taşımacılıkta konteynirlerle taşımacılık yaygın olarak kullanılmaktadır (Demir, 2005).

Bu tanımlara göre kombine taşımacılık hizmetini kapıdan-kapıya veya depodan-depoya verilen bir hizmet olarak görmek ve malın teslimine kadar yolculuğun bütünü için müşterinin taleplerinin tümünün yerine getirildiği bir taşıma şekli olarak kabul etmek mümkündür.

Böylece taşımacılıkta etkinliği artırmak mümkün olurken, diğer taraftan ulaştırma türleri arasında da dengeli dağılımın sağlanması mümkün olacaktır. Kombine taşımacılıkta karşılaşılabileceğimiz ulaştırma biçimlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

Denizyolu-Karayolu (RO-RO)

Denizyolu-Demiryolu (RO-LA)

Denizyolu-Demiryolu-Karayolu

Karayolu-Denizyolu-Karayolu-Demiryolu

Son yıllarda ortaya çıkan kombine taşımacılık, farklı yapıdaki lojistik işlemlerinin uzman işletmecilik anlayışı ile bütünleştirilmesi gereğinden doğmuştur. Kombine taşımacılık yani çoklu taşımacılık, malların istenilen noktaya ulaştırılmasında karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu gibi temel taşıma türleri kullanılarak, birbirine entegre ve organize biçimde gümrükleme, elleçleme ve depolama faaliyetlerini de kapsayarak etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesidir.

4.2 Kombine Taşımacılığın Bileşenleri

Uluslararası ticarete rekabetin artmasıyla birlikte taşımacılık ve lojistik faaliyetleri önem kazanmıştır. Taşımacılık operasyonlarının hızlı ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu zorunluluk, taşıma türleri ve araçlarının teknolojik, hukuki ve işletim anlamında gelişmesine neden olmuştur. Gümrük geçişlerinin kolaylaştırılması, yasal düzenlemelerdeki uyum ve standartlaşma çabaları, taşıma türleri arasında koordinasyonun artmasına ve çok modlu taşımacılık anlayışının gelişmesine ön ayak olmuştur. Kıtalararası taşımacılıkta, iki veya daha fazla taşıma türü ve lojistik hizmetlere ihtiyaç vardır. Aynı kıta üzerinde yapılan taşımalarda da coğrafi etmenler kara, hava veya deniz taşıma türlerinin birçok kombinasyonunu gerekli kılabilir.

Kombine taşımacılıkta üç temel bileşen bulunmaktadır. Bunlar;

Taşıma araçları (gemi,kamyon,uçak, tren vb.)

Taşıma terminalleri (limanlar,yükleme-boşaltma araçları vb.)

Taşıma üniteleri(konteynırlar,paletler,vagonlar,treylerler vb.)

Bu bileşenlere etkin ve kullanışlı bir bilgi sistemi eklenmelidir. İşlerin yoğun dönemlerinde bile sorunsuz ve faydalı bir şekilde çalışacak bir iletişim sistemi de eklenebilir. Kombine taşımacılığın klasik aktarmalı taşımacılıktan ayıran yönü, üç temel bileşenin(taşıma araçları, terminaller ve üniteler) birbirini takip eden zincir haline getirilmesidir. Bir başka ifade ile kombine taşımacılık, eşyanın taşıma üniteleri içerisinde aktarmaya tabi olarak birden fazla taşıma aracıyla nihai alıcısına sevkiyatıdır.

Kombine taşımacılıkta, göndericiden alıcıya kadar, taşıma sırasında görev alan kara taşıma firmaları, armatörler, liman işletmecileri, demiryolu işletmecileri ve benzerlerinin birbiriyle işbirliği yapması gerekir. Bu taşıma organizasyonun kurulmasını bir forwerder işletmesi veya taşıma firması üstlenebileceği gibi; gönderici de taşıma sisteminde bulunan tüm unsurlarla ayrı ayrı sözleşmeler yaparak eşyaların alıcısına ulaşmasını sağlayabilir. Bir diğer uygulama ise taşıma sisteminin ilk halkasındaki taşıyıcı işletmeyle anlaşma imzalanıp, bundan sonraki aşamalarda birbirini takip eden, işletmeler arasında birer sözleşme yapılarak eşyanın akışının devam ettirilmesidir (Aktaş, 2004).

Kara-demiryolu bütünleşmesi söz konusu olduğunda, konteynırlar belirli merkezlerde toplanır, yükleme ve boşaltma işleri vinç veya benzeri mekanik araçlarla yapılır. Trenle gelen

konteynirlerin yüklenmesi için, çok sayıda kamyonun, dolaşımın rahatça sağlanacağı, gerekli teknik donanımına sahip terminalde hazır bulunması gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde demiryolu ağının yaygın olması, bazı ülkelerde karayolu araçlarına getirilen sınırlamalar, taşıyıcıların demiryoluna yönelmesine sebep olmuştur. Çok sayıda konteynirin trenler tarafından taşınabilmesi, kombine taşımacılık açısından bir üstünlüktür. Kombine taşımacılıkta, karayolu-demiryolu bütünleşmeli taşımalar, çekici ile birlikte taşıma (Ro-La) ve çekici olmadan (konteynir) taşıma şeklinde gerçekleşmektedir. Çekici ile birlikte taşımada, karayolu çekicisi ve römork rampa ile özel bir vagona (piggy back) yüklenmektedir. Bu şekilde yapılan taşıma ile karayolu yıpranma payından ve değişken maliyetlerden tasarruf sağlanır. Bu şekilde yüklenen trenler kısa sürede boşaltılabilmekte ve yükleme boşaltma için özel ekipmana gerek duyulmamaktadır. Çekici ağırlığının da yük olarak kabul edilmesi, bu taşıma türünün dezavantajıdır. Kombine taşımacılıkta kullanılan gemiler, konteynir ve Ro-Ro gemileridir. konteynir gemileri, tam konteynir ve yarı konteynir gemileri olabilir. konteynir gemilerinde, yükleme ve boşaltma için uygun donanıma sahiptir ve böylece zamandan tasarruf sağlarlar. Tam konteynir gemilerinde, konteynirlerin gemi içerisinde sabit durmalarını sağlayacak bölümlere sahiptirler. Yarı konteynir gemileri, kuru yük gemileri olup, konteynir taşıma bölmelerini de ihtiva ederler. Ro-Ro taşımacılığı ise, yükün karayolu çekicisiyle birlikte gemiye yüklenerak taşınması ile gerçekleştirilir. Hacmi küçük fakat maddi değeri yüksek eşyaların taşınması havayolu ile yapılır. Yolcu uçakları ile de kargo taşınması mümkündür. Kombine taşıma terminalleri, taşıma türlerinden en az ikisine hizmet vermelidir. Denizyolu terminalleri, kara ve demiryolu taşımacılığı ile uyumlu olarak, büyük miktarda eşyanın sevkiyat ve depolanmasına imkan tanıyan en önemli kombine taşıma merkezleridir. Gemilerin limanlarda en kısa sürede yükleme ve boşaltma yapabilmeleri için, özel donanımlı konteynir terminalleri (limanları) bulunmalıdır.

4.3 Kombine Taşımacılığın Özellikleri

Kombine taşımacılıkta, yükleme, boşaltma ve aktarma işlemlerinin süratli olması, taşıma sürecinin hızlandırılması açısından önemlidir. Kombine taşımacılık sürecinin etkin hale gelmesi, belirli şartların sağlanmasına bağlıdır:

- Bir ulaştırma sisteminden diğerine aktarılması söz konusu olan taşıma ünitelerinin standart hale getirilmesi, yükleme ve boşaltma islerinin uygun teknolojilerin kullanılması.
- Kullanılacak taşıma sistemlerinin birbiri ile uyumlu hale getirilmesi ile kullanılacak tüm sistemlerin çalışma planlarının yapım ve yürütülmesi, etkili bilgi akis sisteminin oluşturulması.
- Taşımacılık isinde, tarafların hukuki sorumluluklarının ortaya konulması, sözleşme, sigorta prosedürleri ve sorumlulukların açık bir şekilde tanımlanarak uygulanması.
- Kombine taşımacılık sisteminin içerdiği tüm birimlerin teknolojik, yasal ve örgütsel olarak bütünleştirilerek, kolay işletme ve müdahaleye imkan vermesinin sağlanması.
- Kaliteden taviz verilmeden rekabet koşullarının sağlanabilmesi için, ulaştırma sistemlerinin uygun fiyat tarifeleri belirlemesi.

Kombine taşımacılığın, diğer çok modlu taşımacılık türlerine göre bazı üstünlükleri vardır. Coğrafî nedenlerden dolayı, aktarmalı taşımacılıktan kaynaklanan zaman kayıplarını en aza indirmektedir. Karayolu taşımacılığının, ekonomik mesafe dışında bulunan teslimatlarda, esnek ve tercih edilebilirliğinden yararlanmaktadır. Ünite haline getirilmiş yüklerin, gelişmiş taşıma tekniği ile seri biçimde sevkiyat ve teslimatına imkan vermektedir. Ulaştırma sistemlerinin birbiri ile uyumlu olması ile optimizasyon sağlamaktadır. Özel yükleme araç ve gereçleri kullanılması ile araçların çalışma sürelerinin düzenlenerek, hizmet kalitesinin ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Operasyonel işlem sürelerinin kısılmasını ve toplam taşıma masraflarının azalmasını sağlamaktadır.

Kombine taşımacılık, taşıma sistemi içerisinde bulunan hava, kara, deniz ve demiryolu taşıma teknolojisinde yeni bir dönem başlatmış, farklı eşya gruplarının birleştirilerek homojen hale dönüşümü sağlanmıştır. Ayrıca kombine taşımacılıkta taşıma sistemini oluşturan insan makine ilişkilerinde etkinlik ve verimlilik sağlanmıştır (Aktaş, 2004).

Aktarmalı taşımacılık türlerinden farklı olarak, operasyonel işlemlerin bürokrasisi azalmakta ve yükün göndericiden alıcıya daha az evrak ile ulaşmasını sağlamaktadır. Taşıma isinden sorumlu olan firma sayısının azalması ve hatta teke indirgenmesi, hizmet kalitesinde gelişmeyi getirecektir. Düzenli hat taşımacılığının oluşması, teslimatlar, istenilen sürede, minimum sorun ile karşılaşarak yapılmasını sağlamaktadır. Bu da, ticari işletmelerin, stok kontrol ve üretim aşamalarında kontrolünün artmasını ve dolayısıyla da maliyetlerinde azalma

ve müşterilerine daha avantajlı fiyatlar sunabilme imkanını beraberinde getirmektedir.

Kombine taşımacılığın olumsuz yönlerinden biri, taşınacak yükün ünite haline getirilmesi gereği ve her yükün konteynır veya paletlere konmasının mümkün olmamasıdır. Taşıma ünitelerinin, aktarma yapılacak terminallerin ve taşıma araçlarının birbiriyle uyumlu olması gerekir ve bu teknolojik altyapının oluşturulması oldukça maliyetlidir. Kombine taşımacılık, birçok parametrenin kontrolünü gerektirdiğinden, taşıma sisteminin organizasyonu önemlidir. Bu karmaşık organizasyon, uluslararası çalışmalara uygun yapıda, gerekli eğitim ve deneyime sahip işletmeler tarafından gerçekleştirilebilir (Buket, 2006).

4.4 Kombine Taşımacılığın Gelişimi

1950’li yıllardan itibaren karayolu ulaşımının geliştirilmesine diğer sistemlerle göre, ağırlık verilmiştir. Bununla birlikte, karayolunun ağırlığı yalnızca yurt içi taşımacılık için söz konusuydu. 1980’li yıllara kadar uluslararası taşımacılıkta karayolunun ağırlığı fazla değildi. Bu yıllardan itibaren, karayolu, uluslararası ticaretin de odak noktasına yerleşmeye başlamıştır. Büyüyen dış ticaret hacmi, aynı oranda gelişen bir karayolu taşıma filosunun da oluşmasını sağlamıştır.

Aynı yıllar, özellikle Avrupa Birliği ülkeleri ve diğer gelişmiş batı ülkelerinde, çevre duyarlılığının geliştiği, karayolu taşımacılığının sorgulandığı, demiryolu taşımacılığının kabuk değiştirdiği yıllar olma özelliğini taşımaktadır. Genel bir yaklaşıma göre 600 km’yi aşan taşıma mesafelerinde, demiryolu karayoluna tercih edilmeye başlamıştır. Demiryolu taşıma olanakları gelişirken, çok modlu taşımacılık anlayışı da oluşmaya başlamıştır. Demiryolu ağırlıklı olarak, deniz taşımacılığının bir uzantısı ve karayoluna ciddi bir alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. İlk çok modlu (kombine) taşımacılık denemesi 1985 yılında Avrupa’dan Derince’ye sıvı kimyasal madde taşımacılığıdır. Bu taşımalar, demiryolu taşımacılığının günümüzde çözümlenmemiş bir takım eksikliklerini ortaya çıkarmıştır. Bunlar; elleçleme donanımlarının eksikliği, tarife ve uygulama alanında yetersiz altyapı ve çok modlu taşıma mantığı ve gereğinin algılanmasında karşılaşılan zorluktur. Ne var ki, kolaycı yaklaşımlar, teknolojideki gelişim ve değişimlerden uzak olma, düşük eğitim seviyesi gibi faktörler, çok modlu taşımacılığın gelişmesini engellemiştir (Tırman, 1997).

4.5 Kombine Taşımacılığın Diğer Taşıma Türlerine Göre Avantajları

Kombine taşımacılığın göndericiden alıcıya kadar olan bütün aşamalarında, kendine özgü bazı zincirleme prosedürler vardır. Kombine taşımacılık bu zincirleme prosedürlerin rasyonel bir şekilde gerçekleştirilmesi temeline dayanmaktadır.

Bu bağlamda kombine taşımacılığın diğer taşıma yöntemlerine göre üstün yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Coğrafi nedenlerden dolayı aktarmalı taşımacılığın zaman kayıplarını en aza indirmesi
- Karayolu taşımacılığının, ekonomik mesafe dışında bulunan teslimlerde daha rasyonel bir sevkiyat tarzı olmasının getirdiği üstünlükten yararlanması
- Gelişmiş taşıma tekniği (parça yükleri konteynır veya başka taşıma kaplarıyla birleştirilmesiyle, seri sevkiyat ve teslimat imkanı)
- Taşıma sistemi içerisinde bulunan unsurların birbirleri ile uyumlu olmasının getirdiği optimizasyon
- Özel yükleme araç ve gereçleri kullanılmasıyla taşıma araçlarının çalışma sürelerinde düzen ve standart sağlanması (Aktaş, 2004).

Kombine taşımacılık, operasyonel işlem sürelerinin kısaltılması yanında toplam taşıma masraflarını azaltıcı yönde de katkıda bulunmaktadır. Kombine taşımacılık, klasik aktarmalı taşımacılıktaki ayrı ayrı yapılan operasyonel işlemlerin bürokrasisini de azaltmakta, eşyaların göndericiden alıcıya daha az evrakla ulaşmasını sağlamaktadır.

Klasik aktarmalı taşımacılık daha çok el emeğine dayanırken kombine taşımacılık yükleme ve boşaltma işlemlerinin teknolojik donanımların devreye girmesiyle daha kısa sürede yapılmasını olanaklı hale getirmiştir.

Düzenli hat taşımacılığının, kombine taşımacılığın önemli bir unsuru haline gelmesiyle istenilen yer ve sürede, düzenli ve zamanında teslimatlar gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur. Böylelikle göndericilerin üretiminde, alıcıların ise satışta stok seviyelerini kontrol altına almaları ve maliyelerini düşürmeleri imkanı doğmuştur. Bu sayede işletmeler kendi imkanlarıyla zamanında tamamlanması güç olan karmaşık taşımacılık faaliyetlerini, konusunda uzman olan lojistik işletmelerine devrederek mallarını müşterilerine zamanında teslim etmekte ve böylelikle temel (öz) faaliyetlerine odaklanmaktadırlar. Kombine taşımacılık ayrıca hammadde ve diğer girdilerinin tedarikinde sürat kazandırmakta, böylelikle

işletmelere tam zamanında üretim yapılması, işletmenin finansal maddelerinin azaltılması, müşteriye zamanında teslimat gibi avantajlarda sunmaktadır (Çancı ve Erdal, 2003).

4.6 Kombine Taşımacılığın Diğer Taşıma Türlerine Göre Dezavantajları

Kombine taşımacılıkta eşyaların taşınabilirlik, paletler vb. birim yük haline getirilmesi gerekir. Ancak her yükün taşınabilirlik ve paletlere konması rasyonel olmayabilir. Bu nedenle birim yük haline getirilmemiş eşyanın kombine taşıma sistemiyle sevk edilmesi mümkün değildir.

Kombine taşımacılık yapılabilmesi için taşıma üniteleri (konteynır veya paletlere aktarmayı yapacak taşıma terminalleri) ile taşıtların birbirine uyumlu olması gerekir. Bu uyumlu sistemin oluşturulması teknolojik altyapıya ihtiyaç duyar. Bu altyapının gerçekleşmesi ise oldukça yüksek maliyetle olabilmektedir.

Kombine taşımacılığın dikkat edilmesi gereken bir başka yönü ise taşıma sisteminin organizasyonun sağlanması, kombine taşımacılık deneyimi olan işletmeler tarafından yapılabilmesidir (Çancı ve Erdal, 2003).

4.7 Dünyada Taşımacılık Sektörünün Durumu ve Kombine Taşımacılık

Karayolu taşımacılığı, üretim noktasından tüketim noktasına aktarmasız ve hızlı taşıma yapılmasına uygun olması nedeniyle, diğer taşıma türlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Dünya yol istatistikleri incelendiğinde; diğer taşıma sistemleri çok gelişmiş ülkeler de dahil bir çok ülkede yolcu ve yük taşımacılığında, karayoluna olan talebin sürekli artan bir eğilim gösterdiği izlenmektedir. Dünyada, küresel ticaretin gelişmesine paralel olarak küresel ulaştırma koridorları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Demiryolları da bu küreselleşmenin yarattığı etkiyle önemli yapısal ve teknik değişim sürecinden geçmektedir. Yapısal değişim süreci içinde demiryollarının hem kendi yapıları hem de devletle ilişkileri sorgulanmakta ve yeniden düzenlenmektedir. Dünya demiryollarının hemen tümünde, yeniden yapılanma çalışmaları çeşitli biçimlerde sürdürülmektedir. Karayolu ağırlıklı taşımacılık sisteminin sebep olduğu kirlenme, kaza, trafik tıkanıklığı gibi olumsuzluklar, bir çok Avrupa ve Asya ülkesinde, demiryollarına özel önem verilmesinin itici gücü olmuştur. Bunun sonucunda, ilk olarak 30 yıl önce Japonya'da kullanılmaya başlanan ileri teknoloji ürünü yüksek hız trenleri, 1980'lerden itibaren tüm Avrupa'da yaygınlaşmıştır. Avrupa Birliği, üye ülkelerin ulusal demiryolu şebekelerini bir araya getiren ve Orta ve Doğu Avrupa

ülkelerini de içine alan bir Avrupa yüksek-hız tren şebekesinin gerçekleştirilmesi yönünde karar almıştır. Avrupa Bakanlar Konseyi (ECMT) planına göre Avrupa, 2015 yılında 30.000 km uzunluğunda yüksek hızlı demiryolu şebekesine sahip olacaktır. Bu bağlamda, 1996 yılında Fransa, Hollanda ve Almanya'nın ortak islettiği hızlı tren projesi hayata geçmiştir. Avrupa Komisyonu, Avrupa demiryolu şebekesinin omurgasını meydana getirecek olan; limanlar, havayolları ve karayollarını da içine alan TRANS EUROPEAN NETWORKS (TEN) planını belirlemiş, 9'u demiryolu olan 14 öncelikli TEN Projesi için başlangıç finansmanının sağlanmasında görüş birliği oluşturmuştur. Demiryolları ile ilgili 9 projeden 4'ü yüksek-hız treni projesini kapsamaktadır. 20. yüzyılın son çeyreğinde dünyadaki politik ve teknolojik gelişmeler, Dünya Deniz Ticaretini de etkileyerek yapısal değişimlere zorlamıştır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak gemilerin süratleri ve boyutları artmış, dolayısıyla uzaktaki pazarlara daha kolay ulaşılmasını sağlamıştır. Kara, deniz ve hava taşımacılığı bütünleşme eğilimi göstermiş ve yüklerin kapıdan kapıya taşınmasına olanak tanıyan kombine taşımacılık gelişmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak geliştirilen “birim yük” kavramı, özellikle konteynırların ortaya çıkması ile giderek artan bir önem kazanmıştır. Havayollarında yaşanan serbestleşme eğiliminin, Avrupa'nın yanı sıra diğer pazarlarda da devam edeceği düşünülmektedir. Asya-Pasifik bölgesinde, kişi başına düşen gelirin artması ve bölgeler arası ticaretin gelişmesi, orta gelir grubundan kişilerin de havayolu ile seyahat etmelerine imkan tanımıştır. Bunun sonucu olarak, havayolu taşımacılığına olan talepteki büyüme oranı %10'lara ulaşmıştır. Gelecekte Asya-Pasifik bölgesinin dünya taşımacılık sektöründeki gelişmede de lider olacağı tahmin edilmektedir. Trafik sıkışıklığı, kazalar, gürültü, hava kirliliği ile yarattığı bölgesel çevre sorunları ve küresel iklim değişikliği olgusuna olumsuz katkıları nedeniyle ulaştırma sektörü, dünya gündeminin üst sıralarında yer alarak “sürdürülebilir ulaştırma politikalarının oluşturulması yönündeki yoğun çabalara konu olmaktadır. Bu bağlamda Avrupa Birliği 2001 yılı Eylül ayında yayımladığı dokümanda (White Paper, European Transport Policy for 2010; Time to Decide) sürdürülebilir ulaştırma politikasının ana ilkelerini şu başlıklarda toplamaktadır:

- Demiryollarının yeniden canlandırılması.
- Karayolu ulaştırmasında kalitenin artırılması.
- Deniz ve iç su yolu ulaştırmasının teşvik edilmesi.
- Havayolu ulaştırmasındaki artış ile çevreyi koruma arasında dengenin sağlanması.

- Türler arası entegre ulaştırmanın gerçekleştirilmesi.
- “Trans-European Transport Network” (TEN) projesinin yapılandırılması.
- Karayollarındaki güvenliğinin artırılması.
- Ulaştırmanın etkin bir şekilde fiyatlandırılmasına yönelik politikaların benimsenmesi.
- Kullanıcı hak ve yükümlülüklerinin kabul edilmesi.
- Yüksek kalitede kent içi ulaştırmanın sağlanması.
- Temiz ve verimli ulaştırma hizmetleri için teknoloji ve araştırmanın önemi.
- Küreselleşme etkilerinin yönetimi.
- Sürdürülebilir ulaştırma için orta/uzun dönemli hedeflerin geliştirilmesi.

Farklı ulaştırma türlerinin, üstünlükleri birbirlerini tamamlayacak şekilde entegre edilerek kullanılması ilkesine dayalı olan “kombine taşımacılığın” geliştirilmesi, önemli ve ortak bir strateji olarak Avrupa’nın gündemindedir.

4.8 Türkiye’de Kombine Taşımacılık

Bu gün dünya ticaretinin yaklaşık % 80’nin, ülkemizin ithalat ve ihracat taşımalarının ise yaklaşık %90’lık bölümü deniz yoluyla yapılmaktadır. Son yıllarda dünyada kapıdan kapıya taşımacılık önem kazanmış, demiryolu, havayolu, karayolu ve denizyolunu bütünleşmesi olan çoklu taşımacılık sistemi “kombine” taşımacılık gelişmeye başlamıştır. Önümüzdeki dönemde kombine taşımacılığın ağırlığını artırması beklenmektedir. Türkiye sahip olduğu stratejik ve coğrafik konumu nedeniyle avantaj sağlamasına rağmen ülkenin nakliye ve lojistik sektörüne özellikle Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika’ya verilen hizmette bu avantajı kullanamamaktadır.

Ulaştırma sektörünün sağlayacağı hizmetler kendi dışındaki etmenlere de bağlı olduğundan, planın bu etmenlerdeki değişimlere paralel olarak uygun aralıklarla güncelleştirilmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilen gelişmiş ülkelerde, ulaştırma sistemleri sürekli olarak ekonomik, sosyal ve siyasal koşulların değişimine paralel ve planlı gelişmeler göstermiştir. Ülkemiz ise benzeri bir gelişmeyi sağlayamadığı için, ulaştırma türlerinin ve özellikle demiryolları ve deniz yollarının çok önemli olanaklarını gereğince kullanamamakta, dengesiz, pahalı ve sağlıksız bir ulaştırma sisteminin ciddi sorunlarını yaşamaktadır. Yolcu ve yük taşımacılığında ulaşım türlerinin her birinden faydalanmak esastır. Ulaştırma türü belirlenirken ülkenin sosyal durumu, mali imkanları, enerji kaynakları, arazisinin topoğrafik

özellikleri ve teknolojik seviyesi dikkate alınmalı ve her bir ulaştırma türüne, gerekli ağırlık verilmelidir. Bunun yanında ulaştırma bir bütün olduğu için, bu türler arasında dengelerin sağlanması ve türlerin birbirlerinin rakibi değil birbirlerini besleyen sistemler şeklinde işletilmeleri, ekonomik, hızlı ve güvenli bir taşıma hizmetinin sağlanmasında göz önünde tutulması gereken ana unsurlardır. Özellikle 1950 yılından itibaren karayollarımız, ulaştırma sektöründe en fazla yük ve yolcu taşınmasını gerçekleştirerek önemli bir hizmet sunmaktadır (Ulaştırma ve Turizm Paneli, 2003) .

Ülkemiz bugün çok büyük bir kara filosuna sahiptir. Demiryolu ve denizyolu altyapılarının yetersiz oluşu bunda en büyük etkidir. Bu durum taşıma maliyetlerini artıran bir durumdur. Karayolu birçok ülkede taşıma aciliyeti olan malların taşınmasında kullanılmaktadır. Taşıma aciliyeti olmayan malların taşınmasında denizyolu tercih edilmektedir. Küresel ticaretin geliştiği yerler dikkatle incelendiğinde ülkemizin güçlü bir denizyolu teçhizatına sahip olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Öte yandan ülkemizin gerçekleştirdiği ihracatın büyük bir bölümünü karayolu ile ve AB ülkelerine yaptığı düşünülürse bu denizyolu altyapısının eksikliği değerlendirilmelidir.

Denizyoluyla transit taşımalarımızın artırılması için limanlarımızın kara ve demiryolu bağlantıları ile güçlendirilerek kombine taşımacılığa uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Limanlarımız ülkemizin demiryolu şebekesiyle bağlantılı olması, ana karayolu ağı üzerinde olmaları ve uluslararası hava alanlarına yakınlıkları dolayısıyla denizyolu-demiryolu kombine taşımacılığı için mükemmel konumda olmasına rağmen avantajlı durumunu kullanamamaktadır.

5. OPTİMİZASYON VE GENETİK ALGORİTMALAR

5.1 Optimizasyon

5.1.1 Tanım

İnsanların yaşamları boyunca karşılaştıkları sorunları çözüm arayışları zamanla bu çözümleri modeller üzerinde arama yaklaşımını doğurmuştur. Matematik ve bilgisayardaki gelişmeleri dış dünyanın problemlerini matematiksel olarak problemleyip bu çözümleri modelleyip çözerek bu çözümleri gerçek hayata yansıtma olanağı vermiştir. Matematiksel modelleme tekniği öncelikle doğrusal ve az sayıda değişkenlerin kullanılmasıyla başlamıştır. Bir süre sonra doğrusallık varsayımını her problem için geçerli olmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda doğrusal olmayan modellemeye gidilmiştir. Ancak doğrusal olmayan modellerin kendine özgü çözümleri uygulamada birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Zamanla geliştirilen bazı yöntemlerle doğrusal olmayan modellerin hızla çözümlenmesi sağlanmış ve bu optimizasyon teorisini geliştirmiştir. Optimizasyon; bir problemde belirli koşullar altında mümkün olan alternatifler içinden en iyisini seçmektir. Bazı durumlarda herhangi bir nedenle en iyiye ulaşmak mümkün olmayabilir.

Karaboğa (2004) optimizasyon problemini şu şekilde tanımlamıştır: Optimizasyon problemi, belirli sınırlamaları sağlayacak şekilde, bilinmeyen parametre değerlerinin bulunmasını içeren bir problem çeşididir. Bir optimizasyon problemi (P), mümkün olabilen çözümler seti ve her çözüm s 'e nümerik bir değer ($f(s)$) atayan bir f amaç fonksiyonu ile tanımlanabilir.

5.1.2 Kapsam

Optimizasyon işleminde ilk adım olarak karar parametreleri veya karar değişkenleri olarak da adlandırılan parametreler setinin tanımlanması gerekir. Sonra bu parametrelere bağlı olarak minimize veya maksimize edilecek bir maliyet/kâr fonksiyonu ve problemle ilgili kısıtlar tanımlanmalıdır. Problem için tüm kısıtları sağlayan çözüm bölgesi uygun çözüm bölgesi olarak adlandırılır. Optimizasyon problemleri çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir:

Amaç fonksiyonu üzerinde bir kısıtın olup olmaması durumuna göre sınırlamalı ve sınırlamasız optimizasyon problemi şeklinde bir sınıflandırma yapılabilir.

Amaç fonksiyonu ve kısıtların doğrusallık durumuna göre lineer programlama ve lineer olmayan programlama problemi olarak iki gruba ayrılabilir. Aynı şekilde kuadratik amaç fonksiyonuna ve lineer kısıtlara sahip bir problem kuadratik optimizasyon problemi olarak adlandırılır.

Optimizasyon problemlerinde, karar değişkenlerin alabileceği değerlere göre sürekli ve kombinatoriyal optimizasyon problemi (KOP) şeklinde iki sınıf oluşturulabilir. Kombinatoriyal problemlerde genel olarak ayrık niceliklerin optimal olarak düzenlenmesi, gruplanması, sıralanması ve seçilmesi amaçlanmaktadır.

5.1.3 Modelleme

Bir kombinatoriyal optimizasyon probleminin (KOP) modellenmesi genellikle şu şekilde yapılmaktadır (Blum ve Roli, 2003):

1. değişken kümesi: $X = \{x_1, \dots, x_n\}$;
2. Değişkenlerin alabileceği değerler kümesi: D_1, \dots, D_n ;
3. Değişkenlerle ilgili kısıtlamalar;
4. Minimize edilecek amaç fonksiyonu: $f = D_1 \times \dots \times D_n$;

Tüm uygun çözümlerin kümesi ise aşağıdaki formül ile gösterilmektedir:

$$S = \{s = \{(x_1, v_1), \dots, (x_n, v_n)\} \mid v_i \in D_i, s \text{ tüm kısıtları sağlar}\} \quad (4.1)$$

Literatürde S kümesine, çözüm veya arama uzayı denilmekte ve küme içerisinde yer alan her çözüm, optimizasyon algoritmaları için arama uzayında göz önüne alınması gereken bir nokta olarak ifade edilmektedir. Bir KOP'yi tam olarak çözmek için en küçük amaç fonksiyonu değerine sahip $s \in S$ global optimum çözümünün bulunması gereklidir.

5.1.4 Problem Çeşitleri

Kombinatoriyal optimizasyon problemleri çözümlerin yapısına göre genel olarak üçe ayrılır:

Gruplandırma (Sınıflandırma) Problemleri:

Bu tip problemlerde genel amaç bir küme içinde yer alan elemanların gruplandırılmasıdır. Örneğin tesis yeri belirleme probleminde talepleri deterministik müşteriler için en uygun yer saptanmaya çalışılır. Bunun için müşteriler gruplara ayrılarak, her gruba bir tesisin hizmet vermesi sağlanmaktadır.

Sıralama Problemleri:

Çözümleri, bir grup elemanın belli bir sıraya göre permutasyon mantığında sıralanması ile oluşan problemlerdir. Sıralama problemlerine örnek olarak is sıralama ve (paralel olmayan) çizelgeleme problemi, GSP, HYP verilebilir.

Karma Problemler:

Hem sıralama, hem de gruplandırmanın birlikte yapıldığı problemlerdir. ARP ve esnek is çizelgeleme problemi karma problemler kapsamına girmektedir.

Örneğin, ARP, bir NP-Zor kombinatoriyal optimizasyon problemidir. Matematiksel açıdan ARP'nin diğer kombinatoriyal problemler gibi çözümü oldukça zordur. Problemin çözüm uzayı müşteri ve araç sayısı ile üstel orantılı olarak artar. Bu da gerçek hayattaki bir problemin gelişmiş bilgisayarlarla dahi analitik metotlar kullanılarak çözülmesinin oldukça uzun sürmesine yol açmaktadır. Ayrıca çözüm uzayında yerel minimum noktaların fazla olması ve arama sırasında bu noktalardan kurtulmanın zor olması kombinatoriyal optimizasyon problemleri için bir dezavantaj teşkil eder. Bu sebeple Araç Rotalama Problemlerinin çözümünde, optimuma yakın sonuçlar veren fakat analitik yöntemlere oranla çok daha hızlı olan metasezgisel yöntemler önemli bir konuma gelmişlerdir (Cordeau vd, 2002).

Bir problem için bilgisayarda hazırlanan işlevsel bir algoritmaya verilen girdi iletilisinin uzunluğu “L” ve programın çalışma süresi ya da çevrim sayısı “T” ise NP-Zor problemler aşağıdaki kurala uymaktadırlar (Ruelle, 2004).

$$T \geq C(L + 1)^n \quad (4.2)$$

Burada C ve n bir tamsayı olup eşitsizliğin polinom haline getirilmesini sağlamaktadırlar.

Kombinatoriyal optimizasyon problemleri için geliştirilen yöntemler Kesin ve Yaklaşık algoritmalar olmak üzere ikiye ayrılır. Kesin algoritmalar, her boyuttaki KOP için uygulanabilir olup optimum çözümü kesin olarak bulmaktadırlar. Fakat NP-zor olan KOP için

bu algoritmalar hiçbir zaman polinom zamanda çözüm üretemezler. Bu sebepten dolayı Kesin algoritmalarda çözüm uzayındaki her noktanın taranması gerekmektedir. Bunun için de problem boyutuyla üstel olarak orantılı hesaplama süresine ihtiyaç duyulmakta, bu da oldukça fazla beklemlere neden olmaktadır. Yaklaşık algoritmalarda ise optimum sonuç bulunamamasına rağmen hesaplama süresi daha az olmaktadır (Blum ve Roli, 2003).

Kombinatoryal Problemler İçin Optimizasyon Metotları

Problemlerin çözümü için kullanılan algoritmaların, sonuca kısa sürede ulaşması esastır. Bir algoritmanın en yaygın performans ölçüsü, algoritmanın sonucu bulana dek harcadığı süredir. Fakat bu süre, işlem hızı ve bilgi raporlama tekniğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Problemin çözümüne yönelik bir algoritma araştırmadan önce, bu problemin sonlu sayıda aşamada çözümlenip çözülemeyeceğini bilmek gerekir. Algoritmalar teorisine göre evrensel algoritmik modellerin üç türü ele alınmaktadır (Nabiyev, 2003):

- 1. Tür:** Algoritma kavramını klasik olan hesaplama ve sayısal fonksiyonlar gibi matematiksel kavramlarla ilişkilendirmektedir. Bu sınıfın en gelişmiş ve incelenmiş modeli özyinelemeli fonksiyonlardır.
- 2. Tür:** Algoritmanın her ayırık zamanda çok basit işlemleri yapan bir deterministik makine ile bağdaştırılmasıdır. Bu modeller yapısal olarak bilgisayara en yakın olanlardır. Bu türün temel teorik modeli 1930'larda oluşturulan Turing makineleridir.
- 3. Tür:** Bu modeller, herhangi alfabe de sözcüklerin değiştirilmesine dayalı kelime işlemcilerdir. Bu sınıfın özelliği onların maksimum derecede sanal olması ve algoritmalar kavramının istenilen nesneye (yalnız sayısal değil) uygulanabilmesidir.

Kullanılan algoritma tipine göre, tüm problemler eşdeğer değildir. Sezgisel çözümler göz önüne alınmadığında, bazılarının çözümü diğerlerinden daha hızlıdır. Bir problemi çözmeye olanak sağlayan algoritmanın, aynı sınıftan olan diğer problemlerin çözümünde de başarılı olması kanıtlanmıştır. Problemin algoritmik çözümlerinin sınıflandırılması, bunların yürütülmesi için gerekli işlemlerin sayısı temel alınarak gerçekleştirilebilir, bu ölçüye algoritmik karmaşıklık adı verilir. Karmaşıklık algoritmanın, uygulanacağı bilgisayarın istemcisinden bağımsız değerlendirilmesi düşünülmektedir. Bir algoritmanın hesaplama karmaşıklığının değerlendirilmesi onun ne kadar hızlı çalışacağı ve bilgisayarın belleğinde ne kadar yer kullanacağına ilişkin bilgiler vermektedir. Algoritmanın giriş değerlerinin boyutu

veya problem boyutu, girişi tanımlamak için gerekli sembollerin sayısı ile bağlantılıdır. Anlaşıldığı gibi bir algoritmanın hesaplama karmaşıklığı iki açıdan incelenmektedir: hesaplamayı yapmak için gerekli olan süre ve gerekli bellek sığasının ölçümü. Günümüzde bellek karmaşıklığına zaman karmaşıklığından daha az önem verilmektedir. Bu sebeple bazen zaman karmaşıklığı sadece karmaşıklık olarak da isimlendirilebilmektedir.

$$f(n) = O(g(n)) \forall n \geq n_0: f_n \leq c * g(n)$$

Büyük “O” notasyonu bir fonksiyonun üst sınırını belirtir. Algoritma karmaşıklığını incelediğimizde $g(n)$ fonksiyonunun derecelere ve çarpanlara bağımlı olarak dönüşümü yapılmaktadır. Örneğin, $g(n) = (1/4)n^4 + 200n + 5$ fonksiyonunda n 'nin büyük değerleri ele alındığında, n^4 'e nazaran diğer toplananlar önemsiz ve algoritma karmaşıklığı $c * O(n^4)$ 'den $c = 0.25$ biçiminde yazılır. Algoritma karmaşıklığı fonksiyonlarına örnek olarak, ikili arama için $O(\log_2(n))$, doğrusal arama için $O(n)$, matris çarpma işlemleri için $O(n^3)$, bir metinde n uzunluklu kelimenin bulunması için $n * O(n)$ fonksiyonları gösterilebilir. Bu problemlerin hepsinde $g(n)$ fonksiyonu polinomial karakter taşımaktadır (Nabiyev, 2003).

Polinomial zamanlı algoritmalar pratikteki problemlerin çözümünde iyi performans göstermektedirler. Büyük algoritmalar genellikle, üstel algoritma olarak adlandırılırlar. Üstel algoritmalarda, 2^n , $n!$, n^2 , $n^{\log n}$ gibi polinomial olmayan artış hızları geçerlidir.

Polinomial algoritmalar, üstel algoritmalara nazaran teknolojik gelişmelerden daha avantajlı olarak faydalanırlar ve kapalılık özelliklerinden dolayı özel problemlerin çözümü için birleştirilebilirler (Eren, 2002).

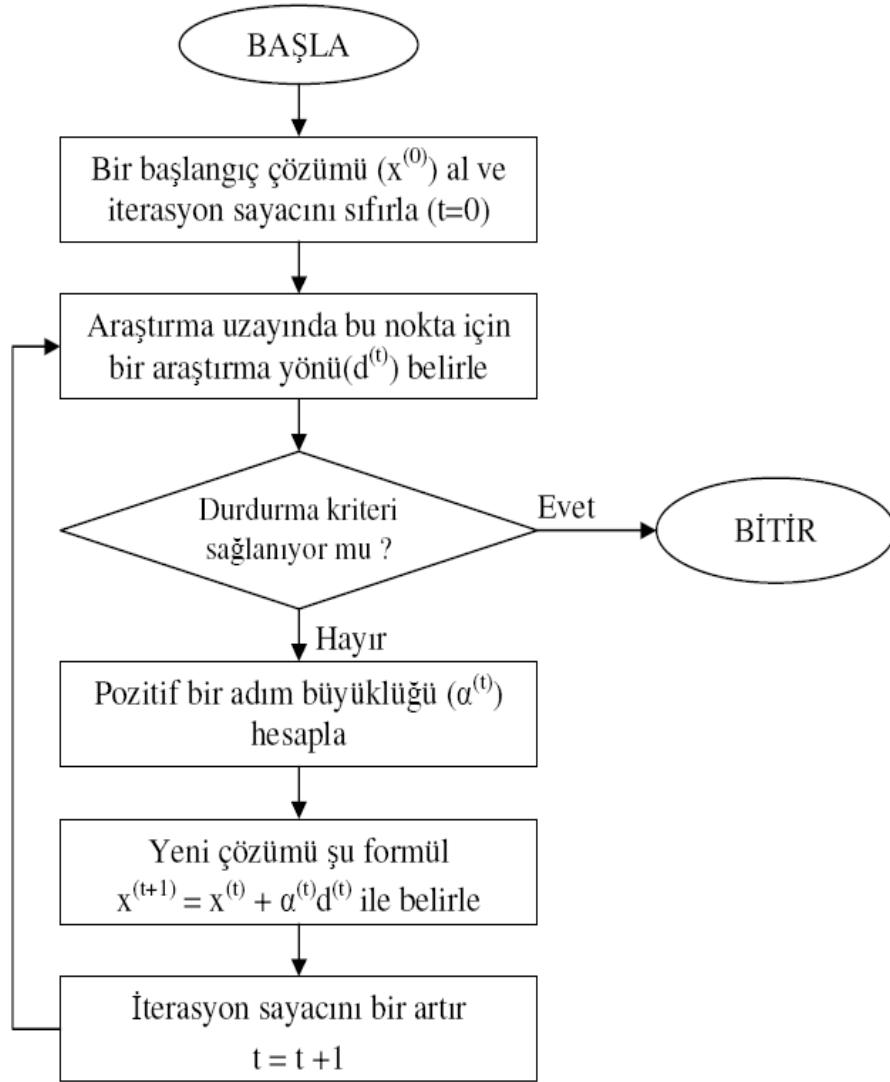
Genel olarak optimizasyon metotları iki gruba ayrılır (Karaboğa, 2004) :

Doğrudan Metotlar (Araştırma metotları)

Optimalite kriterlerine dayalı dolaylı metotlar

Dolaylı metotlarda ilk olarak optimalite kriterleri belirlenir, daha sonra yerel optimuma aday noktalar için problem çözülmektedir. Araştırma metotlarında ise tahmini bir başlangıç çözümü ile araştırmaya başlanır ve algoritma tarafından başlangıç çözümü iteratif olarak geliştirilir. Diğer bir deyişle optimum çözümleri bulmak amacıyla çözüm uzayı araştırılır.

Belirtilen iteratif araştırma işleminin akış şeması aşağıda Şekil 5.1’de gösterilmektedir:



Şekil 5.1 İteratif araştırma işlemi akış şeması (Erol, 2004)

Şekildeki algoritmik yapıdan anlaşıldığı gibi araştırma işleminin iki alt işlemden oluştuğu görülmektedir:

Araştırma yönünün ($d^{(t)}$) tayini

Adım uzunluğunun ($\alpha^{(t)}$) belirlenmesi

Adım büyüklüğünün belirlenmesi için kullanılan bazı metotlar ise şunlardır:

Eşit Aralıklı Araştırma

Altın Bölüm Araştırma

Polinom Enterpolasyonu

Geçmiş yıllarda araştırmacılar özellikle kombinatoriyal optimizasyon problemlerin çözümü için büyük çaba sarf etmişlerdir. Optimal çözümü elde etmek için gerekli olan hesaplama işlemleri açısından değerlendirildiğinde, KOP oldukça zor problemlerdir. Bundan dolayı, büyük boyutlu problemlerin çözümünde uygun hesaplama süresi içerisinde optimuma yakın çözümleri bulabilen yaklaşık algoritmaları geliştirmek ve kullanmak önemli hale gelmiştir. Bu yüzden zeki ve etkili sezgisel yaklaşımların zor problemlerin çözümünde kullanılması üzerinde oldukça fazla araştırma yapılmıştır. Bu yaklaşımlar ağırlıklı olarak biyoloji, zooloji, fizik, bilgisayar ve karar üretme bilimlerinden türetilmiştir (Karaboğa, 2004).

Kombinatoriyal optimizasyon problemlerinin büyük çoğunluğu NP-tam polinomiyal zaman sınırı olmayan problemler sınıfına girmektedir. Su ana kadar NP problemlerine polinomiyal algoritma geliştirilememiştir. NP kapsamında yer alan problemler için asıl optimum çözüm yerine, yakın çözümler tercih edilir. Bu tip problemlerin kesin çözümlerine makul sürelerde ulaşılamadığından, yerel arama ve stokastik arama yöntemleri ile yaklaşık çözümler elde edilir. Stokastik arama yöntemleri, yerel arama yöntemlerinin yerel optimumda takılıp kalma dezavantajlarını ortadan kaldırmak için geliştirilmiş yöntemlerdir.

Kombinatoriyal problemlerde, sonlu veya sayılabilir sonsuz bir kümeden, bir alt küme, bir nesneye, bir permutasyona ulaşmaya çalışılır. Kombinatoriyal optimizasyon problemleri, lineer programlama modellerine dönüştürülerek çözülebilir. Fakat bu işlem oldukça fazla hesaplama süresi gerektirmektedir. Kombinatoriyal optimizasyon problemlerinin büyük bir kısmı sezgisel yöntemler yardımı ile çözülebilmektedir. Diğer bir deyişle bu tip problemler için optimum değil, optimuma yakın çözümler elde edilmektedir (Eren, 2002).

5.2 Genetik Algoritmalar

5.2.1 Genetik Algoritmaların Tarihçesi

Michigan Üniversitesinde psikoloji ve bilgisayar bilimi uzmanı olan John Holland bu konuda ilk çalışmaları yapan insidir. Mekanik öğrenme (machine learning) konusunda çalışan Holland, Darwin'in evrim kuramında etkilenecek canlılarda yaşanan genetik süreci bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşündü. Tek bir mekanik yapının öğrenme yeteneğini geliştirmek yerine böyle yapılarda oluşan bir topluluğun çoğalma, çiftleşme, mutasyon, vb.

genetik süreçlerden geçerek başarılı (öğrenebilen) yeni bireyler oluşturabildiğini gördü. Çalışmalarının sonucunu açıkladığını kitabının 1975'te yayınlanmasından sonra geliştirdiği yöntemin adı Genetik Algoritmalar (ya da kısaca GA) olarak yerleşti. Ancak 1985 yılında Holland'ın öğrencisi olarak doktorasını veren David E. Goldberg adlı inşaat mühendisi 1989 da konusunda bir klasik sayılan kitabını yayınlana dek genetik algoritmaların pek pratik yararı olmayan bir araştırma konusu olduğu düşünülüyordu. Halbuki Goldberg'in gaz boru hatlarının denetimi üzerine yaptığı doktora tezi ona sadece 1985 National Science Foundation Genç Araştırmacı ödülünü kazandırmakla kalmadı, genetik algoritmaların pratik kullanımının da olabirliğini kanıtladı. Ayrıca kitabında genetik algoritmalara dayalı tam 83 uygulamaya yer vererek GA'nın dünyanın her yerinde çeşitli konularda kullanılmakta olduğunu gösterdi.

5.2.2 Genetik Algoritmanın Tanımı ve Genel Yapısı

Genetik algoritma, doğadaki evrim mekanizmasını örnek alan bir arama metodudur ve bir veri grubundan özel bir veriyi bulmak için kullanılır. Genetik algoritmalar 1970'lerin başında John Holland tarafından ortaya atılmıştır.

Genetik algoritmaları diğer algoritmalarından ayıran en önemli özelliklerden biri de seçmedir. Genetik algoritmalarda çözümün uygunluğu onun seçilme şansını artırır ancak bunu garanti etmez. Seçim de ilk grubun oluşturulması gibi rasgeledir ancak bu rasgele seçimde seçilme olasılıklarını çözümlerin uygunluğu belirler (Oğuz ve Akbaş, 1997).

Canlıların yapılarında var olan bir takım özellikler sanal ortamlarda taklit edilerek modeller geliştirilmeye ve bu modellerle de karşılaşılan problemlere çözümler bulunmaya çalışılmaktadır. Bu modellerin birisi olan genetik algoritmalar canlıların çevreye uyum ve genetik özelliklerinin araştırılmasıyla geliştirilmiştir (Kömür ve Altan, 2001).

Bugün bilgisayar yöntemleri biyolojik değerlendirmeden esinlenerek evrimsel hesaplama olarak adlandırılan bir şemsiye altında gruplandırılmıştır. Evrimsel hesaplamaların ana elemanlar aşağıda tanımlanmaktadır (Karr ve Freeman, 1999).

- Değerlendirme stratejileri
- Evrimsel programlama
- Genetik algoritmalar

Bu üç tekniğin her biri doğal değerlendirmedeki gözlemlenen süreci taklit eder ve verilen problem için aday çözümlerin değerlendirme popülasyonlarıyla etkili arama motorları sağlar.

GA' lar genel olarak evrimsel hesaplama alanındaki en göze çarpan teknik olarak düşünülebilir. GA hem problem çözmek hem de modelleme için kullanılmaktadır. Ancak Genetik Algoritmalar daha çok mühendislik problemlerinde optimizasyon amacıyla kullanılmaktadır.

Genetik Algoritmaları kör bir arama motoruna benzetebiliriz. Genetik Algoritmalar problemin yapısına bakmaksızın çok karmaşık optimizasyon problemleri için bile çözüm bulabilirler. Problemin karmaşıklığı genetik algoritmalar için hiç önemli değildir. Genetik algoritmaların ihtiyaç duyduğu şey problemin karar değişkenlerinin uygun bir yöntemle kodlanması ve neyin iyi olduğunu genetik algoritmaya belirtmek üzere tasarlanan bir uygunluk (amaç) fonksiyonudur. Genetik algoritmalar çözüm uzayını taramaya bir topluluk ile başladıkları için global optimum çözüme yaklaşmak diğer yöntemlere göre daha kolay olmaktadır. Genel olarak global optimum çözümü bulmayı garanti etmezlerse de buna yakın bir sonucu bulduğu bir çok araştırmayla ispatlanmıştır. Genetik Algoritmalar bir topluluk (başlangıçta bu topluluk genelde rastgele oluşturulur) ile başlar ve bu topluluk üzerinde çaprazlama, seçme ve mutasyon gibi yöntemlerin uygulanmasıyla problemin her aşamasında en iyiye doğru gidiş sağlanır.

5.2.3 Genetik Algoritmaların Temel Yapısı ve İşleyişi

Birçok alanda uygulama imkânı ve uygulamaları olan genetik algoritmaların işleme adımları aşağıdaki gibi açıklanabilir (Engin, 2001) .

- Arama uzayındaki tüm mümkün çözümler dizi olarak kodlanır.
- Genellikle rastsal bir çözüm kümesi seçilir ve başlangıç populasyonu olarak kabul edilir.
- Her bir dizi için bir uygunluk değeri hesaplanır, bulunan uygunluk değerleri dizilerin çözüm kalitesini gösterir.
- Bir grup dizi belirli bir olasılık değerine göre rastsal olarak seçilip çoğalma işlemi gerçekleştirilir.
- Yeni bireylerin uygunluk değerleri hesaplanarak, çaprazlama ve mutasyon işlemlerine tabi tutulur.
- Önceden belirlenen kuşak sayısı boyunca yukarıdaki işlemler devam ettirilir.
- İterasyon, belirlenen kuşak sayısına ulaşıncaya kadar işlem sona erdirilir.

- Amaç fonksiyonuna göre en uygun olan dizi seçilir.

```

begin
    Pt = 0;
    Pt başlangıç yığınını oluştur;
    Pt' yi değerlendir;
    while not {bitis koşulu} do
begin
    t = t+1;
    Pt-1'den Pt' yi seç; {Yeniden üretim operatörü}
    Pt' yi değisime uğrat; {Çaprazlama ve mutasyon operatörü}
    Pt' yi değerlendir;
end
end

```

Şekil 5.2 Genetik Algoritmanın Genel Yapısı

Genel yapısından görüleceği üzere basit bir AA'nın ilk aşamasında, tüm mümkün çözümlerin alt kümesinden oluşan bir başlangıç yığını elde edilir. Yığının her elemanı (bireyi) bir dizi olarak kodlanır. Her dizi biyolojik olarak bir kromozoma eşdeğerdir. GA'nın herhangi bir adımındaki yığın nesil (generation) olarak adlandırılır. Yığındaki her dizi bir uygunluk değerine (fitness value) sahiptir. Uygunluk değeri, hangi bireyin bir sonraki yığına taşınacağını belirler. Bir dizinin uygunluk değeri, problemin amaç fonksiyonu değerine eşittir. Bir dizinin gücü uygunluk değerine bağlı olup iyi bir dizi, problemin yapısına göre maksimizasyon problemi ise yüksek, minimizasyon problemi ise düşük uygunluk değerine sahiptir.

5.2.3.1 Genetik Operatörler

Mevcut yığından gelecek yığına taşınacak dizilerin seçilmesi işlemidir. Taşınan diziler,

genetik olarak mevcut yığında en uygun yapıya sahip dizilerdir. Bu işlem ile özel genetik yapıların bir sonraki yığına taşınması sağlanır. Genetik Algoritmalarda kullanılan operatörler, var olan populasyon üzerine uygulanan işlemler olarak tanımlanabilir. Bu işlemlerin amacı daha iyi özelliklere sahip yeni nesiller üretmek ve aranan en iyi çözüm alanını genişletmektir. Farklı uygulamalarda farklı operatörler kullanılmakla birlikte genelde üç standart operatör kullanılmaktadır. Bu operatörler:

- Üreme Operatörü
- Çaprazlama Operatörü
- Mutasyon Operatörü

Üreme operatörü, başlangıç populasyonunda rassal olarak üretilen kromozomların uygunluk değerlerine göre yeni bir populasyon oluşturma işlemidir. Bu işlem, ilerleyen jenerasyonlarda daha yüksek uygunluk değerlerine sahip bireylerin oluşmasını sağlar. Üreme işlemi belli bir seçme kriterine göre bireylerin seçilip yeni kuşağın oluşturulması işlemidir. Seçme kriterleri uyumluluğu esas alarak birbiriyle uyumlu olan bireyleri seçer. Daha sonra çaprazlama ve mutasyon uygulanacak olan bireylerden daha uyumlu yeni bireylerin ortaya çıkması olasıdır. Bireylerin tamamı uyumluluğa göre seçilebilir veya bir kısmı rastgele seçilerek yeni kuşağa aktarılabilir. Üreme operatöründe diziler, amaç fonksiyonuna göre kopyalanır ve iyi kalıtsal özellikleri gelecek kuşağa daha iyi aktaracak bireyler seçilir. Üreme operatörü yapay bir seçimdir. Dizileri uygunluk değerlerine göre kopyalama, daha yüksek uygunluk değerine sahip dizilerin, bir sonraki kuşaktaki bir veya daha fazla yavruya daha yüksek bir olasılıkla katkıda bulunması anlamına gelmektedir. Üreme, bireyleri seçme işleminden, seçilmiş bireyleri bir eşleme havuzuna kopyalama işleminden ve havuzda bireyleri çiftler halinde gruplara ayırma işleminden oluşur (Engin ve Fırlalı, 2002).

Genetik Algoritmaların akis diyagramına göre, uygunluk değerinin hesaplanması adımından sonra mevcut kuşaktan yeni bir populasyon oluşturulması gerekmektedir. Üreme işleminde, bir sonraki kuşak için yavru üretmek amacıyla hangi ailelerin yer alması gerektiğine karar verilir. Bu doğal seçimdeki en uygunun yaşaması durumuna benzerdir. Bu yöntem, ortalama uygunluğun üzerindeki değerlere çoğalma fırsatı tanımaktadır. Bir dizinin kopyalanma şansı, uygunluk fonksiyonuyla hesaplanan dizinin uygunluk değerine bağlıdır (Jang, 1997). Seçim yöntemlerine; rulet çemberi yöntemi, yapay seçim yöntemi, kısmi yapay seçim yöntemi, ters

yapay seçim yöntemi örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada, Goldberg (1989) tarafından geliştirilen rulet çemberi yöntemi kullanılmıştır. Yeni nesilde yer alacak kromozomların seçim olasılıkları uygunluk fonksiyonu değerlerine bağlı olarak değişmektedir. Makine verimleri yüksek olan kromozomların rulet çemberi yöntemine göre bir sonraki nesilde yer alma olasılıkları daha yüksektir. Çaprazlama operatörü Genetik Algoritmalarındaki en önemli operatördür.

Rastgele seçilen iki kromozomun yapıları kullanılarak yeni bir nesil oluşturulması esasına dayanır. Çaprazlama işlemi genel olarak ikili dizilerin parçalarının değiştirilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Farklı uygulamalarda farklı kodlama yöntemleri kullanıldığı için; tek noktalı çaprazlama, iki noktalı çaprazlama ve üniform çaprazlama gibi değişik çaprazlama yöntemleri kullanılmaktadır. Burada amaç, bir önceki neslin kromozom genlerinin yerini değiştirerek yeni nesil için kromozomlar üretmek ve böylece var olan uygunluk değeri daha yüksek olan kromozomlar elde etmektir.

Çaprazlama, genellikle rastsal olarak seçilen iki kromozom arasındaki genlerin değiştirilmesi ile oluşan yeni nesildir. Bu işlemde, bireylerin kromozomunu oluşturan dizilerin değişik kısımlar yer değiştirerek yeni nesil üretimi sağlanır. Bu yeni nesil popülasyonunda daha az uygunluk değerine sahip “zayıf” bireylerin yerine konabilir. Çaprazlama, genetik algoritmada en önemli operatördür ve jenerasyonda yeni çözümlerin üretimini sağlar.

Mevcut gen havuzunun potansiyelini araştırmak üzere, bir önceki kuşaktan daha iyi nitelikler içeren yeni kromozomlar yaratmak amacıyla çaprazlama operatörü kullanılmaktadır. Çaprazlama genellikle, verilen bir çaprazlama oranına eşit bir olasılıkla seçilen aile çeşitlerine uygulanmaktadır (Jang, 1997).

Genetik Algoritma'nın performansını etkileyen önemli parametrelerden biri çaprazlama işlemidir. Doğal popülasyonlardaki çaprazlamaya karşılık gelir. Üreme yöntemi sonucunda elde edilen yeni popülasyondan rastsal olarak iki kromozom seçilir ve karşılıklı çaprazlama işlemine tabi tutulur. Çaprazlama işleminde L , dizi uzunluğu olmak üzere, $1 \leq k \leq L-1$ aralığında üniform olarak k tamsayısı seçilir. Bu tamsayı değerine göre dizi çaprazlamaya tabi tutulur. En basit çaprazlama yöntemi tek noktalı çaprazlama yöntemidir. Tek noktalı çaprazlama yapılabilmesi için her iki kromozomun da aynı gen uzunluğunda olması gerekir. İki noktalı çaprazlamada ise kromozom iki noktadan kesilir ve karşılıklı olarak pozisyonlar

yer değiştirilir. Akis tipi çizelgeleme problemlerinde bir ve iki noktalı çaprazlama kullanılır. Bir ve iki noktalı çaprazlama, beş farklı yöntem ile gerçekteştirilir. Bu yöntemler, pozisyona dayalı, sıraya dayalı, kısmi planlı, dairesel, doğrusal ve sıralı çaprazlama yöntemleridir (Murata, 1996).

Genetik Algoritmada çaprazlama işleminden sonra mutasyon işlemi gerçekteştirilir. Mutasyon oluşan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önlemek ve sonuca daha hızlı ulaşmak amacıyla yapılır. Mutasyon, bireyin kromozomunu oluşturan dizideki tek bir elemanın değerinin rastgele olarak değermesidir. Mutasyon, çözümün alt optimal noktalara takılmasını önleyen ve çok düşük olasılık değeri ile uygulanan operatördür.

Mutasyon operatörü Genetik Algoritmalarda karar verici olarak ikinci derecede rol oynar. Amaç, varolan bir kromozomun genlerinin bir ya da bir kaçının yerlerini değerştirerek yeni kromozom oluşturmaktır. Yeniden ve sürekli yeni nesil üretimi sonucunda belirli bir süre sonra nesildeki kromozomlar birbirini tekrarlama konumuna gelebilir ve bunun sonucunda farklı kromozom üretimi durabilir veya çok azalabilir. İşte bu sebeple nesildeki kromozomların çeşitliliğini arttırmak için kromozomlardan bazıları mutasyona uğratılır.

Yapay sistemlerde mutasyon işlemi esnasında kromozomdaki gen sayısı değermez, sabit kalır. Doğal populasyonlar da mutasyon oranı oldukça düşüktür.

Mutasyon frekansının büyüklüğu Genetik Algoritmanın performansını etkilemektedir (Goldberg, 1989). Mutasyon işlemi bir tek kromozom üzerinde yapılır. Mutasyon frekansına göre, mutasyona uğratılacak sayıdaki diziler populasyondan rastsal olarak seçilir ve belirlenen mutasyon yöntemine göre değerişime uğratılır.

5.2.3.2 Genetik Algoritmaların Çalışma Prensihi

Genetik algoritmaların çalışma prensibi aşağıdaki gibi özetlenebilir (Oğuz ve Akbaş, 1997) :

Adım 1- Olası çözümlerin kodlandığı bir çözüm grubu oluşturulur (çözüm grubu, biyolojideki benzerliği nedeniyle, toplum (population), çözümlerin kodları (string) da kromozom olarak adlandırılır).

Bu adıma toplumda bulunacak birey sayısını belirleyerek başlanmaktadır. Kullanılacak sayı için bir standart yoktur. Genel olarak önerilen 100-300 aralığında bir büyüklüktür. Büyüklük seçiminde yapılan işlemlerin karmaşıklığı ve aramanın derinliği önemlidir. Toplum bu

işlemden sonra rastgele oluşturulur.

Adım 2- Her kromozomun ne kadar iyi olduğu bulunur (fitness function).

Kromozomların ne kadar iyi olduğunu bulan fonksiyona uygunluk fonksiyonu denir. Bu fonksiyon işletilerek kromozomların uygunluklarının bulunmasına ise hesaplama (evaluation) adı verilir. Bu fonksiyon genetik algoritmanın beynini oluşturmaktadır. Genetik algorithmada probleme özel çalisan tek kısım bu fonksiyondur. Uygunluk fonksiyonu kromozomları problemin parametreleri haline getirerek onların bir bakıma şifresini çözmektedir (decoding), sonra bu parametrelere göre hesaplamayı yaparak kromozomların uygunluğunu bulur. Çoğu zaman genetik algoritmanın başarısı bu fonksiyonun verimli ve hassas olmasına bağlı olmaktadır.

Adım 3- Bu kromozomlar eşlenerek (mating), yeniden kopyalama (recombination) ve değistirme (crossover) operatörleri uygulanır. Bu sayede yeni bir toplum oluşturulur.

Kromozomların eşlenmesi kromozomların uygunluk değerlerine göre yapılır. Bu seçimi yapmak için rulet tekerleği seçimi (roulette wheel selection) , turnuva seçimi (Tournament Selection) gibi seçme yöntemleri vardır. Örnek olarak bu çalışmada kullanılan rulet tekerleği seçimi aşağıda açıklanmıştır.

- Tüm bireylerin uygunluk değerleri bir tabloya yazılır.
- Bu değerler toplanır.
- Tüm bireylerin uygunluk değerleri toplama bölünerek $[0,1]$ aralığında sayılar elde edilir. Bu sayılar bireylerin seçilme olasılıklarıdır. Sayıların hepsi bir tabloda tutulur.
- Seçilme olasılıklarını tuttuğumuz tablodaki sayılar birbirine eklenerek rasgele bir sayıya kadar ilerlenir. Bu sayıya ulaşıldığında yada geçildiğinde son eklenen sayının ait olduğu çözüm seçilmiş olur.

Bu yöntemde rulet tekerleği seçimi ismi, bir daireyi, çözümlerin uygunluklarına göre dilimleyip çevirdiğimizde olacakların benzeşimi olduğu için verilmiştir.

Rulet tekerleği seçimi çözümlerin uygunluk değerlerinin negatif olmamasını gerektirir. Çünkü olasılıklar negatif olursa bu çözümlerin seçilme şansı yoktur. Çoğunluğunun uygunluk değeri negatif olan bir toplumda yeni nesiller belli noktalara takılıp kalabilir. şeklinde verilebilir.

Gen takası (crossover) genetik algoritmanın motoru kabul edilir. Basitçe olay iki ebeveyn kromozomun arasında belirlenen parçaların takasıdır. Genetik algoritmalar bu olayın benzeşimini temelde gen takası adı verilen iki yolla yapar.

Çizelge 5.1 Gen Takası

	Önce		Sonra
Fert A	010	111	010001
Fert B	101	001	101111

Gen takası toplumda çeşitliliği sağlar. İyi özelliklerin bir araya gelmesini kolaylaştırarak en iyiye yaklaşmayı sağlar. Değişirme kromozomun bir parçasının dışarıdan değiştirilmesi şeklinde tanımlanır. Değişirme görünüşte genetik algoritmanın dayanak noktasıdır, ancak etkisi bir çözüm üzerindedir. Bu da yalnız başına başarılı olmasını zorlaştırır. İkilik dizilerde değişirme rasgele bir bit'in değiştirilmesiyle sağlanabilir. Çok düşük bir değişirme olasılığı toplumda bazı özelliklerin kaybolmasına neden olabilir. Bu da en iyi sonuçların bulunmasına engeldir. Ancak yüksek bir değişirme olasılığı da eldeki çözümleri bozarak sonuca ulaşmayı zorlaştırır. Gen takası ve değişirmenin olasılıkları için kesin bir sayı yoktur. Değişirme (mutasyon) olasılığı 0.01-0.001, gen takası (cross-over) olasılığı 0.5-1.0 aralığında tavsiye edilir.

Adım 4- Yeni kromozomlara yer açmak için eski kromozomlar ortadan kaldırılır. Eski kromozomlar çıkartılarak sabit büyüklükte bir toplum sağlanır.

Adım 5- Tüm kromozomların uygunlukları tekrar hesaplanır. Tüm kromozomlar yeniden hesaplanarak yeni toplumunun başarısı bulunur.

Adım 6- Eğer jenerasyon süresi dolmamissa 3. adıma gidilir. Genetik algoritma defalarca çalıştırılarak çok sayıda toplum oluşturulup hesaplanır.

Adım 7- O ana kadar bulunmuş en iyi kromozom sonuçtur. Toplumların hesaplanması sırasında en iyi bireyler saklandığı için o ana kadar bulunmuş en iyi çözüm çözümdür.

5.2.3.3 Genetik Algoritmaların Performansını Etkileyen Faktörler

- Kromozom Sayısı: Kromozom sayısını arttırmak çalışma zamanını arttırırken azaltmak da kromozom çeşitliliğini yok eder.

- Mutasyon Oranı: Kromozomlar birbirine benzemeye başladığında hala çözüm noktalarının uzağında bulunuyorsa mutasyon işlemi GA'nın sıkıştığı yerden kurtulmak için tek yoldur. Ancak yüksek bir değer vermek GA'yı kararlı bir noktaya ulaştırmaktan alıkoyacaktır.
- Kaç Noktalı Çaprazlama Yapılacağı: Normal olarak çaprazlama tek noktada gerçekleştirilmekle beraber yapılan araştırmalar bazı problemlerde çok noktalı çaprazlamanın çok yararlı olduğunu göstermiştir.
- Çaprazlamanın sonucu elde edilen bireylerin nasıl değerlendirileceği: Elde edilen iki bireyin birden kullanılıp kullanılmayacağı bazen önemli olmaktadır.
- Nesillerin birbirinden ayrık olup olmadığı: Normal olarak her nesil tümüyle bir önceki nesle bağlı olarak yaratılır. Bazı durumlarda yeni nesli eski nesille birlikte yeni neslin o ana kadar elde edilen bireyleri ile yaratmak yararlı olabilir.
- Parametre kodlanmasının nasıl yapıldığı: Kodlanmanın nasıl yapıldığı en önemli noktalardan biridir. Örnek vermek gerekirse kimi zaman bir parametrenin doğrusal yada logaritmik kodlanması GA'nın performansında önemli bir farka yol açabilir.
- Kodlama gösteriminin nasıl yapıldığı: Bu da nasıl olduğu yeterince açık olmamakla beraber GA'nın performansını etkileyen bir noktadır. İkilik düzen, kayan nokta aritmetiği ya da gray kodu ile gösterim en yaygın yöntemlerdir.
- Başarı değerlendirmesinin nasıl yapıldığı: akıllıca yazılmamış bir değerlendirme işlevi çalışma zamanını uzatabileceği gibi çözüme hiçbir zaman ulaşmamasına neden olabilir (Oğuz ve Akbaş, 1997).

5.2.4 Genetik Algoritmaların Uygulama Alanları

Başlangıçta doğrusal olmayan (non-linear) en iyileme problemlerine uygulanan genetik algoritma, sonraları gezgin satıcı, karesel atama, yerleşim, atölye çizelgeleme, ders/sınav programı hazırlanması gibi problemlerde başarıyla uygulanmıştır. Son yıllarda üretim planlama, tasarım, elektronik ve finansman gibi farklı ve çok geniş sahalara kapsayan konuların alt birimlerinde yapılan gerek teorik gerekse uygulamalı genetik algoritma çalışmalarının sayısı artmaktadır.

“Genetik Algoritma hem problem çözmek hem de modelleme için kullanılmaktadır. Günümüzde genetik algoritmaların uygulama alanları genişlemektedir. Bunlardan bazıları:

Atölye Çizelgeleme, Yapay Sinir Ağları Tasarımı, Görüntü Kontrolü, Elektronik Devre Tasarımı, Optimizasyon, Uzman Sistemler, Paketleme Problemleri, Makine ve Robot Öğrenmesi, Gezgin Satıcı Problemi, Ekonomik Model Çıkarma v.b sayılabilir” (Mitchell ve Forest, 1994).

Karmaşık problemleri hızlı ve optimale yakın olarak çözebilen genetik algoritmalar, çeşitli problem tiplerine uygulanabilmektedir. Büyük çözüm uzaylarının geleneksel yöntemlerle taranması hesaplama zamanını arttırmaktadır. Ancak bu tip problemlere, genetik algoritmalar ile kısa sürede, kabul edilebilir çözümler bulunabilmektedir (Gonzales ve Fernandez, 2000).

Genetik algoritmaların çizelgeleme problemine ilk uygulama çalışması, Davis tarafından 1985 yılında yapılmıştır. 1987’de Liepins ve arkadaşları, belirli teslim tarihleri ve işlem süreleri olan işlerin çizelgelenmesi problemini araştırmışlardır. Bu problem en basit çizelgeleme problemi olarak adlandırılmaktadır. 1993’de Gupta ve arkadaşları, akış zamanını minimize etme amacını taşıyan tek makine modeli üzerindeki çalışmalarını yayınlamışlardır. Lee ve Kim’de (1995) gecikme ve sarkma cezalarını da modele katan çalışmalarını sunmuşlardır. Cheng ve arkadaşları yine aynı yıl, özdeş paralel makinelerden oluşan model üzerindeki çalışmalarını yayınlamışlardır. Bunun dışında; is atölyesi çizelgelenmesi problemi için Biegel ve Davern’nin 1990’da, akış atölyesi problemi için Badami ve Parks’ın 1991’de, süreç planlama problemi için Vancza ve Markus’un 1991’de yayınlanmış çalışmaları bulunmaktadır. Genel olarak genetik algoritmalar, çizelgeleme problemlerine optimale yakın çözüm bulmuşlardır. Fakat çözüm bulma süreleri diğer çözüm yöntemlerine göre oldukça hızlı olmuştur (Emel ve Taşkın, 2002).

5.2.5 Genetik Algoritmalarla Optimizasyon Örneği

Amacımız genetik algoritmanın bilgisayarda nasıl çalışacağını kağıt üzerinde açıklayıcı şekilde anlatmaktır.

Amaç: $f(x)=x^2$, $x \in [0,31]$ şeklinde verilen bir fonksiyonun, verilen aralıkta maksimizasyonu yapılması istenmektedir.

Adım 1: İlk olarak x sayısının kodlanması işlemi yapılmalıdır. x’in 0 ve 1’lerden oluşan 2 tabanındaki gösterilimi kullanılacaktır. Dolayısıyla x, 5 bit uzunluğunda bir kodla (string) temsil edilecektir. Öyle ki 0: “00000” ve 31: “11111” olacaktır.

Adım 2: Toplumun birey sayısı $n:4$ olarak seçilmiştir. Toplumu oluşturan dört birey, her biri 5 bit uzunluğunda birer kromozomla temsil edildiği için toplam 20 kere yazı tura atmak suretiyle belirlenmiştir. Elde edilen birey kromozomları aşağıdadır.

Birey 1: 01101, $x = 13$, $x^2 = 169$

Birey 2: 11000, $x = 24$, $x^2 = 576$

Birey 3: 01000, $x = 8$, $x^2 = 64$

Birey 4: 10011, $x = 19$, $x^2 = 361$

Adım 3: Yukarıda belirlenen bireyler için $f(x)=x^2$, bireylerin uygunluk değerlerini verir. Dört bireyin toplam uygunluk değerleri “ $169+576+64+361=1170$ ” dir. Dolayısıyla her bir bireyin rulet tekerleğinde kaplayacağı alan şu şekilde hesaplanır.

Birey 1: $169/1170=0.14$: %14

Birey 2: $576/1170=0.49$: %49

Birey 3: $64/1170=0.06$: %6

Birey 4: $361/1170=0.31$: %31

Bu değerler, rulet tekerleğinin her çevrilisinde hangi olasılıkla hangi bireyin seçileceğini belirtir, yani 0.14 olasılıkla 1 numaralı birey seçilecektir.

Adım 4: toplumda ki birey sayısının sabit kaldığı varsayıldığından dolayı, rulet tekerleği 4 kere çevrilerek çiftleşme havuzu oluşturulacaktır. Rulet tekerleği döndürülmüş ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

Birey 1 : 1 kere

Birey 2 : 2 kere

Birey 3 : 0 kere

Birey 4 : 1 kere

Bunun sonucunda elde edilen çiftleşme havuzunda şu şekildedir;

Aday 1 : 01101 (Birey 1)

Aday 2 : 11000 (Birey 2)

Aday 3 : 11000 (Birey 2)

Aday 4 : 10011 (Birey 4)

Adım 5: çiftleşme havuzu belirlendikten sonra iki aşamalı çaprazlama uygulanır. İlk aşamada adaylar çiftleşmek üzere rasgele olarak eşlenirler. Her ikili grup için bir kere zar atılarak

çaprazlaşmanın oluşacağı nokta belirlenir. rasgele eşleştirme yapılmış ve bunun sonucunda (Aday 1, Aday 2) ve (Aday 3, Aday 4) ikili grupları oluşmuştur. Çaprazlaşma noktaları zar atılarak 1. Grup için $k=4$ ve 2. Grup içinde $k=2$ olarak belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra çaprazlaşma gerçekleştirilmiş ve şu sonuçlar oluşmuştur; (çaprazlama noktaları “/” ile belirtilmiştir).

Çiftleşme grubu 1: ($k=4$)

Aday 1 : 0110/1 oluşan Birey 1 : 01100

Aday 2 : 1100/0 oluşan Birey 2 : 11001

Çiftleşme grubu 2 : ($k=2$)

Aday 3 : 11/000 oluşan Birey 3 : 11011

Aday 4 : 10/011 oluşan Birey 4 : 10000

Adım 6: Son aşama olan mutasyon bitler düzeyinde uygulanır. Bu örnekte her bir bit için (toplam 20 bit var) mutasyon olma olasılığı 0.01 olarak seçilmiştir. Dolayısıyla her bir bit için ağırlıklı yazı/tura (mutasyon olasılığına göre) atılarak hangi bitlerin mutasyona uğrayacağı belirlenir. Bu işlem yapılmış ve sonuçta oluşan birey 3'ün 2 numaralı bitinde mutasyon olacağı ortaya çıkmıştır.

Oluşan Birey 3 : 11011

Mutasyon sonucu oluşan Birey 3 : 10011

Bu adımın tamamlanmasıyla bir sonraki kuşağın oluşturacağı toplumun bireyleri belirlenmiş olur. Yeni toplum şu şekildedir;

Birey 1 : 01100, $x=12$, $x^2=144$

Birey 2 : 11001, $x=25$, $x^2=625$

Birey 3 : 10011, $x=19$, $x^2=361$

Birey 4 : 10000, $x=16$, $x^2=256$

3 temel operatörden oluşan genetik algoritma her aşamada yeni oluşan kuşağa uygulanarak bir sonraki kuşak elde edilecektir. Yukarıdaki örnekte tek bir iterasyon yapılmış ve başlangıç toplumundan bir sonraki kuşak oluşturulmuştur ancak genetik algoritmanın çalışmasının tam olarak gözlenebilmesi için tek bir iterasyon yeterli değildir. Yukarıdaki işlemlerde her şey çok

fazla rastgele gibi görünse de, uygunluk değeri yüksek olan bireylerin seçilme ve çiftleşme olasılıkları yüksek olduğu için kuşaklar ilerledikçe toplumu oluşturan bireylerin uygunluk değerlerinin ortalamasının da arttığı gözlenecektir. Bunun için ise tek bir iterasyon yeterli değildir.

6. LOJİSTİKTE TAŞIMA ŞEKİLLERİNİN GENETİK ALGORİTMALAR TEKİNİĞİ İLE BELİRLENMESİ VE BİR KOMBİNE TAŞIMACILIK ÖRNEĞİ

Son yıllarda artan küresel rekabetle birlikte, yaklaşık değerler arz eden üretim maliyetlerini düşürmenin zorluğu firmaları üretim alanlarından ziyade lojistik faaliyetlere yönlendirmiştir. Üretilen malların eksiksiz, hasarsız ve zamanında teslimi veya rakiplerine göre daha ucuz teslim edilmesi firmaları bu yoğun rekabette bir adım öne taşıyabilir. Bu durum tüm dünyada olduğu gibi bizim ülkemizde de aynıdır.

Bu çalışmada havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu gibi tüm ulaştırma şekillerinin uygulanabileceği ülkemizde, bu ulaştırma türlerinin optimum kullanımını ve ülke ekonomisine katabileceği değerleri araştıran gerçekçi bir model kuruldu ve kombinatoriyal optimizasyon problemlerinde kullanılan optimizasyon tekniklerinden biri olan Genetik Algoritmalar optimizasyon tekniği ile çözüldü.

6.1 Modelin Tanımlanması

Kurulan modele göre merkez fabrikaları İzmir ve İstanbul'da bulunan bir firmanın ürettiği ürünleri Ankara, İskenderun, Samsun ve Erzurum'daki dağıtım merkezlerine gönderdiği öngörülmüştür. Gönderilecek ürünlerin taşıma şekli için Türkiye'de kullanılan bütün taşıma türleri modelde hesaba katılmıştır. Bu çalışmanın amacına uygun olması itibarıyla de kaynaklar ve hedefler arasında gerek doğrudan gerek aktarmalı olarak bütün olası rotalar modelde düşünülmüştür.

Kaynak noktaları, diğer bir deyişle taşıma olayının başlangıç noktaları liman, hava limanı, demiryolu istasyonu ve karayolu ulaşımı imkanının bulunması ve aynı zamanda endüstri kuruluşlarının yoğun olarak bu şehirlerimizde yerleştiği göz önüne alınarak seçilmiştir.

İskenderun ve Samsun şehirleri deniz taşımacılığının da etkin kullanımının araştırılması bakımından özellikle seçilmiştir. Ankara şehrinin, Türkiye'nin coğrafi konumu itibarıyla merkezde bulunması sebebiyle ve yine ulaştırma ve dağıtım ağında kolaylık sağlayabileceği düşünülerek modele konulmuştur. Modelde nihai maliyet hesabında kullanılacak olan maliyet değerleri sektörde hizmet veren firmalardan temin edilmiş olup doğruluğu garanti edilmemektedir.

6.2 Modelin Kısıtları

Modelde taşımaya konu olan ürün çürümeye ve bozulmaya karşı korumalı, kuru yükten ibaret olup, elleçlenmede ve taşınmada yüklenici firmalara hiçbir cezai sorumluluk yüklemeyen içeriktedir. Söz konusu yükün taşınması sürecinde zaman kısıtı yoktur veya yükün mahiyeti itibariyle ihmal edilebilir. Yükün akışı batıdan doğuya, kuzeyden güneye, güneyden kuzeye doğru olabilmektedir ve doğudan batıya her hangi bir akış olmamaktadır. Ayrıca kaynaklar arasında da herhangi bir alış-veriş mümkün değildir.

Taşımacılıkta kullanılan araçlar modelde bahsi geçen ulaştırma ağı içerisinde hareket edebilmektedirler. Bu maliyetlere araçların boş gitme (taşımama) maliyetleri, bakım, arıza ve yakıt giderleri de dahil edilmiştir. Maliyet hesaplarında modele konu olan şehirler arasındaki mesafeler her ulaştırma türü için hesaba katılmıştır.

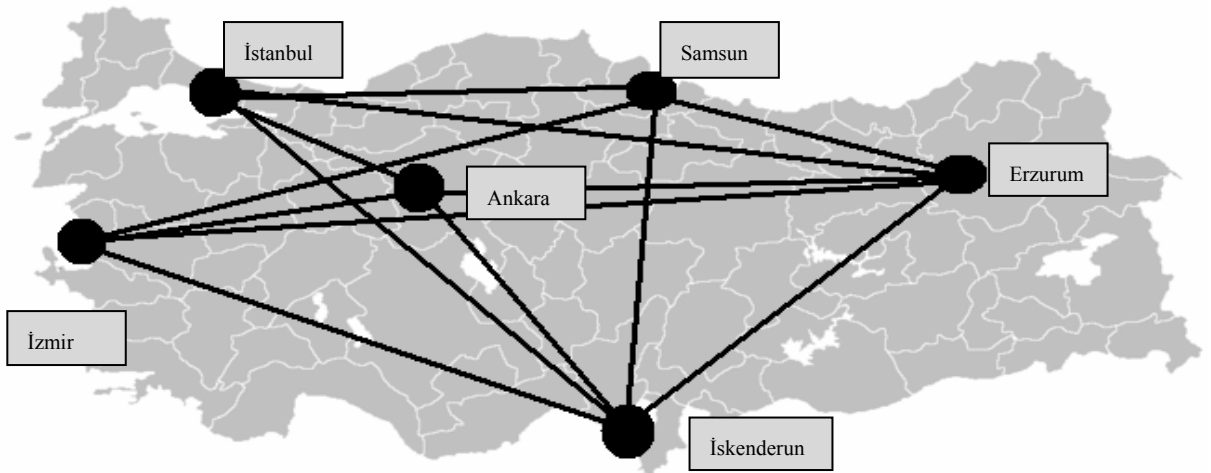
6.3 Maliyet Hesapları

Modelimizde toplam taşıma maliyeti hesaplanırken, taşınacak mal miktarı, taşıyacak aracın kapasitesi, yükün taşınacağı şehirlerarasındaki mesafe ve her bir taşıma aracının kilometre başına taşıma maliyeti esas alınmıştır.

$$\text{Taşıt Sayısı} = (\text{Taşınacak Miktar} / \text{Taşıt Kapasitesi}) + 1$$

$$\text{Toplam Maliyet} = (\text{Noktalar arası Mesafe}) * \text{Taşıt Sayısı} * \text{Taşıma Maliyeti}$$

6.4 Modelin Harita Üzerinde Gösterimi



Şekil 6.1 Modelin harita üzerinde gösterimi

Modelin harita üzerinde gösterimi yukarıdaki gibidir. İstanbul'dan Samsun'a havayolu, karayolu, denizyolu ve demiryolu ulaştırma alternatiflerinin tamamı mevcuttur. İstanbul'dan Ankara'ya havayolu, karayolu, demiryolu varken, İskenderun'a denizyolu, demiryolu ve karayolu ulaşımı vardır. Ayrıca İstanbul'dan Erzurum'a doğrudan, hiçbir yere uğramadan giden havayolu, karayolu ve demiryolu alternatifleri mevcuttur. İzmir'e gelince, İzmir'den İskenderun'a karayolu, demiryolu ve denizyolu seçenekleri bulunurken, Ankara'ya karayolu, havayolu, demiryolu ulaşımı mevcuttur. Bunun yanında İzmir'den Samsun'a aktarmasız havayolu, karayolu ve demiryolu ulaştırma türleri kullanılabilir. Bunların yansın Ankara'dan İskenderun, Samsun ve Erzurum'a karayolu ve demiryolu seçenekleri ulaşılabilir olup, Samsun ve Erzurum'a havayolu ulaştırma türü de mevcuttur. Samsun İskenderun arasında doğrudan karayolu ve demiryolu ulaştırma türleri bulunmaktadır.

6.5 Model İçin PyGenetix Programının Çalıştırılması

Modelimiz için oluşturulan fonksiyonuna taşınacak yükün, hangi şehre hangi miktarda gideceğini girdikten sonra programın “Genetik Algoritmalar” ile çözümünün elde edilmesi için şu parametrelerde karar kılınmıştır:

Populasyon Sayısı: 10,

Kromozom Uzunluğu: 8 bit ($4 \times 2 = 8$)

Elitleme Oranı (Elitism Rate) : 0.1

Mutasyon Oranı: 0.8

Çaprazlama Oranı: 0.3

Elitlerin Sayısı: 1

Çaprazlanan Çiftlerin Sayısı: 1

Generasyon Sayısı: İsteğe göre değişebilir. Problemin ve modelin kolaylık-zorluk derecesi uygun çözümün bulunma zamanında etkilidir. Burada model nispeten daha kolay bir model olduğu için program uygun çözümü ilk denemelerinde bulabilmiştir. Örneğin 30000 birimlik bir parti yük İzmir'den yola çıksın, ve 10000 birimlik kısmını Ankara'ya bırakmak suretiyle Erzurum'a götürmesi gereken yükü götürsün. Bu durum için yukarıdaki parametrelerin yansın uygunluk değeri 40 kez hesaplınsın (40 generasyon). Pygenetix programının bu şartlarda çıktısı şu şekilde olacaktır. Pygenetix konsol tabanlı MS-Dos ortamında çalışan, “Python” programlama diliyle yazılmış bir programdır. “Notepad” ortamında kodlanır ve

çalıştırılır.

```

C:\Python25\python.exe
CONFIGURATION
number of populations      : 10
chromosome length         : 8
elitism rate              : 0.1
mutation rate             : 0.8
crossover rate            : 0.3
number of elits           : 1
number of crossover pairs : 1
number of mutable bits    : 6

[press enter to continue / ctrl + c to abort]

 1 fitness value : 64000
 2 fitness value : 64000
 3 fitness value : 64000
 4 fitness value : 64000
 5 fitness value : 64000
 6 fitness value : 64000
 7 fitness value : 64000
 8 fitness value : 64000
 9 fitness value : 64000
10 fitness value : 64000
11 fitness value : 64000
12 fitness value : 64000
13 fitness value : 64000
14 fitness value : 64000
15 fitness value : 64000
16 fitness value : 64000
17 fitness value : 64000
18 fitness value : 64000
19 fitness value : 64000
20 fitness value : 64000
21 fitness value : 64000
22 fitness value : 64000
23 fitness value : 64000
24 fitness value : 64000
25 fitness value : 64000
26 fitness value : 64000
27 fitness value : 64000
28 fitness value : 64000
29 fitness value : 64000
30 fitness value : 64000
31 fitness value : 64000
32 fitness value : 64000
33 fitness value : 64000
34 fitness value : 64000
35 fitness value : 64000
36 fitness value : 64000
37 fitness value : 64000
38 fitness value : 64000
39 fitness value : 64000
40 fitness value : 64000
Final Chromosome : [3, 3, 0, 3]
nokta : izmir
tren kullaniliyor ...
nokta : ankara
tren kullaniliyor ...
nokta : erzurum

[press enter to continue / ctrl + c to abort]

```

Şekil 6.2 Program çıktısı-1

Burada da görüldüğü üzere İzmir'den yola çıkacak olan yükün 10000 parçalık kısmı Ankara'ya tren ile bırakıldıktan sonra, kalan miktar Erzurum'a yine tren ile bırakılmıştır. Modelin bu bölümünde her bir taşıt için kilometre başına taşıma maliyetleri karayolu için 30 para birimi, havayolu için 80 para birimi, deniz yolu için 10 para birimi ve demiryolu için 20 para birimi olarak değerlendirmeye alınmıştır. Programın çıktısında da görüldüğü gibi bu

taşıma operasyonu için uygunluk değeri 64000 para birimidir.



Şekil 6.3 1. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi

Oluşturulan modelde küçük bir değişiklik yapıp bu sefer İstanbul'dan çıkan 40000 birimlik bir parti yük için İskenderun'dan 20000 birim ve Erzurum'dan 20000 birimlik talepler olsun. Parametreler değiştirilmeden yine 40 kez genere edilsin. Çıkan sonuç aşağıdaki gibidir:

```

C:\Python25\python.exe
CONFIGURATION
number of populations      : 10
chromosome length         : 8
elitism rate               : 0.1
mutation rate             : 0.8
crossover rate            : 0.3
number of elits           : 1
number of crossover pairs : 1
number of mutable bits    : 6

[press enter to continue / ctrl + c to abort]

 1 fitness value : 118500
 2 fitness value : 114000
 3 fitness value : 97000
 4 fitness value : 97000
 5 fitness value : 97000
 6 fitness value : 97000
 7 fitness value : 97000
 8 fitness value : 97000
 9 fitness value : 97000
10 fitness value : 97000
11 fitness value : 97000
12 fitness value : 97000
13 fitness value : 97000
14 fitness value : 97000
15 fitness value : 97000
16 fitness value : 97000
17 fitness value : 97000
18 fitness value : 97000
19 fitness value : 97000
20 fitness value : 97000
21 fitness value : 97000
22 fitness value : 97000
23 fitness value : 97000
24 fitness value : 97000
25 fitness value : 97000
26 fitness value : 97000
27 fitness value : 97000
28 fitness value : 97000
29 fitness value : 97000
30 fitness value : 97000
31 fitness value : 97000
32 fitness value : 97000
33 fitness value : 97000
34 fitness value : 97000
35 fitness value : 97000
36 fitness value : 97000
37 fitness value : 97000
38 fitness value : 97000
39 fitness value : 97000
40 fitness value : 97000
Final Chromosome : [0, 3, 3, 0]
nokta : istanbul
gemi kullaniliyor ...
nokta : iskenderun
tren kullaniliyor ...
nokta : erzurum

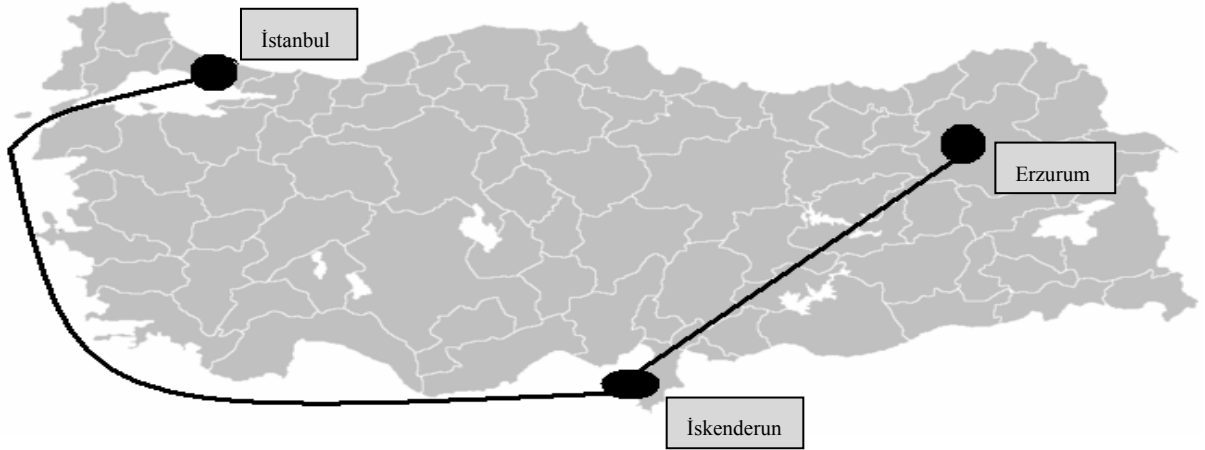
[press enter to continue / ctrl + c to abort]

```

Şekil 6.4 Program çıktısı-2

Burada dikkat çeken konu yükün İskenderun'a da taşınması gerektiğinden üzerinden taşınması muhtemel olan yollar artmış ve model karmaşıklaşmıştır. İşte bu yüzden program en uygun değeri bir önceki örnekte olduğu gibi hemen bulamamıştır. Önceki modelde ilk iterasyonda bulunduğu minimum değeri bu sefer sekizinci iterasyonda bulmuştur. Burada da

program muhtemel yolları deneyerek en son 97000 para birimi değerini bulmuştur. Bu sonuç bu çalışmanın hedefi açısından çok sevindiricidir. “Kombine Taşımacılık” konusunda çalışmanın amacına uygun olarak bir kaynaktan bir hedefe taşımacılık yapılırken birden fazla ulaştırma türünün kullanılması arzu edilir. Programın çıktısı da bu doğrultudadır. İstanbul’dan çıkan 40000 birimlik yükün 20000 birimi İskenderun’a denizyolu ile ulaştırılmıştır. Kalan kısmı da Erzurum’a demiryolu ile taşınmıştır.



Şekil 6.5 2. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi

6.6 Modelin Girdilerinin Değiştirilmesi ve Bir Benzetim Çalışması

Çalışmanın bu bölümünde ülkemizde şu anda uygulanmayan, ancak uygulanması durumunda nelerin değişebileceğini, bu tür bir değişikliğe ihtiyaç duyulup duyulmadığı araştırılmıştır. Ülkemizin ekonomik ve coğrafi koşulları taşıma türlerinin tümünü etkin şekilde kullanmaya izin vermemektedir. Hangi model kurulursa kurulsun demiryolu ve denizyolu ulaştırmasının ülkemizdeki koşulları maliyet kriteri dikkate alındığında havayolu ve karayolu ulaştırma şekillerini geride bırakacaktır. Bunlardan birincisi daha modern ve güncel teknolojiyi kullanan bir tür demiryolu ulaşım türü olsaydı modelin yine benzer güzergahlar için ne tür çıktılar üretebileceğidir. Bunun için mevcut maliyet fonksiyonunu hesaplamak için kullanılan demiryolu maliyet değeri artırılmıştır.

Yine parametreler değiştirilmeden çalıştırılan program aşağıdaki çıktıyı vermiştir.


```

C:\Python25\python.exe
number of populations      : 10
chromosome length         : 8
elitism rate               : 0.1
mutation rate             : 0.8
crossover rate            : 0.3
number of elits           : 1
number of crossover pairs : 1
number of mutable bits    : 6

[press enter to continue / ctrl + c to abort]

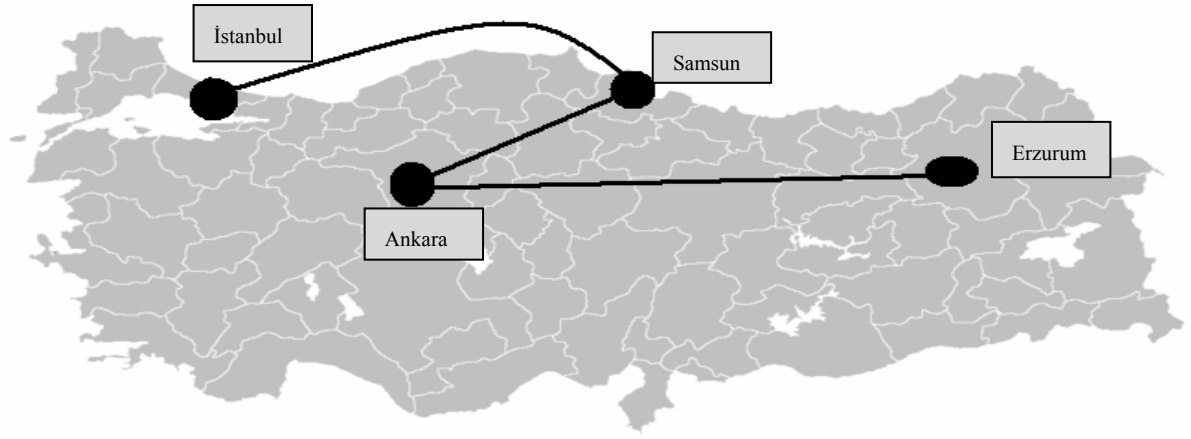
 1 fitness value : 251500
 2 fitness value : 251500
 3 fitness value : 251500
 4 fitness value : 251500
 5 fitness value : 251500
 6 fitness value : 251500
 7 fitness value : 251500
 8 fitness value : 251500
 9 fitness value : 251500
10 fitness value : 251500
11 fitness value : 251500
12 fitness value : 251500
13 fitness value : 251500
14 fitness value : 251500
15 fitness value : 251500
16 fitness value : 251500
17 fitness value : 251500
18 fitness value : 251500
19 fitness value : 251500
20 fitness value : 251500
21 fitness value : 251500
22 fitness value : 251500
23 fitness value : 251500
24 fitness value : 251500
25 fitness value : 251500
26 fitness value : 251500
27 fitness value : 251500
28 fitness value : 251500
29 fitness value : 251500
30 fitness value : 251500
31 fitness value : 251500
32 fitness value : 251500
33 fitness value : 251500
34 fitness value : 251500
35 fitness value : 251500
36 fitness value : 251500
37 fitness value : 251500
38 fitness value : 251500
39 fitness value : 251500
40 fitness value : 251500
Final Chromosome : [1, 3, 0, 0]
nokta : istanbul
gemi kullaniliyor ...
nokta : samsun
tren kullaniliyor ...
nokta : ankara
tren kullaniliyor ...
nokta : erzurum

[press enter to continue / ctrl + c to abort]

```

Şekil 6.6 Program çıktısı-3

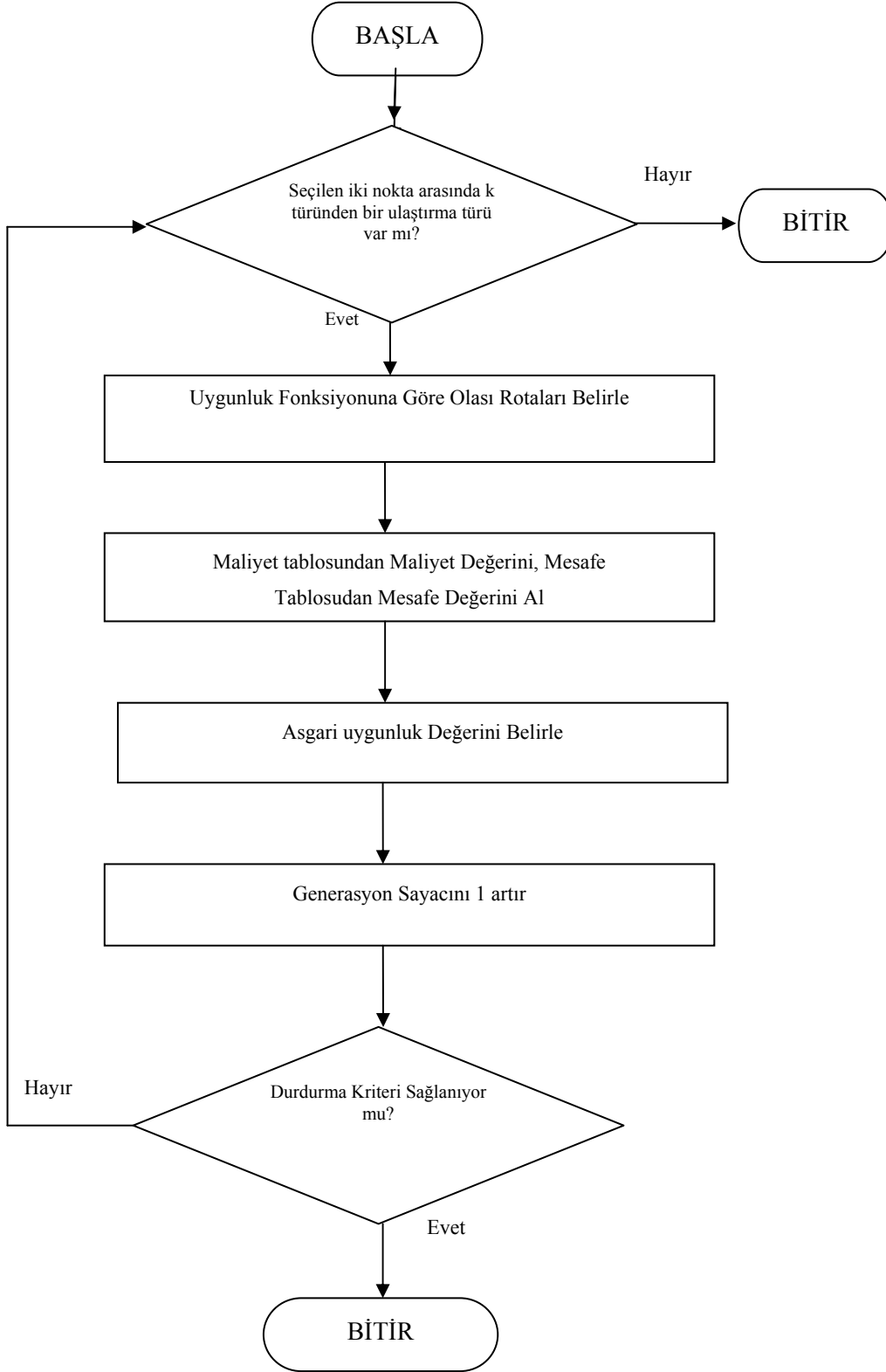
Program çıktısında da görüldüğü gibi İstanbul'dan çıkıp 40000 birimlik yükün 20000 birimlik kısmı Ankara'ya götürülecek ve kalanı da Erzurum'a taşınacaktır. Burada program asgari uygunluk değerini farklı bir güzergah üzerinde bulmuştur. Bu da İstanbul-Samsun arası denizyolu, Samsun-Ankara arası demiryolu ve Ankara-Erzurum arası yine demiryolu ile taşınacaktır.



Şekil 6.7 3. Sonucun harita üzerinde gösterilmesi

Bu benzetim çalışmasının sonucunda görülmüştür ki daha hızlı, daha modern ve güncel teknoloji kullanan bir demiryolu ulaştırma türü kullanılırsa mevcut şartlarda maliyet açısından daha uygun olacaktır.

6.7 Modelin Program Akış Şeması



Şekil 6.8 Program akış şeması

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürekli değişen uluslararası rekabet ortamında fiziksel dağıtım olarak da nitelendirebileceğimiz lojistik kavramı ile bu çalışmada bahsedilen konular kapsamında bir ürünün doğru zamanda, doğru yerde olmasını ve ekonomik koşulların zorluğu dikkate alınarak kabul edilebilir, makul bir maliyetle elde edilmesini öngören faaliyetlerinin en önemli kısımlarından biri taşımacılık kısmıdır.

Bir ülkedeki taşımacılık sektörünün durumu o ülkenin ekonomik gelişmişliğinin göstergelerinden biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan, batı-doğu ve kuzey-güney doğrultusunda önemli bir genişliğe sahip olan ülkemizde taşımacılık sektörünün gelişmişliği ne yazık ki istenilen düzeyde değildir.

Bu durumun sebepleri olarak denizlerin yeterli etkinlikte kullanılamaması, en son 1945 yılında revizyon yapılan demiryollarının çağdaşıktan uzak demode ve yetersiz kalması, havayolu ulaştırma şekline ilginin henüz arzu edilen seviyede olmaması, bu ulaştırma türünün pahalı olması ve bütün bu sebeplere bağlı olarak zaten altyapısı ve teknolojisi yetersiz olan karayolu ulaştırma türüne gereğinden fazla yüklenilmesi, bunun sonucunda da karayollarında aşırı yoğunluk, can ve mal hasarına sebep olan kazalar gösterilebilir.

Bu ulaştırma türlerinden sadece denizyolu ve demiryolunda bile yeterli iyileştirmeler yapılırsa ülkemiz ekonomisi açısından önemli mesafeler alınabilir. Denizyolu ve demiryolunun daha fazla ve etkin kullanımı demek karayollarındaki aşırı yoğunluğun azalması, karayolu taşıma araçlarındaki kapasite kısıcının aşılması, daha az araç ile daha fazla yük ve yolcu taşınması anlamına gelmektedir. Bunun yanında daha yüksek teknoloji kullanan, daha çok Batı Avrupa'da kullanılan demiryolu taşımacılık sistemlerinin ülkemiz demiryollarına entegre edilmesi, yine istenilen yere istenilen şeyin doğru yerde doğru zamanda ulaşmasını sağlayabilir.

Ekonomik olarak geri kalmış olan Doğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en önde gelen sorunları, pazara, hammaddeye ve sermayeye uzak olmalarıdır. Etkin ve verimli bir ulaştırma ağı bu sorunların önemli bir kısmının çözülmesinde etkili olabilir. Böylece burada kurulacak olan tesislerde üretilen ürünler Türkiye'nin her tarafına ve hatta yurtdışına sevk edilebilir ve ekonomik kalkınmışlık seviyesinin düşüklüğüne bağlı ortaya

çıkan göç ve benzeri diğer sorunların birçoğu giderilebilir.

Karayollarına çevre kirliliği, trafik sıkışıklığı, aşırı yüklenme ve altyapı yetersizliği nedeniyle meydana gelen kazalardan dolayı getirilen kısıtlamalar insanların farklı taşıma alternatifleri üzerinde düşünmesini sağlamıştır. Bu farklı alternatiflerden biri de kombine taşımacılıktır. Kombine taşımacılık, ulaştırma şekilleri hususunda insanları belirli taşıma türlerine mahkum etmekten kurtarabilir. İnsanlara daha fazla alternatif sunmanın tek yolu ise yeterli büyüklükte ve etkinlikte bir ulaştırma ağının kurulmasıdır.

TÜİK verilerine göre 2005 yılı itibariyle ülkemizde taşınan yük miktarının %94'ü ve yine taşınan yolcu sayısının %95'i karayollarında taşınmaktadır. Sadece bu istatistik bile taşımacılık sektörünün ülkemizdeki durumun açık bir göstergesidir. Karayollarının bu denli çok kullanılması dünyanın orta vadede en büyük sorunlarından biri olan enerji kullanımı açısından dikkat çekicidir. Petrol ve petrol ürünlerini ithal eden bir ülke olarak %94-95 rakamlarının %50-60'lara çekilmesi durumunda sağlanacak tasarrufun ülkemiz ekonomisine katkısı tasavvur edilemeyecek kadar fazla olacaktır. Petrol ve petrol ürünlerine muhtaç olan bir ülke bu ürünlerin tamamlayıcı ürünleri olan otomotiv ve benzeri petrol ile çalışan ürünleri ithal etmeye de muhtaçtır. İthal edilen bu kalemlerde sağlanabilecek bir düşüş cari açığın çok yüksek olduğu, ihracatının, ithalatının yarısını bile karşılayamayan bir ülke için önemlidir. 28 Nisan 2007'de yayınlanan Denizcilik Sektörü Raporu'na göre denizlerdeki ekonomik potansiyelin artması ve uluslararası hukuki düzenlemeler nedeni ile dünya ülkeleri denizlerdeki çıkarlarını korumaya yönelmiş ve denizi verimli kullanan ülkeler dünya ticaretine de hakim olmuşlardır. Ülkemizin, uluslararası deniz ulaşım yollarının kavşağında bulunan jeo-stratejik coğrafik konumuna, 8333 km. kıyısı bulunmasına rağmen dünya ticaretinde hak ettiği yerde değildir. Ticari açıdan büyük önem taşıyan konteynır taşımacılığı, özellikle demir ve denizyolu taşımacılığının ağırlığının artırılmasını gerekli kılmaktadır. Avrupa Birliği ulaştırma politikaları, yoğunluğu azaltan, çevreyi koruyan, rekabete açık ve tüketiciye en iyi hizmetin sağlanmasını hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmak için, çok modlu taşımacılığın geliştirilmesi de önemli bir basamak olarak tanımlanmıştır. Avrupa Birliği'ne girmeye aday olan bir ülke olarak bu ulaştırma politikalarından uzak olunması düşünülemez. Denizcilik Sektörü Raporu'na göre Türkiye'nin dış ticaretinde denizyolunun tercihi %91 iken bunda Türk bandrollü gemilerin oranı %35'i geçmemektedir. Türkiye'de transit taşımacılıkta kullanılan en önemli limanlar Akdeniz'de Mersin ve İskenderun limanları, Karadeniz'de ise

Samsun ve Trabzon limanlarıdır. Ulaştırma ağıının etkinleştirilmesi için bu limanlar demiryolu ve karayolu bağlantıları ile tercih edilir duruma getirilmelidir.

Türkiye’de son yıllarda havacılık alanında yapılan atılım deniz ve demiryollarında da yapılmalıdır. Yakın zamana kadar sadece Türk Hava Yolları hizmet verirken, özel kuruluşlara da açılan bu sektör gelişimini hızlandırmıştır. Aynı durum demiryolları için de uygulanmalı, demiryolu ağını canlanmasına ve gelişmesine katkıda bulunacak özel kuruluşlara fırsat verilmelidir. Havacılık sektöründe uygulanan bu modelin demiryolu taşımacılığında da uygulanması etkin bir taşımacılık ağı için faydalı olabilir.

Elleçlenme, aktarma, gümrükleme ve benzeri süreçlerin kolaylaştırılması için Limanlara, havalimanlarına ve istasyonlara yakın yerlerde lojistik köyleri kurulmalı ve işlemlerin hızlandırılması için gerekli teknolojik altyapı sağlanmalıdır.

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi lojistik sektöründe ekonomi, hız, güvenlik, esneklik, çevreye duyarlılık, en uygun ve de elde edilebilir enerji kaynaklarını kullanması ve konfor, coğrafi özellikler de dikkate alınarak bütün taşımacılık türlerinin mümkün kombinasyonlarıyla birlikte kullanımına imkan verilmelidir. Kombine taşımacılık teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

Acar, B., (2004), “Dünya Deniz Ticaretindeki Gelisim ve Türkiye Denizciligine Etkileri”, MFL Yıl: 1, Sayı: 1, Ocak-Subat, s. 35.

Akbaş, S., Oğuz, M., (1997), Genetik Algoritmalar, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Aktaş, A.O., (2004), “Lojistik Yönetiminde Kombine Taşımacılık”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi

Aşıcı, Ö., Tek, B., (1985), Fiziksel Dağıtım Yönetimi, İzmir

Baker, B., M., Ayechev, M., A., (2003), “A Genetic Algorithm For The Vehicle Routing Problem”, Computers & Operations Research, 30, 787-800

Bakırcı, F., (2007), “Tedarik Zinciri Yönetimi ve Dağıtım Kanallarında Örnek Bir Uygulama”, Tezsiz yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi

Ballou, R.H., (1999), Business Logistics Management; Planning, Organizing and Controlling The Supply Chain, Fourth Edition, Prentice Hall. New Jersey, p.11.

Birdoğan, B., (2004), Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi, Volkan Matbaacılık, Eylül, Trabzon, s.23.

Blum, C., Roli, A., (2003), Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison, ACM Computing Surveys, 35, 3, 268-308

Buket, C., (2006), “Türkiye’de Çok Modlu Taşımacılık, AB Ulaşım Politikaları ve Uyum Sürecinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi

Cordeau, J. F., Gendreau, M., Laporte, G., Potvin, J.Y., Semet, F., (2002), “A Guide To Vehicle Routing Heuristics”, Journal of the Operational Research Society, 53, 512-522

Çakmak, G., (2007), “Küresel Lojistikte Yeni Trendler ve Delphi Şirketinde Lojistik Dış Kaynaklama Üzerine Bir Uygulama”, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi

Çancı, M., Erdal, M., (2003), Uluslararası Tasımacılık Yönetimi, Uluslararası Tasımacılık ve Lojistik Üretenler Derneği, İstanbul, 1-302

Emel, G. G., Taskın Ç., (2002), “Genetik Algoritmalar Ve Uygulama Alanları”, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt XXI, Sayı 1, s.129-152

Engin, O., Fığlalı A., (2002), “Genetik Algoritmalarla Akış Tipi izelgelemede Üreme Yöntemi Optimizasyonu”, İtüdergisi/mühendislik, Cilt:1 Sayı:1 Ağustos

Engin, O., (2001), “Akış Tipi izelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma ile özüm Performansının Arttırılmasında Parametre Optimizasyonu”, Doktora Tezi,İstanbul Teknik Üniversitesi

Erdem, H.H., (2002), “Türkiye’de Alternatif Santral Kapasitelerinin ve Bölgelere Göre Dağıtımlarının Optimizasyonu”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

Eren, H., (2002), “Akış Tipi izelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma(GA) İle özüm Performansının Arttırılmasında Deney Tasarımı Uygulaması”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi,

Erol, V., (2006), “Araç Rotalama Problemleri İçin Populasyon ve Komşuluk Tabanlı Metasezgisel Bir Algoritmanın Tasarımı ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

Evren, G., Tekin, İ., (1997), “Türkiye’de Uluslararası Kombine Taşımacılığın Avrupa ile Bütünleşme Bağlamında Değerlendirilmesi”, İkinci Ulusal Demiryolu Kongresi, Ankara, 219-231

Goldberg D.E. (1989), Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, USA.

Gonzales, E. L., Fernandez, M.A.R. (2000), “Genetic Optimisation of A Fuzzy Distribution Model, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management”, Volume 30, Number 7/8, s. 681-696.

İhracatı Geliştirme Lojistik Sektör Raporu, (2001), <http://www.igeme.gov.tr>

İşçi,Ö., Korukoğlu, S., (2003), “Genetik Algoritma Yaklaşımı ve Yöneylem Araştırmasında Bir Uygulama ”Yönetim ve Ekonomi Dergisi Cilt:10 Say :2 Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F.

Jang J. S. R. (1997), Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach To Learning and Machine Intelligence, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, USA, s. 173-196.

Johnson, J. C., Wood, D. F. – Wardlow, D. L., Murphy, R. P. (1999), “Contemporary Logistics”, Prentice Hall, Upper Saddle River:London.

Karaboğa, D., (2004), Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları, Atlas Yayın Dağıtım, Çağaloğlu, İstanbul

Karr, L. C., Freeman L. M., (1999), Industrial Applications of Genetic Algorithms, CRC Press. 350 p.

Kaya, S., (2006), “Operasyonel Sabit İş Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritmalar İle Çözümü”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi

Kayabaşı A., (2007), “İşletmelerin Rekabet Gücünün Geliştirilmesinde Lojistik Faaliyetlerin Performansının Artırılması: Üretim İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama”, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi

Koçel, T., (2005), İşletme Yöneticiliği: Yönetim ve Organizasyon, Organizasyonlarda Davranış, Klasik-Modern-Çağdaş ve Güncel Yaklaşımlar, Genişletilmiş 10. Bası, Beta, İstanbul, Ekim, 365, 366

Lambert, D., Stock M.,James R., (1993), Strategic Logistics Management, Third Edition, Richard D. Irwin, Inc.

Lynch, F. C., (2000), Logistics Management, The Mac Millan Co: New York

Mahmood, H.Sh., (2005), “Derece Kısıtlı Minimum Yayılan Ağaç Problemi İçin Genetik Algoritmalar”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi

Murata, T., Ishibuchi, H., Tanaka, H., (1996), “Genetic Algorithms for Flow Shop Scheduling Problems”, Computers and Industrial Engineering vol.30, No.4, pp 1061-1071

Nabiyev, V. V., (2003), Yapay Zeka – Problemler Yöntemler Algoritmalar, Seçkin Yayınevi, Ankara

Orhan, O.Z., (2003), Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2003-39, İstanbul, Mega Ajans, Ekim

Öztürk, C., (2006), “Karınca ve Sürü Optimizasyon Tekniklerinin İncelenmesi ve Yazılım Uygulamalarının Oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi

Ruelle, D., (2004), Rastlantı ve Kaos, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Dönmez Ofset, Ankara

Şahin, M., (2006), “Kombine Taşımacılık Siirt Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi

Üniversitesi

Şerbetçi, E., (1998), “Ulaştırma Sektörleri Arasındaki Öncelik Sorunu ve Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 22-44

Şeref Demir, (2005), Uluslararası Tasımacılık / Lojistik KDV İstisnası ve İadesi, Gelirler Kontrolörleri Derneği Yayını, 1.Baskı, İstanbul, Ocak, s.26.

Tanyaş, M., (2006), “Türkiye Lojistik Sektörü İçin Strateji ve Çözüm Önerileri”, Seminer Notları, Ankara Atılım Üniversitesi

Tırman, M., (1997), “Tasımacılık Sektöründe Kombine Tasımacılığın Dünü, Bugünü ve Yarınına Bir Bakış”, İkinci Ulusal Demiryolu Kongresi, Ankara, 263-270

Uzun, H.İ.Y., (2006), “Makine Mühendisliğinde Kullanılan Optimizasyon Teknikleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

“Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Bes Yıllık Kalkınma Planı”, (2001), Devlet Planlama Teskilatı, Ankara, 153-166

Ünsal, N., (2005), “Kısıtlamasız Minimumlaştırma Problemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi

Vizyon 2023, (2003), “Teknoloji Ön Görüşü, Ulaştırma ve Turizm, Ulaştırma ve Turizm Paneli, Tübitak, Ankara, 1-12, <http://www.vizyon2023.tubitak.gov.tr>

Yavuz, M., (2006), ”Fiziksel Dağıtım İşlemlerinde Lojistik Dağıtım ve Optimizasyon”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi

Yazıcı, G., (2006), “Genetik Algoritmalar İle Radyal Temelli Fonksiyon Ağlarının Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

Yılmaz, M., (2006), “Particle Swarm Systems For Multimodal Optimization”, Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi

“2004 Regular Report on Turkey’s Progress Towards Accession”, European Commission, Brussels, 3-25 (2004),

<http://www.logisticsworld.com/logistics.htm>

<http://www.lojistikturkiye.com>

<http://www.oecd.org>

ÖZGEÇMİŞ

Adı : Burak

Soyadı : ERKAYMAN

Doğum Tarihi : 14/04/1980

Doğum Yeri : ERZURUM

Eğitim

1991 –1998 ERZURUM ANADOLU LİSESİ

2000 – 2004 SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

2004 - 2007 YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

İş Deneyimi

2001 – 2002 ENKA HOLDİNG ÇİMTAŞ A.Ş.- Stajyer
(1,5ay) Üretim Planlama ve Talaşlı İmalat – Stajyer

2002 – 2003 OTOYOL-IVECO Arifiye – SAKARYA
(5ay) Lojistik ve Yedek Parça Hazırlama –Proje Asistanı

2002 – 2003 NERGİS HOLDİNG-NERGİS TEKSTİL A.Ş.
(1,5ay) Üretim Planlama-Stajyer

2005 – 2007 Devlet Hava Meydanları İşletmesi Erzurum Havalimanı
Haberleşme-Yönetim Hizmetleri AFTN Memuru