



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İNTERMODAL TAŞIMACILIKTA MALİYET ANALİZİ  
İLE OPTİMUM TAŞIMA UZAKLIKLARININ  
BELİRLENMESİ**

**Olgay OKŞAŞ**

**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Programı**

**Danışman**

**Prof.Dr. Güler ALKAN**

**Haziran, 2014**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 09/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliğı Anabilim Dalı Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliğı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi:**



Prof.Dr. Güler ALKAN(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



Prof.Dr. Cem GAZİOĞLU  
İstanbul Üniversitesi  
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliğı Enstitüsü



Prof.Dr. Cem SAATÇİOĞLU  
İstanbul Üniversitesi  
İktisat Fakültesi



Doç.Dr. Özcan ARSLAN  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
Denizcilik Fakültesi



Yard.Doç.Dr. Birsen KOLDEMİR  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 38188 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca her zaman bana destek olan, vizyonu ve bilgisiyle bana yol gösteren değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Güler ALKAN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca benden desteklerini esirgemeyen değerli bölüm hocalarıma, çalışmamın uygulama kısmını destekleyen İstanbul Üniversitesi BAP Birimine, tüm koşullarda yanımda olan ve manevi olarak tez çalışmalarımda beni her zaman destekleyen değerli eşime teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran, 2014

Olgay OKŞAŞ

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ .....	v
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	vi
ÖZET.....	viii
SUMMARY .....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. GENEL BAKIŞ .....	1
1.2. TEZİN AMACI VE KAPSAMI .....	2
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>5</b>
2.1. DAHA ÖNCEDEN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	5
2.2. TAŞIMA TÜRLERİ.....	7
2.2.1. Unimodal (Tek Modlu) Taşımacılık .....	10
2.2.2. Multimodal (Çok Modlu) Taşımacılık .....	10
2.2.3. Kombine Taşımacılık .....	11
2.3. İNTERMODAL TAŞIMACILIK VE GELİŞİMİ.....	11
2.3.1. İntermodal Taşımacılık .....	11
2.3.2. İntermodal Taşımacılığa Genel Bakış.....	12
2.3.3. İntermodal Taşımacılığın Faydaları .....	14
2.3.4. Dünyada ve Türkiye’de İntermodal Taşımacılık .....	16
2.3.5. Türkiye’de İntermodal Taşımacılığın Gelişmesi İçin Önerilen Politikalar .....	22
2.4. İNTERMODAL TAŞIMACILIĞIN BİLEŞENLERİ .....	24
2.4.1. Aktörler .....	25
2.4.2. Faaliyetler.....	26
2.4.3. Kaynaklar .....	27
2.4.3.1. Terminaller .....	27
2.4.3.2. Bilgi Sistemleri.....	29

2.4.3.3.	<i>İntermodal Taşıma Birimleri</i> .....	29
2.5.	İNTERMODAL TAŞIMA TÜRLERİ .....	33
2.5.1.	Refakatsiz İntermodal Taşımacılık .....	33
2.5.1.1.	<i>Konteyner Taşımacılığı</i> .....	34
2.5.1.2.	<i>Swap Body Taşımacılığı</i> .....	35
2.5.1.3.	<i>Semi Treyler Taşımacılığı</i> .....	35
2.5.2.	Refakatli İntermodal Taşımacılık .....	35
2.5.3.	Diğer İntermodal Taşıma Türleri .....	36
2.5.3.1.	<i>Bi-Modal Taşımacılık</i> .....	36
2.5.3.2.	<i>Ro-Ro Taşımacılığı</i> .....	38
2.5.4.	İntermodal Taşıma Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları .....	39
2.6.	MALİYET ANALİZİ .....	41
<b>3.</b>	<b>MALZEME VE YÖNTEM</b> .....	<b>46</b>
3.1.	MODEL .....	46
3.2.	FİYAT VE TAŞIMA MESAFESİ .....	48
3.3.	ZAMAN MALİYETİ VE TAŞIMA UZAKLIĞI .....	49
3.4.	GENEL TAŞIMA MALİYETLERİ VE TAŞIMA UZAKLIĞI .....	50
3.5.	İNTERMODAL İLE UNİMODAL TAŞIMANIN KIYASLANMASI .....	51
<b>4.</b>	<b>BULGULAR</b> .....	<b>54</b>
4.1.	KULLANILAN VERİLER .....	54
4.2.	İNTERMODAL TAŞIMACILIKTA OPTİMUM TAŞIMA UZAKLIĞININ BULUNMASI .....	55
4.2.1.	Birim Taşıma Maliyetlerin Hesaplanması .....	55
4.2.1.1.	<i>Birinci Senaryo</i> .....	55
4.2.1.2.	<i>İkinci Senaryo</i> .....	58
<b>5.</b>	<b>TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	<b>60</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>65</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>68</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1: Taşımacılık Türleri ve Entegre Taşımacılık (Yersel, 2010).....	9
Şekil 2.2 : İntermodal Ulaşım Ağının Ana Unsurları (Kaynak ve diğ., 2007) .....	14
Şekil 2.3: Avrupa’da Demiryolu Ağlarının Yoğunluğu .....	21
Şekil 2.4: İntermodal Taşımacılığın Temel Bileşenleri (Woxenius, 1998).....	25
Şekil 2.5: İntermodal Taşımacılıkta Ana Faaliyetler (Zeybek, 2007). .....	26
Şekil 2.6: İntermodal Taşımacılıkta Bilgi Sistemleri (Zeybek, 2007).....	29
Şekil 2.7: Piggyback(Kanguru) Taşıma.....	30
Şekil 2.8: İntermodal Taşıma Birimleri (Woxenius, 1998).....	31
Şekil 2.9: Ayaklı Konteyner .....	32
Şekil 2.10: Semi Treyler.....	33
Şekil 2.11: Refakatsiz İntermodal Taşımacılık.....	33
Şekil 2.12: Refakatli İntermodal Taşımacılık.....	35
Şekil 2.13: Bi-Modal (RoadRailer) Sistemi .....	37
Şekil 2.14: Sabit Maliyet (Tunç, 2002). .....	41
Şekil 2.15: Değişken Maliyet (Tunç, 2002). .....	41
Şekil 2.16: Toplam Maliyet (Tunç, 2002). .....	42
Şekil 2.17: Ortalama Sabit Maliyet (Tunç, 2002).....	43
Şekil 2.18: Ortalama Değişken Maliyet (Tunç, 2002).....	43
Şekil 2.19: Ortalama Toplam Maliyet (Tunç, 2002). .....	44
Şekil 2.20: Marjinal Maliyet Eğrisi (Tunç, 2002). .....	45
Şekil 2.21: Marjinal Maliyet Doğrusu (Tunç, 2002). .....	45
Şekil 3.1: Karayolu ve İntermodal Taşıma için Genel Taşıma Maliyetleri ve Taşıma Mesafesi arasındaki ilişki (Hanssen ve diğ., 2012). .....	52

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1 :</b> Yük taşımacılığı yönünden ulaştırma türlerinin temel özellikleri (Gourdin, 2001) ...	8
<b>Tablo 2.2:</b> Taşımacılık Sektörü Paydaşları İçin İntermodal Taşımacılığın Beklenen Faydaları(Infolog, 2000).....	16
<b>Tablo 2.3:</b> Otoyollar, Devlet ve İl Yolları Üzerinde Seyir ve Taşımalar (KGM, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, 2012). ....	20
<b>Tablo 2.4:</b> 2006-2012 Yılları Arası Konteyner Elleçleme İstatistikleri(UDHB, 2013) .....	20
<b>Tablo 2.5:</b> İntermodal Taşıma Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları(Zeybek, 2007).....	40



## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
<b>C</b>	: Taşıma Firmasının Maliyeti
<b>D</b>	: Taşıma Mesafesi
<b><math>\hat{D}</math></b>	: Toplam Mesafe
<b>G</b>	: Genel Taşıma Maliyeti
<b>H</b>	: Yükün Saatlik Zaman Maliyeti
<b><math>HT_i</math></b>	: Toplam Zaman Maliyeti
<b>L</b>	: Terminallerdeki Elleçleme Maliyeti
<b><math>L_1</math></b>	: Çıkış Terminalindeki Yükleme Maliyeti
<b><math>L_2</math></b>	: Varış Terminalindeki Boşaltma Maliyeti
<b>P</b>	: Fiziki Maliyetler
<b><math>P_i</math></b>	: Fiziki Taşıma Maliyeti
<b>T</b>	: Taşıma Süresi
<b>X</b>	: Taşınan Yükün Miktarı
<b><math>a_0</math></b>	: Miktardan ve Uzaktan Bağımsız Maliyetler
<b><math>a_1, a_2</math></b>	: Sırasıyla X ve XD'nin Bir Birimdeki Artışının Maliyetteki Marjinal Artışı
<b><math>\beta_{0i}</math></b>	: Mesafeden Bağımsız Fiziki Maliyetler
<b><math>\beta_i</math></b>	: Mesafeye Oranlı Fiziki Maliyetler
<b><math>\gamma_{0i}</math></b>	: Mesafeden Bağımsız Zaman Maliyeti
<b><math>\gamma_{1i}</math></b>	: Bir Kilometrelik Taşıma Mesafesi Artışındaki Zaman Maliyeti Artışı
<b><math>\rho_{0i}</math></b>	: Mesafeden Bağımsız Fiziki Maliyetler ve Zaman Maliyetlerinin Toplamı
<b><math>\rho_{1i}</math></b>	: Mesafeye Oranlı Fiziki Maliyetler ve Zaman Maliyetlerinin Toplamı
<b><math>\varphi</math></b>	: Karayolunda Kısa Mesafe Taşımalarının Birim Maliyetinin, Karayolunda Uzun Mesafe Taşımaları Birim Maliyetine Oranı

Kısaltmalar	Açıklama
<b>3PL</b>	: Üçüncü Parti Lojistik
<b>4PL</b>	: Dördüncü Parti Lojistik
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>CIS</b>	: Commonwealth of Independent States (Bağımsız Devletler Topluluğu)
<b>EC</b>	: Avrupa Komisyonu
<b>ECMT</b>	: Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı
<b>EDI</b>	: Elektronik Veri Değişimi
<b>EUROSTAT</b>	: Avrupa İstatistik Ofisi
<b>GVZ</b>	: Güterverkehrscentren
<b>ICC</b>	: International Chamber of Commerce (Uluslararası Ticaret Odası)

<b>ITU</b>	: Intermodal Taşıma Birimi
<b>ISO</b>	: International Standards Organisation (Uluslararası Standartlar Örgütü)
<b>ISTEA</b>	: Intermodal Surface Transportation Efficiency Act
<b>KGM</b>	: Karayolları Genel Müdürlüğü
<b>NAFTA</b>	: Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması
<b>TCDD</b>	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
<b>TEA</b>	: Transportation Efficiency Act
<b>TEU</b>	: Twenty Foot Equivalent Unit (Yirmi Ayağa Eşit Birim)
<b>UDHB</b>	: Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
<b>UNCTAD</b>	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
<b>UNECE</b>	: Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Konseyi
<b>ZAL</b>	: Zonas de Actividades Logísticas

## **ÖZET**

### **YÜKSEK LİSANS TEZİ**

#### **İNTERMODAL TAŞIMACILIKTA MALİYET ANALİZİ İLE OPTİMUM TAŞIMA UZAKLIKLARININ BELİRLENMESİ**

**Olgay OKŞAŞ**

**İstanbul Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman : Prof.Dr. Güler ALKAN**

Taşımacılık maliyetinin lojistik maliyetler içinde önemi oldukça yüksektir. Yapılan çalışmalar, lojistik maliyetlerin bir ürünün toplam maliyetinin yaklaşık %18-23 'ünü oluşturduğunu göstermektedir. Globalleşen dünya düzeninde rekabet ortamının artmasıyla maliyetlerin minimumda tutulması, sabit hammadde giderlerinin düşürülememesinden ötürü lojistik maliyetlerin azaltılması bu rekabet ortamında tutunmak için kaçınılmaz olmaktadır. İntermodal taşımacılık, yüklerin tek ve aynı yükleme ünitesi ya da aracıyla, iki ya da daha fazla taşıma modu kullanılarak bir noktadan diğer bir noktaya taşınmasıdır. İntermodal taşımacılığın arkasında yatan ana fikirlerden biri de farklı taşıma modlarının güçlerini bir taşıma zincirinde birleştirerek ekonomik fayda sağlamaktır. Bu noktada, intermodal taşımacılıkta hangi taşıma modlarının kullanılmasının ekonomik olarak daha avantajlı olacağının bulunması gerekmektedir. Taşınan yükün cinsine, miktarına, taşıma mesafesine, intermodal terminalin bulunduğu yere ve terminalin özelliklerine göre taşıma modu seçimleri değişiklik gösterebilir. Ülkemizde ise, son dönemlerde altyapı çalışmaları devam eden lojistik köylerin ve demiryolu ağının faaliyete geçirilmesi ve kabotaj taşımacılığının etkin bir şekilde kullanılmasıyla, intermodal taşımacılığın daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir. İntermodal taşımacılığın günlük hayatta kullanımının artışıyla taşıtanlar ve taşıma işleri organizatörleri için yükleri tüm taşıma modlarının kombinasyonu ile en ekonomik şekilde nasıl taşıtabilecekleri sorusuna çözüm bulunması gerekecektir. Bu çalışmada amaç, herhangi iki nokta arasında yapılacak intermodal taşımacılıkta kaç kilometre mesafeye kadar ya da hangi kilometreler arası, hangi taşıma modunun kullanılması gerektiğini, maliyet analizi ile belirlemek olacaktır. Tezin sonucunda, hazırlanacak model üzerinden yapılacak

uygulamalı bir çalışmayla da intermodal taşımacılık ile unimodal taşımacılık kıyaslanarak hangi kilometreden sonra intermodal taşımacılığın avantajlı konuma geçtiği belirlenip bu eşik mesafesini etkileyen faktörler analiz edilecektir. Özellikle eşik mesafesinin yüksek olduğu durumlarda intermodal taşımacılığın rekabet edebilmesi için çözümler sunulacaktır.

Haziran 2014, 79 sayfa

**Anahtar kelimeler:** İntermodal taşımacılık, taşıma maliyetleri, lojistik merkez, başabaş mesafesi

## **SUMMARY**

**M.Sc. THESIS**

### **DETERMINING OPTIMUM TRANSPORT DISTANCES OF INTERMODAL TRANSPORTATION BY COST ANALYSIS**

**Olgay OKŞAŞ**

**İstanbul University**

**Graduate School of Science and Engineering**

**Department of Maritime Transportation Management Engineering**

**Supervisor : Prof.Dr. Güler ALKAN**

Transportation cost has an important role in the logistics cost and according to the researches, logistics cost is almost %18-23 of total product cost. With the increasing competitive environment in the globalized world, companies intend to reduce their logistics costs to be more competitive in the market as they can't reduce their raw material costs. Intermodal Transport is a kind of transportation which is using multiple modes (rail, ship and truck) for one loading unit, without any handling of the freight itself in the loading unit when changing modes. The idea behind intermodal transport is to utilize the strengths of different transport modes in one integrated transport chain to improve the economic performance. At this point, it is important to find out which modes will be more economic while planning an intermodal transport and to choose suitable transport modes, decision makers should consider kind of goods, quantity of the cargo, transport distance, location of logistics village and logistics village's specifications. In Turkey, after using cabotage transport more effective and completion of ongoing infrastructure works of logistics villages and railway system, it is expected that intermodal transport would be more practicable and shippers/forwarders needs to find out which transport combination would be the best solution for their actual shipments. In this study we aim to determine by cost analysis that which kilometer is the break even distance to change the mode from one to another (e.g. from truck to rail, or from road to ship, or from rail to ship, etc.). At the end of the thesis, intermodal transport and unimodal transport will be compared by using the model on an actual shipment to find out the break even distance where intermodal transport takes advantage. The factors which effects this break even distance will be analysed and

especially for the high break even distances, solutions will be found to make intermodal transport more competitive in the market.

June 2014, 79 pages

**Keywords:** Intermodal transportation, transportation costs, logistics village, break even distance

# 1. GİRİŞ

## 1.1.GENEL BAKIŞ

Taşımacılık maliyetinin lojistik maliyetler içinde önemi oldukça yüksektir. Lojistik maliyetler ise bir ürünün toplam maliyetinin yaklaşık %18-23 'ünü oluşturmaktadır (Legeza, 2003). Globalleşen dünya düzeninde rekabet ortamının artmasıyla maliyetlerin minimumda tutulması, sabit hammadde giderlerinin düşürülememesinden ötürü lojistik maliyetlerin azaltılması yöntemiyle gerçekleşmektedir. Lojistik maliyetlerin azaltılabilmesi için taşıtanların elindeki seçeneklerden birisi de alternatif taşıma türlerini kullanmaktır. İntermodal taşımacılık, tam da bu doğrultuda, başta maliyet avantajı olmakla birlikte düşük kaza riski, çevre duyarlılığı, olumsuz hava şartlarından daha az etkilenme gibi nedenleriyle özellikle en önemli rakibi karayolu taşımacılığına karşı önemli bir alternatif olmaktadır. İntermodal taşımacılık, yüklerin tek ve aynı yükleme ünitesi ya da aracıyla, iki ya da daha fazla taşıma modu kullanılarak bir noktadan diğer bir noktaya taşınmasıdır (UNECE, 2001). Bu taşıma şekli unimodal taşıma sistemlerine göre daha çevreci ve ekonomik bir performans sergilemiş ve Avrupa Birliği ile Amerika Birleşik Devletlerinde önemli bir taşıma politikası olarak belirlenmiştir. Ülkemizde önemini ve farkındalığını son yıllarda arttıran intermodal taşımacılık yine de istenilen düzeyde taşımacılık sistemine dahil edilememiştir.

İntermodal taşımacılığın desteklenmesindeki ana amaçlardan birisi de özellikle karayolu taşımasının yüksek oranda pazarda yer sahibi olması hatta tekelleşmesi olmuştur. İntermodal taşımacılığın ilk kullanılmaya başlandığı Avrupa Birliği ülkelerinde bu geçiş kolay olmamış taşıtanların karayolu alışkanlıkları devam etmiştir. Uzun mesafeli taşımalarda intermodal taşımacılığın ekonomik çözümler sunması bu taşımacılık türüne olan talebi arttırmıştır. Buna rağmen beklenen seviyelerde destek görmeyen intermodal taşımacılığın teşvik edilmesi için gerek Avrupa Birliği gerekse de bu taşımacılık sistemini benimseyen ülkeler çeşitli politikalar ve uygulamalar geliştirmiştir. Hatta karayolu taşımacılığına getirilen bazı yaptırımlarla (akaryakıt fiyatlarındaki artış, sürücülerin istirahat sürelerinin düzenlenmesi gibi) taşıtanların intermodal taşımacılık sistemine yönlendirilmesi amaçlanmıştır.

İntermodal taşımacılığın, alternatif bir taşıma türü olarak benimsenmesinden sonra bu taşımacılık sisteminin altyapı ve üstyapı tesislerinde de önemli gelişmeler yaşanmıştır. Özellikle lojistik köy, dağıtım parkı, yük köyü gibi isimlerle adlandırılan bu tesislerde sadece intermodal terminal hizmeti verilmekle kalmamış, yük ile ilgili depolamadan dağıtıma, gümrüklemeden bankacılık hizmetlerine tüm hizmetler sunulmuştur. Kuruldukları bölgelerin kalkınmalarına da ön ayak olan bu terminallerin yerlerinin seçimi en dikkat edilmesi gereken nokta olmaktadır. Türkiye’de de gerek devlet gerekse özel sektör katılımıyla çeşitli lojistik köylerin yapımları devam etmekte olup bir kısmı hizmet vermeye başlamıştır.

Türkiye’nin 2009-2013 yılları için belirlenen Ulaştırma Stratejik Planının en önemli amaçlarından biri de güvenli ve kaliteli taşımacılık altyapısı ile dengeli bir taşımacılık sistemine ulaşılması olmuştur. Türkiye’de yolcuların %91’i ve ticari malların %89’u karayolu ile taşınmaktadır. Bu nedenle, Türkiye’nin intermodal taşımacılığın geliştirilmesi yoluyla bu oranlardaki dengesizliğin değiştirilmesi için kesin bir ulaştırma politikasına ihtiyacı vardır. Taşımacılık eğilimleri ve gelecek perspektifleri ışığında, Türkiye’nin üç kıtanın ortasında oluşu, intermodal taşımacılığın gelişimi için önemli bir fırsat sunmakla birlikte sadece taşımacılık politikasının önemli bir hedefi olması dışında sürdürülebilir taşımacılığın da bir parçası yapmaktadır. İntermodal taşımacılığın teşviki karayollarındaki sıkışıklığı azaltarak çevre dostu taşıma çözümleri oluşturabilmek için hayati önem taşımaktadır, daha da önemlisi taşıma modu seçimlerinde yüksek oranda kullanılan karayolunun kullanımını azaltmaya yarayacaktır. Türkiye’nin gelecek ulaştırma yatırımlarına da bu gelişmelerin temel oluşturması beklenmektedir<sup>1</sup>.

## **1.2.TEZİN AMACI VE KAPSAMI**

İntermodal taşımacılığın arkasında yatan ana fikirlere biri de farklı taşıma modlarının güçlerini bir taşıma zincirinde birleştirerek ekonomik fayda sağlamaktır. Bu noktada, intermodal taşımacılıkta hangi taşıma modlarının kullanılmasının ekonomik olarak daha avantajlı olacağını bulması gerekmektedir. Taşınan yükün cinsine, tonajına, taşıma mesafesine, intermodal terminalin bulunduğu yere ve terminalin özelliklerine göre taşıma modu seçimleri değişiklik gösterebilir. Bu çalışmada amaç, iki mesafe arasında

---

<sup>1</sup> *National Policy Measures to Promote Intermodal Transport*, <http://apps.unecp.org/NatPolWP24/>, [Ziyaret Tarihi 01.02.2014].



yapılacak taşımada, intermodal taşımacılıkla unimodal taşımacılık türlerinin kıyaslanarak, yüklerin kaç kilometre mesafeye kadar hangi taşıma moduyla taşınması gerektiğini ve intermodal taşımacılığın avantajlı konuma geçtiği optimum taşıma uzaklığını belirlemek olacaktır. İntermodal taşımacılığın en önemli rakibi unimodal taşıma, onların içinde de karayolu taşımasıdır. Özellikle ülkemizde yük taşımalarının %89'unun karayolu ile yapıldığı düşünülürse bu yöndeki eğilimi değiştirmek kolay olmamaktadır.

Ülkemizde, son dönemlerde, altyapı çalışmaları devam eden lojistik köylerin de birer intermodal terminal olacağı düşünülürse ve bu terminallerin taşıma sistemine dahil edilmeleriyle taşıtanlar için farklı alternatiflerin gündeme gelmesi muhtemel olacaktır. Nitekim her geçen sene artan kabotaj taşımaları ve yenilenen, geliştirilen demiryolu sisteminin de etkin olarak kullanılabilir hale getirilmesiyle intermodal taşımacılığın tercih edilebilir olması kaçınılmaz olacaktır.

Taşıtanlar için bu noktada yüklerini nihai noktaya ulaştırırken hangi taşıma modunu ya da modlarını kullanacakları ve bu seçeneklerden hangisinin daha ekonomik olacağını bulunması oldukça önemli bir tercih nedeni olacaktır. Çalışmada taşıtanların en önemli tercih kalemlerinden olan maliyetler üzerinden kurulan bir model ile intermodal taşımacılıkta kaç kilometre mesafeye kadar ya da hangi kilometreler arası, hangi taşıma modunun/modlarının kullanılması gerektiği maliyet analizi ile hesaplanmıştır. Bu sayede en ekonomik ulaşım çözümü taşıtana sunulacaktır. Sunulan çözümün intermodal taşımacılık yönünde olmasıyla ekonomik olmasının yanı sıra çevresel olarak da bazı unimodal taşıma yöntemlerine göre daha sürdürülebilir bir çözüm olacaktır.

İntermodal taşımacılığı unimodal yöntemlere alternatif olarak tercih edilebilir duruma getirmek için genel taşıma maliyetlerinin bu yöntemlerin maliyetleriyle aynı ya da daha az olması gerekmektedir. Bu sebeple ön taşıma, son taşıma ve intermodal terminallerindeki ekstra aktarma masrafları intermodal taşıma zinciri içindeki uzun mesafe taşımacılığının düşük maliyetleriyle dengelenmelidir. Çalışmada sunulan model ile genel taşıma maliyetlerinin intermodal taşımacılık içindeki değerinin tayin edilmesi de amaçlanmaktadır.

Bu bağlamda, tezin ikinci bölümünde intermodal taşımacılığa ilişkin genel bilgiler verildikten sonra bu taşımacılığın faydalarından bahsedilmiştir. Ardından, intermodal

taşımacılığın dünyada ve Türkiye’de gelişimi, devam etmekte olan altyapı tesisleriyle Türkiye’nin bu taşımacılık türünü daha etkin kullanma çalışmaları ve Türkiye’nin mevcut intermodal taşımacılık sistemini geliştirmesi için uygulaması gereken politika önerilerine değinilmiştir. İntermodal taşımacılığın bileşenleri altında terminal olarak lojistik köyler ve intermodal taşıma birimleri (ITU) açıklanmıştır.

Türkiye’de intermodal taşımacılık üzerine daha önce yapılan yapılan çalışmalar incelendiğinde mevcut ulaşım sistemine göre intermodal taşımacılık için optimum taşıma uzaklıklarının belirleneceği başabaş mesafe hesabına rastlanmamış olup, Hanssen ve diğ. (2012) çalışması üzerinden Türkiye için uygulamalı bir çalışma yapılmıştır.

Malzeme ve yöntem kısmında sunulan model ile genel taşıma maliyetleri ve bu maliyetler üzerinden başabaş mesafe hesabı incelenmiştir. Başabaş mesafesinin hesabı da intermodal taşımacılığın hangi kilometreden sonra unimodal taşımaya, özellikle karayoluna karşı avantaj sağladığını bulmaya yaramaktadır. Kurulan model üzerinden mevcut Türkiye şartları altında hem denizyolu hem de demiryolunun karayolu ile rekabeti üzerine iki adet uygulamalı örnek yapılmış ve sonuçlar bulgular kısmında gösterilmiştir.

Tartışma ve sonuç kısmında elde edilen bulgular incelenmiş ve bu bulgular ışığında intermodal taşımanın avantajlı konuma geçtiği optimum taşıma mesafeleri değerlendirilmiştir. Bu mesafeyi etkileyen faktörlerin neler olduğu ve hangilerinin mevcut taşımacılık sistemimizde daha etkili rol oynadıkları üzerinde durularak intermodal taşımacılığı avantajlı konuma getirebilmek için bu faktörlerin ne yönde artış ya da azalış göstermeleri gerektiğine değinilmiştir. Son olarak intermodal taşımacılığın gelişimi için bazı önerilere yer verilmiştir.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. DAHA ÖNCE DEN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Çekerol (2007) tarafından yapılan çalışmada intermodal yük taşıma sisteminin Türkiye’de uygulanabilirliğini oluşturulan model ile incelenip intermodal yük taşıma modlarının ve rotaların bulunmasına çalışılmıştır ve taşımacılık maliyetlerini minimize eden taşıma modları ile lojistik üs olma özelliği taşıyan stratejik noktalar belirtilmiş sonuç olarak coğrafi konumu açısından Türkiye’nin, intermodal yük taşıma sistemine uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Floden (2007) çalışmasında intermodal taşımacılıkta karayolu ve demiryolu arasında geniş ölçekli bir model oluşturmuştur. Kurduğu model ile intermodal taşımacılık ve karayolu taşımacılığını kıyaslamasını yapabildiği gibi maliyet hesaplarını ve ilgili taşıma modunun çevresel etkilerini de hesaplayabilmektedir.

Janic (2007), yaptığı çalışmada intermodal taşımacılık ve karayolu taşıması arasındaki tüm maliyet kalemlerini çıkarıp bunların kıyaslanması üzerine bir model kurmuştur. Dahili ve harici masraflar olarak ikiye ayırdığı masraf kalemlerinden dahili masraflar taşımacılık, terminal ve zaman maliyetleriyken, harici masraf kalemlerinin altında her iki taşıma sisteminin de çevreye olan etkileri olan hava ve gürültü kirliliği, trafik sıkışıklığı ve kazaları gibi kalemler incelenmiştir.

Kaynak ve Zeybek (2007), çalışmalarında intermodal terminallerin yapısını anlatmış, dünyadaki önemli intermodal terminalleri incelemiş ve Türkiye’deki durum değerlendirilerek intermodal taşımacılık açısından ulaşım sistemindeki zayıf noktalardan birinin terminaller yani aktarma noktaları olduğu belirtmişlerdir.

Zeybek (2007) çalışmasında küresel dinamiklerin etkilerinin analizi, bu dinamiklerin bölgesel intermodal taşımacılık sistemlerine, özellikle de Avrupa Birliği’ne ve Türkiye’ye yansımalarının değerlendirilerek Türkiye’de etkin bir intermodal taşımacılık ve lojistik sisteminin kurulması için gereksinimlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi için politika önerilerinde bulunmuştur.

Köfteci (2008) tarafından yapılan çalışmada müşteri gereksinimlerinin belirlenmesine dayalı olarak, yük taşımacılığında hangi faktörlerin taşımacılık sistemi tercihlerinin kombine taşımacılık yönünde değiştirilmesinde etkili olacağını lojistik maliyet modeline göre analiz edilerek belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucu karayolu ya da kombine yük taşımacılığı tür seçimi kararında etkili etmenlerin taşımacılık maliyeti, taşımacılık süresi ve aktarma gecikmesi olduğu tespit edilmiştir.

Yersel (2010), çalışmasında Türk lojistik sektörünü intermodal taşımacılık altyapısı açısından incelemiş ve Türkiye’de intermodal taşımacılık altyapısının gelişmesine yönelik bir model önerisinde bulunmuştur.

Çakar ve Güler (2011), yaptıkları çalışmada Türkiye’de yük merkezleri ile liman arasındaki dolu ihracat konteyner taşımacılığının akılcı ve sağlıklı bir şekilde yapılmasını amaçlayarak İzmir Limanı çevresi için birim taşıma maliyetlerini hesaplayarak İntermodal Taşımacılığın tercih edilebilirliğini incelemişlerdir. Çalışmanın neticesinde intermodal taşımacılığın kullanımının ülke ekonomisine yılda yaklaşık yüzde 27 oranında fayda sağlayabileceği hesaplanmış fakat mevcut koşullar altında yük sahipleri tarafından tercih edilebilmesinin mümkün olmadığı anlaşılmıştır.

Işıkhan (2011)’ın çalışmasında Türkiye ve Avrupa Birliği’ndeki intermodal taşımacılık ve lojistik köy uygulamalarını incelenmiş Türkiye’de intermodal taşımacılığın geliştirilmesi için ulusal ve uluslararası rekabet açısından strateji ve politika önerilerinde bulunulmuştur.

Nam Seok Kim ve Bert Van Wee (2011), çalışmalarında başa-baş mesafesinin önemine, bu mesafenin piyasa koşullarıyla direkt ilgili olduğuna ve kesin bir başabaş mesafesinin genellenemeyeceğine değinmişlerdir. Bu mesafesinin hesaplanmasına etki eden faktörleri incelemişler ve kısaltılması için en etkili stratejinin ya uzun mesafe tren yolu maliyetlerini düşürmek ya da uzun mesafe karayolu maliyetlerini arttırmak olduğunu belirtmişlerdir.

Hanssen ve diğ. (2012),’nin çalışmalarında intermodal taşımacılıktaki genel taşıma maliyetleri incelenmiş ve uzun mesafede intermodal taşımacılığın daha tercih edilebilir olması için sonuçlara ulaşılmıştır. Norveç ile Avrupa ülkeleri arasında halihazırda yapılan taze balık taşımaya bu maliyet kalemleri uyarlanarak intermodal taşımacılığın

mevcut şartlarda kaç kilometre mesafeden sonra avantajlı konuma geçtiğini hesaplamışlardır.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda genelde intermodal taşımacılığın taşıma modu olarak faydalarından ve geliştirilmesi için izlenmesi gereken politika ve stratejilerden bahsedilmiştir. Maliyet ve güzergah üzerine yapılan çalışmalarda ise minimum maliyet ile en uygun rotanın seçilmesi ve potansiyel lojistik üslerin yerlerinin tespiti gibi sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak Türkiye’de yapılan çalışmalarda mevcut ulaşım sistemine göre intermodal taşımacılık için optimum taşıma uzaklıklarının belirleneceği başabaş mesafe hesabına rastlanmamış olup, Hanssen ve diğ.(2012) yukarıda belirtilen çalışması ülkemizdeki ulaşım sistemine göre uyarlanarak intermodal taşımacılığın tercih edilebilirliğiyle ilgili güncel sonuçlara ulaşılmıştır.

## **2.2. TAŞIMA TÜRLERİ**

Dünya üzerinde kullanılan taşıma modları karayolu, demiryolu, su yolu(deniz yolu, iç su yolu), havayolu ve boru hattı taşımacılığıdır. Ülkemizde ve günlük yaşantımızda gerek yük gerekse yolcu taşımacılığında en yaygın kullanılan taşıma modları ise karayolu, demiryolu, su yolu ve havayoludur. Boru hattı taşımacılığı daha spesifik yükler için kullanıldığından günlük hayatta çok sık karşımıza çıkmamaktadır. Bu sistemlerin her birinin Tablo 2.1’de belirtilen farklı özellikleri, avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Karayolu diğer ulaştırma türlerine göre daha esnek ve çok yönlü bir hizmet sunmaktadır. Satıcı ile alıcı arasında kapıdan kapıya hizmet verebilmesine karşın, demiryollarına kıyasla tek seferde taşıma kapasitesi daha düşüktür (Işıkhani, 2011).

Öte yandan, demiryolları yüksek miktarlarda yükü uzun mesafelere düşük maliyetle taşıma hizmeti sunmaktadır. Genellikle cevher taşıması gibi değer olarak düşük ancak tonaj olarak yüksek yüklerin demiryolu ile taşınmasına karşın son yıllarda demiryolu ile konteyner taşıması da oldukça yaygınlaşmıştır. Demiryolu sisteminde demiryolu altyapısının hem üreticiye hem de alıcıya ulaşması mümkün olmadığından her zaman kapıdan kapıya hizmet sunulamamaktadır. Dolayısı ile esneklik düşüktür. Modern intermodal ulaştırma sisteminin gelişmesinde demiryollarının çok önemli katkısı olmuştur (Işıkhani, 2011).

Diğer bir ulaştırma türü olan ticari su yolu taşıması; denizler, okyanuslar ve iç suyollarında (nehir, göl ve kanal) yapılmaktadır. Diğer ulaştırma sistemlerine göre yavaş olmasına karşın daha ekonomik bir sistemdir. Bununla birlikte, su yolu taşımacılığı uluslararası taşımacılıkta en çok kullanılan ulaştırma türüdür. Bu sistemde deniz-okyanus gemileri ile her tür yük taşınmaktadır. Özellikle, gemilerdeki ve limanlardaki teknolojik gelişmeler yük akışını kolaylaştırmıştır (Işıkhani, 2011).

İç suyollarında genellikle demiryoluna benzer şekilde kömür, inşaat malzemeleri, tarım ürünleri gibi değeri düşük, tonajı yüksek yükler taşınmaktadır. Ancak, Almanya gibi geniş bir iç su yolu ağına sahip ülkelerde konteyner, motorlu araçlar ve dökme yükler de iç su yolu ile taşınmaktadır (Gourdin, 2001).

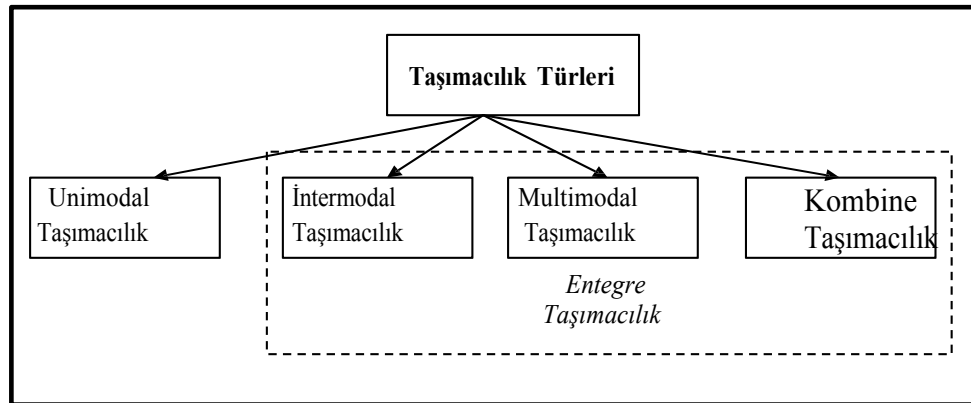
**Tablo 2.1** : Yük taşımacılığı yönünden ulaştırma türlerinin temel özellikleri (Gourdin, 2001)

	<b>Demiryolu</b>	<b>Karayolu</b>	<b>Suyolu (Denizyolu)</b>	<b>Havayolu</b>	<b>Boru hattı</b>
<b>Kapıdan kapıya hizmet</b>	Bazen	Var	Bazen	Yok	Bazen
<b>Fiyat</b>	Düşük	Yüksek	Çok düşük	Çok yüksek	Çok düşük
<b>Hız</b>	Yavaş	Hızlı	Çok	Çok hızlı	Yavaş
<b>Güvenilirlik</b>	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Çok yüksek
<b>Paketleme ihtiyacı</b>	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Gerek yok
<b>Kayıp ve hasarlama riski</b>	Yüksek	Orta	Orta	Düşük	Çok düşük
<b>Esneklik</b>	Düşük	Yüksek	Düşük	Çok düşük	Çok düşük
<b>Çevreye olumsuz etkisi</b>	Düşük	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük

Diğer taraftan, en hızlı, güvenilir ve en pahalı taşıma hizmeti veren sistem havayolu ulaştırma türüdür. Bu sistemde genellikle elektronik ürünler gibi değeri yüksek, tonajı düşük mallar ve kurye taşınmaktadır. Havayolu taşımasının uluslar arası ticaretteki payı değer olarak yaklaşık % 40'tır ve küresel ekonomide önemli bir rol üstlenmiş durumdadır. Geçmişte havayolu kargosu yolcu uçakları ile taşınırken, bugün özel kargo uçaktan ve kargo havaalanları kullanılmaktadır (ICC, 2005).

Bu taşıma modlarının tek başlarına kullanılmasıyla gerçekleşen taşımalara unimodal taşıma denmektedir. Ancak gelişen teknoloji, artan çevre bilinci, değişen müşteri talepleri ve kapıdan kapıya taşımanın öneminin artmasıyla farklı taşıma modlarının birlikte kullanılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu da taşımacılık sektörüne multimodal, intermodal, kombine gibi terimleri sokmuştur. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu'nun raporuna göre; multimodal taşımacılık, yüklerin iki ya da daha fazla taşıma modu kullanılarak taşınmasını ifade ederken, intermodal taşımacılık yüklerin tek ve aynı yükleme ünitesi ya da aracıyla, iki ya da daha fazla taşıma modu kullanılarak, yükleme ünitesi içindeki yükler elleçlenmeden, bir noktadan diğer bir noktaya taşınması şeklinde ifade edilmiştir. Kombine taşımacılık ise, taşımanın çoğunun demiryolu, iç su yolu ya da deniz yolu ile yapıldığı, ön taşıma ve son taşımaların ise olabildiğince kısa bir şekilde karayolu ile yapıldığı intermodal taşıma şeklinde açıklanmıştır (UNECE, 2001).

Taşımacılığın başladığı ilk noktadan nihai varış noktasına kadar olan süreçte kullanılan taşıma modu sayısına ve çeşitliliğine göre taşımacılık şekillerini Şekil 2.1'deki gibi unimodal ve entegre olarak ikiye ayırabiliriz. Entegre taşımacılığı ise kendi altında çok modlu taşımacılık, intermodal taşımacılık ve kombine taşımacılık şeklinde gösterebiliriz. Çok modlu taşımacılık, intermodal taşımacılık ve kombine taşımacılık kavramlarının tümü, bir yükün çıkış noktasından varış noktasına kadar çeşitli ulaştırma türleri kullanılarak taşınmasını ifade etmektedir. Unimodal taşıma ise sadece bir ulaştırma modunun kullanıldığı taşıma sistemine denmektedir.



Şekil 2.1: Taşımacılık Türleri ve Entegre Taşımacılık (Yersel, 2010)

Ulaştırma ekonomisinde modların tercih edilme nedenleri önemli bir konu olarak görülmektedir. Modların etkinliklerini belirleyen faktörler; hız, ulaşım aracının kitle nakliyatına uygunluğu, ulaşım ağı uygunluğu, düzenlilik, taşıma hizmetinin sürekliliği, güvenlik, konfor ve rahatlık, enerji sarfiyatı, yatırım ve işletme maliyetleri şeklinde sıralanmaktadır. Sayılan bu unsurlara göre bir mod diğerine göre bazen avantajlı olabilirken bazen de dezavantajlı olabilmektedir. Örneğin, yolcu taşımacılığında hız konusunda havayolu ulaştırması ilk sırayı alırken enerji tüketiminin çok olması nedeniyle son sıralarda yer alabilmektedir (Saatçioğlu, 2011).

### **2.2.1. Unimodal (Tek Modlu) Taşımacılık**

Karayolu, demiryolu, su yolu, havayolu ve boru hattı taşıma modlarından sadece tek bir tanesinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen taşıma türüdür. Gelişen ve globalleşen dünya düzeninde müşterilerin talepleri doğrultusunda kapıdan kapıya taşımaların artması sebebiyle birden fazla taşıma modunu kullanmak kaçınılmaz olmuş ve bu taşımacılık türü yerini entegre taşımacılığa doğru bırakmaya başlamıştır. Ancak, tezimizde de incelediğimiz özellikle yurtiçi taşımalarda unimodal taşıma olarak karayolu taşımasının kullanımı oldukça yaygındır ve çoğu zaman daha ekonomik olmaktadır. Çalışmamızın en önemli noktası da intermodal taşımacılığın unimodal taşımaya karşı avantajlı konuma geçtiği noktayı bulmaktır.

### **2.2.2. Multimodal (Çok Modlu) Taşımacılık**

Uluslararası çok modlu taşımacılık, adını 1980 tarihli Birleşmiş Milletler Uluslararası Çok Modlu Yük Taşıma Konvansiyonundan almaktadır. Söz konusu konvansiyonun 1. maddesinde “uluslararası çok modlu taşımacılık, çok modlu taşıma sözleşmesi temelinde yüklerin en az iki farklı ulaşım türü kullanılarak çok modlu taşıma işleticisi sorumluluğunda bir ülkeden diğer ülkedeki teslim yerine taşınması” olarak tanımlanmaktadır. Ancak, söz konusu konvansiyon yeterli sayıda ülke tarafından onaylanmadığı için henüz yürürlüğe girmemiştir (Claringbould, 2005 , UNCTAD, 2001:6).

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE), Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (ECMT) ve Avrupa Komisyonu (EC)’nin birlikte hazırladıkları “Kombine Taşımacılık Terminolojisi” adlı yayında çok modlu taşımacılık “Malların iki



ya da daha fazla ulaşım türü kullanılarak taşınması” olarak ifade edilmiştir (UNECE, 2001).

### **2.2.3. Kombine Taşımacılık**

Literatürde, özellikle Avrupa’da, çok kullanılan diğer bir kavram da kombine taşımacılıktır. Bu kavram, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE), Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (ECMT) ve Avrupa Komisyonu (EC) tarafından intermodal taşımacılığa çevresel bir boyut dahil etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu bağlamda, “Kombine Taşımacılık Terminolojisinde kombine taşımacılık tanımı, “İntermodal taşımacılıktaki ulaşım zincirinin asıl büyük kısmının demiryolu ya da iç su yolu ya da deniz yolu ile, başlangıç ve bitiş ayaklarının ise mümkün olduğunca kısa olarak karayolu ile yapılması” şeklinde yer almaktadır (UNECE,2001 ).

Avrupa Birliği resmi olarak kombine taşımacılık kavramını, 7 Aralık 1992 tarih ve 92/106/EEC sayılı Konsey Direktifinin 1. Maddesinde, "Üye ülkeler arasında yüklerin kamyon, çekicili ya da çekicisiz treyler ya da semi treyler, swap body, 20 ayak ya da daha büyük konteynerler ile güzergahın başlangıç ya da son ayağında karayolu, diğer ayağında demiryolu ya da iç su yolu ya da bu bölümün kuş uçuşu 100 km'yi geçmesi ve başlangıç yada nihai ayağında karayolu olması halinde; başlangıç ayak için yüklemenin yapıldığı nokta ile en yakın uygun demiryolu yükleme istasyonu arasında ve nihai ayak için en yakın uygun demiryolu boşaltma istasyonu arasında, ya da kuş uçuşu yükleme ya da boşaltma iç su yolu ya da deniz limanından yarıçapı 150 km'yi geçmemek koşuluyla, yapılan yük taşımacılığını ifade eder." şeklinde tanımlamıştır.

## **2.3.İNTERMODAL TAŞIMACILIK VE GELİŞİMİ**

### **2.3.1. İntermodal Taşımacılık**

İntermodal taşımacılık, yükün bir ulaştırma türünden diğer ulaştırma türüne aktarmada standart yükleme birimi denilen konteyner, swap body, treyler vb. kullanılmasını, yani birim yük haline getirilmesini ifade etmektedir (Zeybek, 2007).

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE), Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (ECMT) ve Avrupa Komisyonu (EC)'nin birlikte hazırladıkları

“Kombine Taşımacılık Terminolojisi’nde, intermodal taşımacılık “Malların, tek ve aynı yükleme birimi (örneğin, konteyner) ya da karayolu aracı ile elleçlenmeden iki ya da daha fazla ulaştırma türü ile taşınması” şeklinde tanımlanmıştır (UNECE, 2001).

Ulaştırma Ana Planı Stratejisi'nin 3. Raporunda (2005) ise, intermodal taşıma (türlerarası taşımacılık) “Taşınacak yüklerin (malların) birim yük haline getirilerek, tüm taşıma zinciri (değişik ulaştırma türleri) boyunca aynı birim yük olarak taşınması” olarak tanımlanmıştır (Ulaştırma ve Ulaşım Araçları Uyg-Ar Merkezi, 2005).

Avrupa İntermodal Birliği’ne göre; “İntermodalizm, en az iki ulaşım türünün kapıdan kapıya ulaşım zincirini tamamlamak üzere bütünleşik bir biçimde kullanıldığı ulaşım sisteminin bir özelliğidir<sup>2</sup>.

Çok modlu taşımacılık, ulaşım zincirinde sadece farklı ulaşım türleri kullanılmasını ifade ederken, intermodal taşımacılık ulaşım türleri arasında entegrasyon sağlanmasını gerektirmektedir. İntermodal taşımacılığın amacı, çıkış ile varış arasında tek taşıma belgesi kullanılarak ve ortak sorumluluk altında kesintisiz bir ulaşım sağlamaktır (Slack, 2001).

### **2.3.2. İntermodal Taşımacılığa Genel Bakış**

Ülkemizde ve günlük yaşantımızda en yaygın kullanılan taşıma modları karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayoludur. Bu taşıma modlarının tek başlarına kullanılmasıyla gerçekleşen taşımalara unimodal taşıma denmektedir. Ancak gelişen teknoloji, artan çevre bilinci, değişen müşteri talepleri ve kapıdan kapıya taşımının öneminin artmasıyla farklı taşıma modlarının birlikte kullanılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu da taşımacılık sektörüne multimodal, intermodal, kombine taşımacılık terimlerini sokmuştur.

İntermodal taşımacılıkta denizyolu, demiryolu, havayolu, karayolu taşıma türleri sistemin birbirine entegre edilebilen temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Böylelikle hangi alternatif seçilirse seçilsin farklı taşıma operatörleri bir araya gelerek eşyanın ekonomik ve sürdürülebilirlik çerçevesinde taşınması sağlanmaktadır (Saatçioğlu ve diğ., 2013).

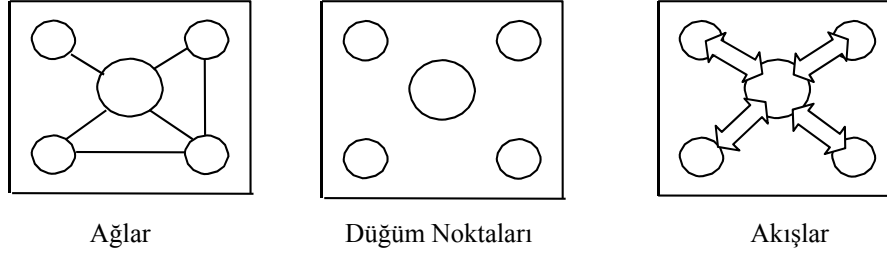
---

<sup>2</sup> The European Intermodal Association (EIA), <http://www.eia-ngo.com/>, [Ziyaret Tarihi 01.02.2014].

Özellikle konteynerin 1950'lerin sonundan itibaren taşımacılıkta kullanılması teknolojik ilerleme ve kayda değer ekonomik sonuçlar doğurmuştur (Levinson, 2006). Konteynerin taşıma endüstrisine ilk girişi, intermodal taşımacılığın gelişiminde de en önemli katkı olmuştur (Muller, 1995). Intermodal Taşımacılığın arkasında yatan ana fikirlerden biri de farklı taşıma modlarının güçlerini bir taşıma zincirinde birleştirerek ekonomik fayda sağlamaktır (Floden, 2007). Ek olarak sürekli artan taşıma hacimleri ve yolların sıklığı intermodal taşımacılığı gerek özel gerekse devlet yatırımlarında önemli bir yere koymuştur (Bontekoning ve diğ., 2004).

İntermodal Taşımacılıktaki en önemli nokta yüklerin içinde buldukları yükleme ünitesinden çıkmadan ilk yükleme noktasından son varış noktasına kadar ulaştırılabilmesidir. Bu yükleme ünitelerinin en sık kullanılanları konteynerler, yarı römorklar ve swap body olarak tabir edilen hareketli kasalı ayaklı konteyner sistemleridir.

İntermodal ulaşım ağı, diğer ağlar (iletişim vb.) gibi düğüm noktaları (node) ve bağlantılardan oluşmaktadır (Sekil 2.2). Düğüm noktaları yüklerin bir ulaşım türünden diğerine aktarıldığı terminallerdir. İntermodal Taşımacılıkta önemli olan diğer unsur da ulaşım zincirinin etkin ve verimli bir şekilde devamını sağlamayı amaçlayan intermodal terminallerdir. Çoğunlukla ulusal ya da uluslararası yük dağıtım sistemlerinin içinde yer alırlar. Ölçek ekonomisi nedeniyle, intermodal taşımacılıkta yüklerin liman, demiryolu terminali, kara konteyner terminali gibi düğüm noktalarında konsolide edilmeleri gerekmektedir. Ancak bu şekilde, terminaller arasında intermodal taşımayı ekonomik kılacak trafik hacmine ve frekansına ulaşılabilir. Bu nedenle, intermodal terminaller yükün toplanarak konsolide edildiği, diğer ulaşım türüne (demiryolu /denizyolu / havayolu) aktarma işleminin ve/veya katma değer faaliyetinin yapıldığı ve yükün dağıtım sistemine aktarıldığı yerlerdir (Kaynak ve diğ., 2007).



**Şekil 2.2** : İntermodal Ulaşım Ağının Ana Unsurları (Kaynak ve diğ., 2007)

Karayolu taşımacılığı intermodal taşımacılık ağında genelde toplama ve dağıtım kanallarında intermodal taşımacılığın iyi bir şekilde kapıdan kapıya servis verebilmesi için kullanılır (Bergqvist ve diğ., 2011). Ön taşıma boş konteynerin yükleyicinin adresine taşınması ve ardından dolu konteynerin terminale taşınmasını kapsarken, son taşıma dolu konteynerin terminalden alıcının adresine ardından da boşalan konteynerin boş olarak tekrar terminale dönmesini kapsar (Macharis ve diğ., 2004).

İntermodal taşımanın rekabetçiliği büyük ölçüde ön ve son taşımaların maliyetine bağlıdır. Ön/Son taşıma maliyeti toplam intermodal maliyetin %25 ila %40 aralığını oluşturur (Macharis ve diğ., 2004). Dahası, taşıma zincirindeki toplam mesafedeki oranına kıyasla, ton-km başına en büyük masrafa sahip olan ön/son taşıma operasyonları (Bergqvist ve diğ., 2011), uzun mesafe taşımaları azaldıkça çok daha fazla önem arz eder. Sonuç olarak, ön/son taşıma operasyonlarının verimliliği intermodal taşımacılığın rekabetçiliğinde kritik rol oynar (Hanssen ve diğ., 2012). Uzun mesafe taşımalarında intermodal taşıma zincirinde kullanılan en baskın taşıma türleri, ölçek ekonomisinin kullanılabildiği, demiryolu, iç su yolu, ve denizyoludur (Bergqvist ve diğ., 2011).

### 2.3.3. İntermodal Taşımacılığın Faydaları

İntermodal yük taşımacılığı, her taşımacılık biçiminin sunduğu varlık ve kaynakların optimum kullanımı ve entegrasyonu suretiyle kullanıcıların ekonomik çıkarlarını korumaya katkıda bulunur. Ekonomik etkileri şu şekilde gruplandırılabilir (Çekerol, 2007):

- Altyapı maliyetlerini düşürme.
- Karayollarındaki trafiği azaltma.
- Mevcut kapasiteyi daha iyi kullanma.

- Sosyal harcamaları azaltma.

Güvenlik (genelde demiryollarında, özelde eşyada).

Hava kirliliğinde azalma (daha az karbonmonoksit yayma).

Daha az gürültü.

Çevre faydası (daha az alan kullanımı).

Enerji tüketimi (daha az enerji ihtiyacı)

- Müşteri menfaatlerini koruma.

Düzenli ve güvenli dağıtım ağı.

- Doğrudan tasarruf.

Daha az personel masrafı (şoför, sürüş süresi, gece vardiyası). Değişken maliyetlerde tasarruf.

Malzemede daha az aşınma (bakım-onarım, lastik ve yakıtta daha düşük değişken maliyet).

Daha uzun “tır (çekici)” ömrü.

Daha küçük araç filosu.

Araç vergilerine muafiyetler/indirimler/geri ödemeler.

Daha az otoban ücreti.

- Dolaylı Tasarruf.

Daha esnek taşıma organizasyonu.

Sürücü için rahatlık: demiryolunda geçen süre şoför için istirahat zamanı olur.

Mevcut taşıma kapasitesinin daha iyi kullanımı.

Taşıma esnasında yüke daha az zarar verme.

Taşımacılık sektörünün çeşitli paydaşları için intermodal yük taşımacılığının kullanımı ile beklenen yararlar Tablo 2.2.'de verilmiştir.

**Tablo 2.2:** Taşımacılık Sektörü Paydaşları İçin İntermodal Taşımacılığın Beklenen Faydaları(Infolog, 2000).

<b><u>Paydaşlar</u></b>	<b><u>Beklenen Faydalar</u></b>
<b>Taşıma Şirketleri</b>	Yeni pazarların oluşumu ve yeni üretim olanaklarına bağlı istihdam.
<b>Mevcut Göndericiler</b>	Düşük taşımacılık maliyetleri, daha fazla taşımacılık alternatifleri, daha çok emniyet ve güvenlik.
<b>Potansiyel (Yeni) Göndericiler</b>	Pazara daha iyi ulaşım, yeni pazarların oluşması, daha fazla taşımacılık fırsatları/alternatifleri, düşük taşımacılık maliyetleri.
<b>Demiryolları</b>	Karayolu taşımacılığının başarısı ile rekabetin olduğu yerde potansiyel büyüyen pazar ve bölümleri.
<b>Karayolu Taşımacılık Endüstrisi</b>	Gelişen ekonomiler, ekip operasyonları için artan esneklik (mevcut sürüş sınırlamaları, mola düzenlemeleri).
<b>Forwarding Endüstrisi</b>	Taşımacılık imkanları/alternatifler, büyüyen sektör, düşük maliyetler (kar, istihdam).
<b>İntermodal Taşımacılık Operatörleri</b>	Gelişen ekonomileri, daha fazla taşımacılık alternatifleri, düşük maliyetler (kar, istihdam).
<b>Yetkililer, Politikacılar</b>	Taşımacılık imkanları (alternatiflerine ek olarak, enerji kullanımı, tehlikeli maddelerin emisyonu, güvenlik, trafik sıkışıklığının kontrolü/sınırlandırılması altyapısını oluşturma.

#### **2.3.4. Dünyada ve Türkiye’de İntermodal Taşımacılık**

Avrupa Birliği ortak ulaşım politikasının temelini oluşturan intermodal taşımacılık sistemi, Birliğin genişleme süreci, demiryolu sektöründe serbestleştirme çalışmaları, karayolunda fiyatlandırma gibi uygulamalar ve sürdürülebilir ulaşım sisteminin geliştirilmesine yönelik politikalar sonucu yaygınlaşmaya başlamıştır (Kaynak ve diğ., 2007). Birçok Avrupa ülkesi karayollarındaki sıkışıklık ve çevresel problemlerden ötürü intermodal taşımacılığın gerekliliğini vurgulamıştır ve bu alanda ciddi yatırımlarda

bulunmuşlardır. Avrupa Komisyonu İntermodal Taşımacılığın Avrupa Birliği Ortak Taşımacılık Politikasının bir parçası olmasının kuvvetli savunucusu ve destekleyicisi olmuştur(Burkhard ve diğ., 2005). İntermodal taşımacılığı destekleme, Komisyon tarafından yayınlanan Beyaz Kitap: 2010 için Avrupa Taşımacılık Politikası: Karar Verme Zamanı'nın başlıca kısmını oluşturur. Söz konusu kitap, taşımacılık modları arasındaki dengeyi yeniden oluşturma amacına hizmet etmektedir. Beyaz Kitabın amaçlarından birisi de, modlar arasındaki dengeyi yeniden tesis etmektir. Komisyonun entegre bir önlem paketi ile politikası; karayolu taşımacılığındaki söz konusu artışı, %38 oranıyla sınırlamayı amaçlamaktadır. Beyaz Kitap; bunu, ilk olarak karayolu taşımacılığının alternatifleri olan kısa mesafeli denizyolu, demiryolu ve iç su taşımacılığını geliştirerek başarmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle eylem planları, özellikle "uzun mesafe" taşımacılık ayağı için karayolu taşımacılığının alternatiflerini desteklemeye odaklanacaktır. Bu da sadece tıkanıklığı azaltmakla kalmayacak aynı zamanda da yol güvenliğini temin edecek ve çevreye olumlu etkilerde bulunacaktır. Beyaz Kitap, ayrıca, karayolu taşımacılığına gerçek bir rakip alternatif olarak "Deniz Otoyolları'nın geliştirilmesini teklif etmiştir. Komisyon; 7 Nisan 2003'te, intermodal yükleme birimlerinin standardizasyonuna ve uyumlaştırılmasına ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Birliği Konseyi'nin Çerçeve Yönetmeliği'ni önerdi. Bu önlemin amacı, Avrupa'da dolaşımda bulunan çeşitli boyutlardaki konteynerlerden kaynaklanan intermodal taşımacılıktaki verimsizliği azaltmaktır. 2003'te, farklı taşımacılık modlarının entegrasyonunu geliştirme yollarını araştırmak için endüstri ve Üye Ülkeler ile istişarede bulunuldu. Bu istişarenin bir sonucu olarak; Komisyon, intermodal yük taşımacılığının organizasyonunu iyileştirmek için bir eylem planı ortaya koydu. Komisyon; bu girişimle, intermodal taşımacılığa destek olmak için yük sevkiyatı uygulamalarını geliştirmeye yardımcı olmayı amaçlamaktadır<sup>3</sup>.

Kuzey Amerika'da ise Kanada, ABD ve Meksika'nın taraf oldukları Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA) gereğince bu üç ülke lojistik politikalar ve prosedürlerde ortak karar almaktadırlar. Konumu ve ekonomisinin büyüklüğü itibariyle de ABD bu organizasyonun liderliğini yapmaktadır. Bu bölgede İntermodal

---

<sup>3</sup> Kısa Mesafeli Denizyolu Tanıtım Merkezi, <http://www.shortsea.org.tr/beyazkitap.php>, [Ziyaret Tarihi 01.02.2014].

Taşımacılığın temeli 1991 yılında “Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991 (ISTEA `91)” ile ABD’de atılmıştır. Bu kanunla ilk defa Ulusal İntermodal Sisteminin çerçevesi oluşturulmuştur ve taşıma maliyetlerinin düşmesi, mevcut altyapı tesislerinin daha verimli kullanımı ve daha az çevreye zarar verme gibi beklentilerle oluşmuştur. 1998 senesinde “Intermodal Surface Transportation Efficiency Act for 21st Century (TEA - 21)” yürürlüğe girmiş ve özel sektörün sadece ulusal değil uluslararası taşımalarda da sektörün ihtiyaçlarını karşılaması amaçlanmıştır. İkinci etkin adım ise bilgi teknolojileri ve akıllı ulaşım sistemlerinin İntermodal Taşıma Operasyonlarında kullanılmaya başlanması ile atılmıştır. Böylece İntermodal Taşıma Sisteminin güvenilirliği, cevap verme yeteneği ve güvenliğinin artırılması amaçlanmıştır(Burkhard ve diğ., 2005).

Türkiye’de, intermodal taşımacılık kavram ve istek olarak var olmasına rağmen, henüz uygulamada yeterince yaygınlaşmış değildir. Avrupa Birliği ile entegrasyon sürecinde bölgesel lojistik bir güç olmak isteyen Türkiye’nin küresel lojistik ve intermodal taşımacılık sistemini geliştirmesi gerekmektedir. Türkiye’nin intermodal taşımacılık açısından ulaşım sistemindeki en zayıf noktası, ulaşım türleri arasında aktarma yapılan düğüm noktaları yani terminallerdir (Kaynak ve diğ., 2007).

Bu amaçla, ülkemizde, kent merkezi içinde kalmış yük garlarının; Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, etkin karayolu ve deniz ulaşımı bağlantısı olan ve yükleyiciler tarafından tercih edilebilir bir alanda, yük lojistik ihtiyaçlarına cevap verebilecek özellikte, modern, teknolojik ve ekonomik gelişmelere uygun şekilde, öncelikle Organize Sanayi Bölgelerine yakın ve yük potansiyeli yüksek olan İstanbul (Halkalı/Yeşilbayır), İzmit (Köseköy), Samsun (Gelemen), Eskişehir (Hasanbey), Kayseri (Boğazköprü), Balıkesir (Gökköy), Mersin(Yenice), Uşak, Erzurum (Palandöken), Konya (Kayacık), Denizli (Kaklık) ve Bilecik (Bozüyük) olmak üzere 13 adet lojistik merkez kurulmaya başlanmıştır. 2011 yılı yatırım programına alınan Kahramanmaraş (Türkoğlu), Mardin, Kars, Sivas ve Habur Lojistik Merkezleri ile birlikte planlanan Lojistik Merkez adeti 18’e ulaşmaktadır<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> TCDD sitesi, *Lojistik Merkezler 2013*, www.tedd.gov.tr, [Ziyaret Tarihi: 01.11.2013]



Önemli finansman olanakları gerektiren intermodal terminallerin oluşturulmasında, kamu kaynaklarını esas alan yaklaşımlar dışında yeni modeller geliştirilmesi gerekmektedir. Kamu kaynaklarına dayanan projeler zamanında gerçekleştirilememektedir. Avrupa'da lojistik merkezlerin kurulmasında en çok kullanılan ve en etkin organizasyon yapısı kamu-özel sektör işbirliği modelidir. Kamu özel sektör işbirliğinin amacı, daha fazla değer yaratmaktır. Bu nedenle, Türkiye'de lojistik köyler kurulurken özel sektör katılımı arttırılmalı, en çok kullanılan ve en etkin organizasyon yapısı olan özel-kamu sektör işbirliği modeli kullanılmalıdır (Kaynak ve diğ., 2007).

Türkiye'de yolcuların %91'si ve ticari malların %89'si karayolu ile taşınmaktadır. Tablo 2.3'de 2002 senesinden 2012 senesine kadar Türkiye Karayollarında taşınan yüklerin ton-km cinsinden istatistiği gösterilmiştir. Bu tabloya göre karayolu taşımacılığına ihtiyaç her geçen sene artarak devam etmektedir.

Karayolu ulaştırmasına olan bu bağımlılık ulaştırma sisteminde bir takım sorunlar doğurmaktadır. Trafik sıkışıklığı, çevresel olumsuzluklar, sınır geçişlerinde yaşanan sorunlar, karayolu vergilendirmesi, karayolu trafiğindeki kısıtlamalar, ruhsat yetersizlikleri ve gümrük kısıtlamaları gibi göstergeler bu durumu ortaya koyan örneklerden bazılarıdır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek ve daha sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi oluşturabilmek için Türkiye, rekabetçi karayolu taşıma sisteminin avantajlarından da yararlanan ve hızla sonuç veren intermodal taşımacılık çözümlerini geliştirmelidir (OECD/ITF, 2009).

**Tablo 2.3:** Otoyollar, Devlet ve İl Yolları Üzerinde Seyir ve Taşımalar (KGM, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, 2012).

YIL	TON - KM		Ton - Km	
	TOPLAM	OTOYOL	DEVL . Y.	İL YOLU
2002	150 912	19 388	121 157	10 367
2003	152 163	20 331	121 467	10 365
2004	156 853	23 735	123 340	9 778
2005	166 831	28 504	128 343	9 984
2006	177 399	32 926	134 361	10 112
2007	181 330	34 452	136 967	9 911
2008	181 935	36 925	135 607	9 403
2009	176 455	40 515	127 211	8 729
2010	190 365	42 941	138 921	8 503
2011	203 072	46 893	147 631	8 548
2012	216 123	48 751	151 722	15 650

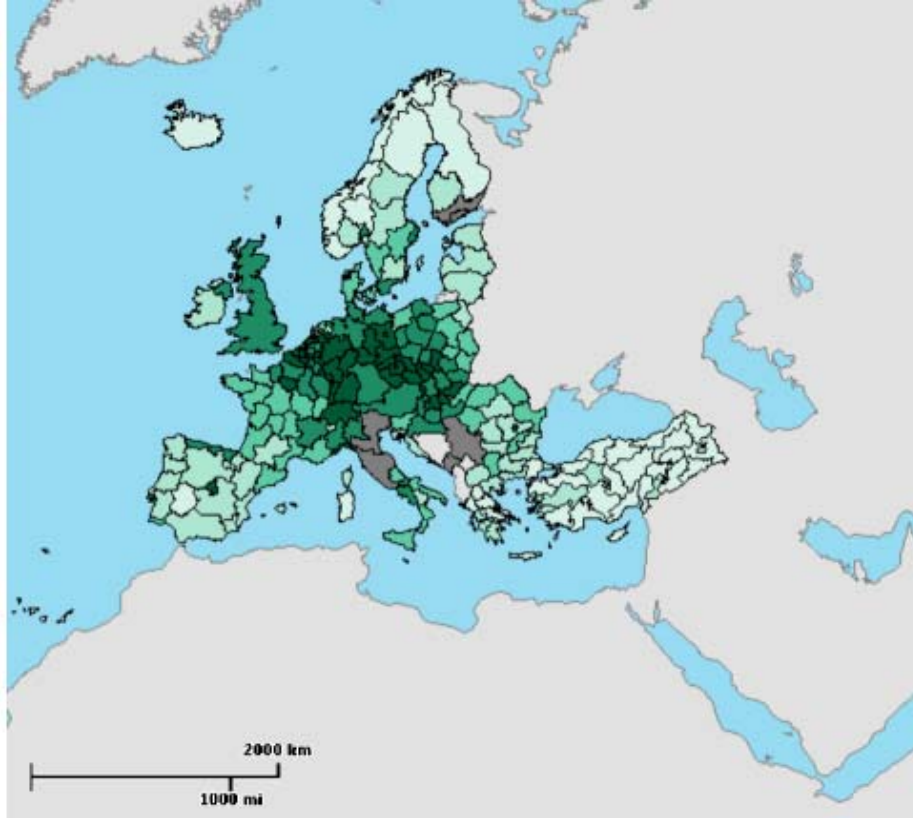
İntermodal taşımacılık için önemli olan bir faktör de uzun mesafe taşımalarının yapılabilmesi için gerekli olan güçlü demiryolu ve denizyolu(suyolu) taşımalarıdır. Ülkemizdeki 2006-2012 yılları arası konteyner bazında yapılan toplam kabotaj taşımacılığının verileri ve toplam elleçleme verileri ile toplam kabotaj taşımacılığının toplam elleçlemeye oranının yüzde olarak verildiği bilgiler Tablo 2.4’de sunulmuştur. Tabloda görüldüğü gibi kabotaj taşımacılığının payı son yıllarda ciddi bir artış göstermesi yanında genellikle artan bir trend izlemiştir.

**Tablo 2.4:** 2006-2012 Yılları Arası Konteyner Elleçleme İstatistikleri(UDHB, 2013)

YILLAR	TOPLAM KABOTAJ			TOPLAM ELLEÇLEME			YÜZDE (%)		
	ADET	TEU	TON	ADET	TEU	TON	ADET	TEU	TON
2012	195.961	266.870	4.285.285	3.540.471	5.320.078	73.949.871	5,53	5,02	5,79
2011	98.131	137.322	2.233.575	3.243.696	4.834.454	65.258.347	3,03	2,84	3,42
2010	67.630	93.444	1.493.804	2.889.760	4.270.609	57.707.751	2,34	2,19	2,59
2009	41.297	60.702	875.366	2.213.608	3.281.068	43.630.609	1,87	1,85	2,01
2008	48.977	66.311	1.044.380	2.598.906	3.855.439	49.891.078	1,88	1,72	2,09
2007	12.782	16.851	299.136	2.422.281	3.537.194	46.245.670	0,53	0,48	0,65
2006	3.189	3.904	63.345	2.131.902	3.111.696	44.268.709	0,15	0,13	0,14

Kabotaj oranlarındaki son yıllardaki artışın önemli sebeplerinden birisi de 2008 yılında Denizcilik Müsteşarlığı ile Gümrük Müsteşarlığı'nın yaptığı çalışma sonucunda kabotaj yükleri ile transit yüklerin aynı ambarda depolanabilmesinin sağlanması

olmuştur. Yayımlanan tebliğ ile gümrüklü sahalarda kabotaj eşyasının tecridine, depolanmasına ve boşaltılmasına izin verilmiş böylece dökme ve konteynerli yüklerin önemli bir kısmının karayolu ve demiryolu yerine denizyolu ile taşınabilmesine olanak sağlanmıştır.



**Şekil 2.3:** Avrupa'da Demiryolu Ağlarının Yoğunluğu<sup>5</sup>

Demiryolu taşımada ise gerek intermodal taşımacılık gerekse yolcu taşımacılığında daha etkin kullanabilmek için altyapı ve üstyapı çalışmalarının artarak devam etmesi gerekmektedir. Şekil 2.3'de Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat)'nden alınan Avrupa'da demiryolu ağlarının yoğunluğunu gösteren harita bulunmaktadır. Haritaya göre demiryolu yoğunluğu en fazla olan bölgeler koyu yeşil ile en az olan bölgeler ise açık yeşil ile renklendirilmiştir. Gri bölgeler için herhangi bir data mevcut değildir.

<sup>5</sup> Eurostat, *Density of Rail Networks*, <http://ec.europa.eu/eurostat/statistical-atlas/gis/viewer/>, [Ziyaret Tarihi: 02.05.2014]

Görüldüğü üzere Türkiye en açık renkteki bölge olarak dikkati çekmektedir. Türkiye’de 2011 verilerine göre toplam 8699 km’lik demiryolu ağı bulunmaktadır<sup>6</sup>.

### 2.3.5. Türkiye’de İntermodal Taşımacılığın Gelişmesi İçin Önerilen Politikalar

Türkiye’nin halen karayolu-demiryolu, Ro-La, Ro-Ro ve demiryolu-feribot hizmetleri yoluyla uluslararası ulaştırma ve lojistik faaliyetlerinde intermodal taşımacılıktan yararlandığı aşikar olmakla beraber, ülkenin kapsamlı bir intermodal taşımacılık strateji ve çerçevesine ihtiyacı vardır. Başka bir deyişle, intermodal operasyonların daha etkin ve sürdürülebilir şekilde büyümesine olanak sağlayacak bir yol haritası gerekmektedir.

Türkiye uluslararası nakliye hacmini ve sürekliliğini arttırma konusunda, deniz ve demiryolu olanaklarını diğer ulaştırma modlarına bağlayan intermodal çözümler tesis etme yönünde büyük bir potansiyele sahiptir. Bundan sonra yapılması gereken, intermodal taşımacılığı geliştirecek yasal çerçeve ile mali/idari girişimleri sağlayarak, artan intermodal taşımacılık taleplerini teşvik ve muhafaza etmektir (OECD/ITF, 2009).

OECD’nin 2009 yılında yayımladığı “İntermodal Taşımacılık-Ulusal Ülke İncelemesi: Türkiye” raporuna göre intermodal taşımacılığın gelişimi için sunulan politika önerileri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Türk Hükümeti, tüm kamu ve özel sektör paydaşları ile çıkar gruplarının işbirliğiyle, intermodal taşımacılık ve lojistiğin teşvik edilmesine yönelik çerçeveyi oluşturan bir Ulusal Ana Plan hazırlamalıdır. Bu Ana Plan, tüm Türkiye’de transit ve yurtiçi ulaştırma için intermodal koridor, kavşak ve geçitlerden oluşan bir ağ belirlemelidir.
2. Net bir politika ve yasal çerçevenin belirlenmesi tüm özel sektör için eşit şartlar sunan bir faaliyet alanı yaratacaktır. İntermodal taşımacılığı teşvik edecek mali/idari önlem ve girişimler oldukça etkili olabilir.
3. Ulaştırma Bakanlığı çatısı altında bir intermodal taşımacılık ve lojistik departmanının kurulması, hem kamu kuruluşları hem de özel şirketler dahil olmak üzere, tüm paydaşların faaliyetlerini izleme ve koordine etme konusundaki boşluğu adil bir şekilde dolduracaktır.

---

<sup>6</sup> Unece, *Countries in Figures 2011*, www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/profiles2011/Turkey.pdf, [Ziyaret Tarihi: 02.05.2014]

4. Tek yönlü bir karar süreci intermodal taşımacılığın gelişimine yeterli düzeyde hizmet edemez; bunun yerine bu süreç giderek gelişen, küresel bir ulaştırma politikasının bir parçası olarak görülmelidir. Bu yüzden Türkiye için sürdürülebilir bir intermodal taşımacılık sisteminin teşvik edilmesi ve geliştirilmesi sürecine tüm kamu ve özel sektör paydaşlarını dahil etmek gerekmektedir.
5. İntermodal taşımacılık hizmetlerinin gelişimi için özel sermayeyi çekmek amacıyla Türk hükümeti tarafından idari ve finansal önlemler uygulanabilir.
6. İntermodal taşımacılık ticari sürekliliği bakımından uzun mesafeli ve yüksek kargo hacimli koridorlar gerektirmektedir. Türkiye'nin bu gruba giren koridorlar Pazar analiziyle belirlenmelidir.
7. Büyük limanların altyapı kapasiteleri, gelecek 15 yıl içerisinde önemli ölçüde artması beklenen pazar talebine cevap verecek şekilde artırılmalıdır.
8. Türkiye ve diğer ülkeler arasındaki Ro-La hizmetlerinin ticari sürdürülebilirliğinin belirsizliğinden dolayı, bu teknik Türkiye'nin intermodal taşımacılık operasyonları için tavsiye edilmemektedir. Bu yüzden Ro-La kamu müdahalesi için bir öncelik olmamalıdır.
9. Türk RO-RO sistemi ve Güney Avrupa'yla olan bağlantısı oldukça başarılıdır. Bu yüzden Türk ulaştırma otoriteleri, özellikle yurtiçi ticaret akışları açısından, bu bağlantının Akdeniz ve Karadeniz ticaretinin diğer alanlarına doğru uzatılmasını teşvik etmelidir.
10. Yurtiçi RO-RO kıyı taşımacılığı, Türk kıyılarındaki güzergahlar ve daha uzun mesafeli operasyonlar için Türkiye'deki iç karayolu nakliye pazarlarında kendine yol açabilmelidir. Böylesi bir konsept Avrupa Birliği çerçevesinde izlenen ve desteklenen "Deniz Otoyolları" inisiyatifiyle de uyum sağlayacaktır.
11. Türkiye için gelişmiş ve rekabetçi bir intermodal taşımacılık sistemi oluştururken deniz ve hava nakliyesi lojistik merkezleri için gerekli ulaşım bağlantılarının sağlanması ve bunların kentsel dağıtım noktalarına entegrasyonu da dikkate alınmalıdır.

12. Alınacak başlıca önlemlerden bir tanesi de limanların, lojistik pazarları için avantaj sağlayacak demiryolları başta olmak üzere, diğer ulaştırma modları ile hinterland bağlantılarını sağlamak ve geliştirmek olmalıdır.

13. Demiryollarının intermodalitedeki payını arttırmak amacıyla demiryolu ağı sadece yüksek hızlı yolcu taşımacılığı için değil, aynı zamanda rekabetçi ve güvenilir mal taşımacılığı hizmetlerine de olanak sağlayacak şekilde geliştirilmelidir. Döner stok ve terminaller için finansal desteğe öncelik tanınmalıdır.

14. Demiryolu nakliyesi lojistik merkezi olarak altı arazi noktası belirlenmiş olmakla beraber, bu gibi hizmetleri geliştirme beklentileri henüz çok net değildir. Bu yüzden intermodal hizmetlerin geliştirilmesine yönelik perspektifi etkileyen belirsizlikler çözümlenmelidir.

15. Ticaret ve ulaştırma teşvik politikası transit trafiğe yönelik destekleyici bir yaklaşım içerebilir. Transit ticaret ilave ekonomik büyüme için bir araç olarak kullanılabilir.

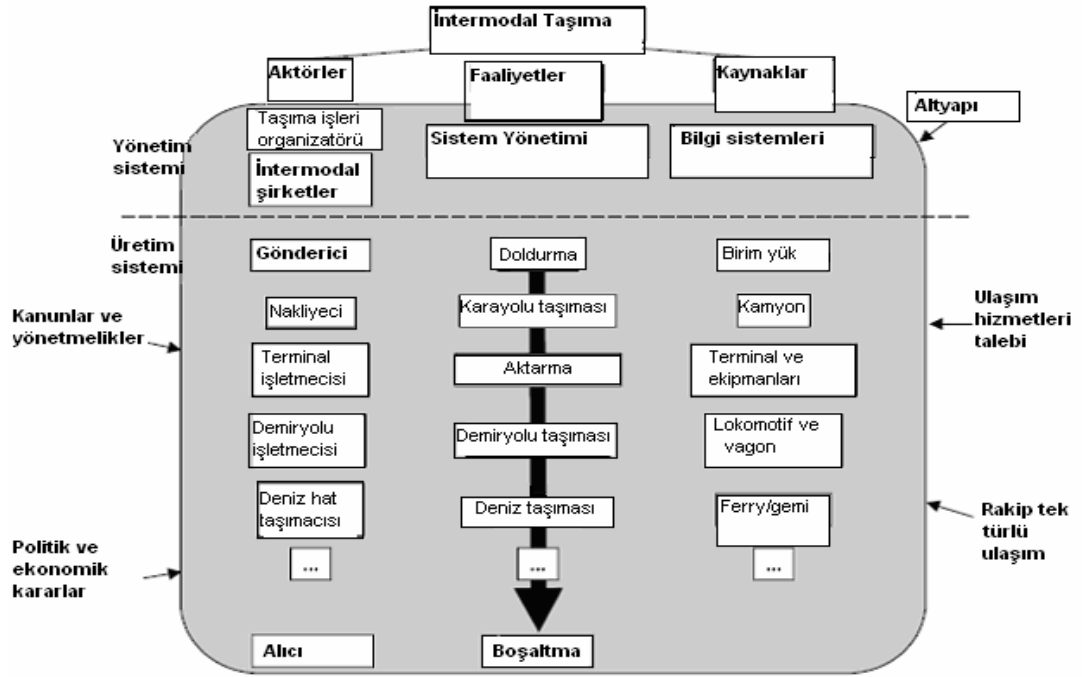
16. Türkiye'nin uluslararası örgütlere aktif katılımı taşımacılık koridorlarını tanımlayan bir dizi anlaşma ile sonuçlanmıştır. Türkiye'nin coğrafi büyüklüğünden dolayı bu koridorlara daha çok ulusal bağlantı dahil edilmelidir.

17. Gerekli değişikliklerin uygulandığından emin olmak ve özel çaba sarfedilmesi gereken alanları vurgulamak amacıyla bir zaman çizelgesi ve izleme süreci belirlenmelidir.

#### **2.4.İNTERMODAL TAŞIMACILIĞIN BİLEŞENLERİ**

İntermodal taşımacılığın anahtar kelimesi entegrasyondur. Bu sistemde, ulaşım türlerinin üç düzeyde entegrasyonu hedeflenir. Bunlar;

- Hizmet verenler (aktörler)
- Faaliyetler-İşletme (özellikle terminaller ve altyapının kullanımı)
- Kaynaklar (terminal ve ulaşım araçları) (EC,1997)



Şekil 2.4: İntermodal Taşımacılığın Temel Bileşenleri (Woxenius, 1998).

#### 2.4.1. Aktörler

İntermodal taşımacılıkta çeşitli ulaşım türlerinin entegrasyonu söz konusu olduğundan, oyunda birçok aktör rol alır. Bu nedenle, etkin ve kaliteli bir hizmet için bu aktörlerin koordinasyonu oldukça önemlidir. Bu aktörler, intermodal taşıma operatörleri, demiryolu işletmecileri, taşıma isleri organizatörleri (forwarder), terminal işletmecileri, gümrük müşavirleri vb. çok çeşitlidir. Taşımanın tümünü organize etmeleri ve yönetmeleri nedeniyle taşıma isleri organizatörleri ve Üçüncü Parti Lojistik (3PL) / Dördüncü Parti Lojistik (4PL) şirketleri intermodal taşımacılıkta çok önemlidir. İntermodal taşımacılık faaliyetlerini organize eden aktörlerin, varlık-temelli ve varlık-temelli olmayan hizmet verenler şeklinde de ayrımı yapılmaktadır. Varlık-temelli hizmet verenlerin kendi sahip oldukları ya da kiralandıkları araç, depo, konteyner gibi ekipman ya da varlıkları varken, varlık-temelli olmayan hizmet verenlerin bu tip ekipmanları yoktur. Varlık-temelli olmayan hizmet verenler, göndericiye sadece intermodal hizmetleri koordine etme gibi yönetim, organizasyon ve bilgi sistemleri hizmeti sunarlar (UNCTAD, 2004). Bu tip lojistik hizmeti verenler Dördüncü Parti Lojistik (4PL) hizmeti verenler olarak adlandırılmaktadır. Her ikisinin karması, yani

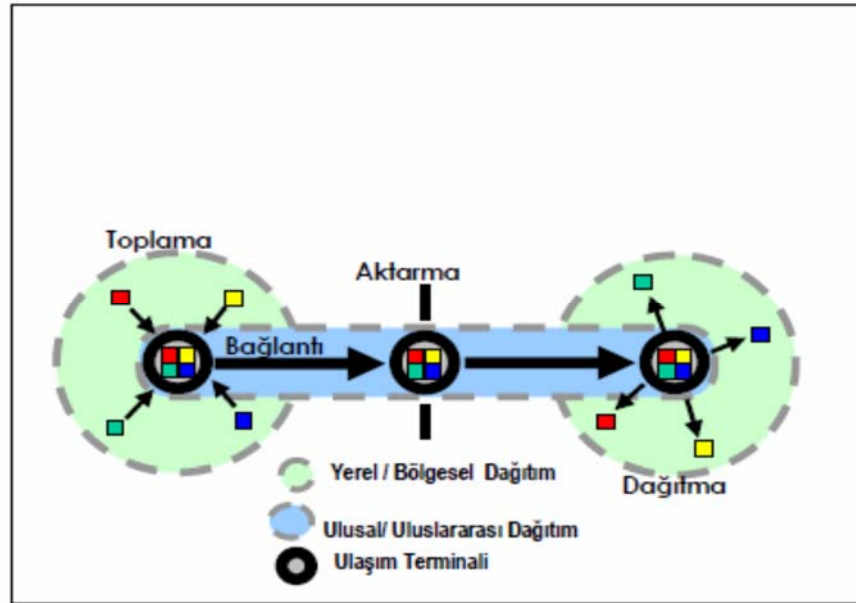
hem yönetim hem de ekipman hizmeti sunan melez (hibrid) kuruluşlar da bulunmaktadır (UNCTAD, 2004).

#### 2.4.2. Faaliyetler

İntermodal Taşımacılık zincirinde faaliyet, müşteriden yükün karayolu aracına doldurularak karayolu ile intermodal terminaline kadar taşınması ile başlar, intermodal terminalinde diğer ulaşım türüne (demiryolu/denizyolu/havayolu) aktarma işlemi ile devam eder ve müşteriye

ulaşana kadar çeşitli ulaşım türleri kullanılabilir ve boşaltma işlemi ile sona erer. İntermodal terminalinde intermodal taşıma birimlerine (ITU) temizlik, tamir-bakım vb. hizmetler de verilebilir. Tasıma isleri organizatörü (forwarder) ya da intermodal taşımacılık şirketleri intermodal taşımayı organize ederler.

Şekil 2.5 'de görüldüğü gibi intermodal taşımacılıkta ana faaliyet olarak toplama, bağlantı, aktarma ve dağıtım fonksiyonları yer alır.



Şekil 2.5: İntermodal Taşımacılıkta Ana Faaliyetler (Zeybek, 2007).

*Toplama:* Yükün bir terminalde toplanması ve birleştirilmesi yani konsolidasyonu işlemi yerel / bölgesel dağıtım ile ulusal / uluslar arası dağıtım sistemleri arasında bir arayüz oluşturur. Değişik tedarikçilerden, genellikle karayolu ile gelen yükler, bu dağıtım terminalinde birleştirilerek daha yüksek kapasiteli ulaşım türü olan demiryolu



ya da denizyoluna aktarılır. Paketleme ve depolama hizmetleri de toplama işleminin kapsamında yer alır.

*Bağlantı:* Konsolide edilen yüklerin yük treni ya da konteyner gemisi vb. ile iki terminal arasında akışını ifade eder.

*Aktarma:* Ana intermodal fonksiyon aktarma terminallerinde oluşur. Terminalde intermodal taşıma biriminin diğer ulaşım türüne (demiryolu / denizyolu / havayolu) aktarma işlemi gerçekleştirilir.

*Dağıtım:* Yükler varış yerine yakın bir terminale vardığında, ayrımı yapılarak yerel/ bölgesel dağıtım sistemine aktarılır.

### **2.4.3. Kaynaklar**

İntermodal Taşımacılığın ana kaynakları terminal ve ekipmanları, ulaşım araçları (kamyon, lokomotif, vagon, gemi, uçak vb.), intermodal taşıma birimleri (ITU) ve bilgi sistemleridir.

#### **2.4.3.1. Terminaller**

İntermodal Taşımacılıkta limanlar, yük ya da lojistik köyleri / merkezleri benzeri terminal ve düğüm noktaları oldukça önemlidir. İntermodal terminaller, çoğunlukla ulusal ya da uluslararası yük dağıtım sisteminin içinde yer alırlar. Terminallerin amacı, ulaşım zincirinin etkin ve verimli bir şekilde devamını sağlamaktır. Ölçek ekonomisi nedeniyle, intermodal taşımacılıkta yüklerin liman, demiryolu terminali, kara konteyner terminali gibi düğüm noktalarında konsolide edilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde, terminaller arasında intermodal taşımayı ekonomik kılabacak trafik hacmine ve frekansına ulaşılabilir. Bu nedenle, intermodal terminaller yükün toplanarak konsolide edildiği, diğer ulaşım türüne (demiryolu / denizyolu / havayolu) aktarma işleminin ve/veya katma değer faaliyetinin yapıldığı ve yükün dağıtım sistemine aktarıldığı yerler olabilir. Bir arayüz oluşturan terminaller (düğüm noktaları) olmadan, taşıma intermodal olamaz. İntermodal Taşımacılıkta terminaller, intermodal taşıma birimlerinin (ITU) aktarma işlemi ve depolanması amacıyla gerekli donanımına sahip yerlerdir (Zeybek, 2007).

Terminaller konusunda literatürde çok çeşitli kavram ve terimler bulunmaktadır. Eskiye oranla daha da büyümüş olan terminaller, dağıtım merkezi, lojistik merkezi, lojistik parkı, yük köyü, vb. olarak adlandırılmaktadır (Europlatforms EEIG, 2004:3). Ayrıca, “Distripark (dağıtım parkı)” terimine de sıkça rastlanmaktadır. Distripark büyük ölçekli,

gelişmiş, katma değerli lojistik hizmet verilen tesisler olarak ifade edilmektedir (UNESCAP, 2002).

Avrupa'da da liman geri sahasında kurulan lojistik merkezlerin, çeşitli adlar altında oldukça gelişmiş olduğu gözlenmektedir. Örneğin; Fransa'da 'platformes logistiques', Almanya'da Güterverkehrscentren (GVZ), İtalya'da Interporti, İngiltere'de Freight Villages(yük köyü), İspanya'da Zonas de Actividades Logísticas(ZAL) adını almaktadır (Notteboom ve diğ., 2004).

Tüm bu kavram ve terimler, ana taşıma hizmetinden doğan gereksinimleri karşılamak için gerekli altyapının sağlanması yanında, katma değerli hizmetleri de verme temel prensibine dayanmaktadır (UNESCAP, 2005).

Serbest piyasa kurallarına göre bir lojistik merkezi / yük köyü, bütün firmalara hizmet vermek durumundadır. Ayrıca, lojistik merkezde yukarıda belirtilen faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli gümrük vb. kamu tesisleri ile sosyal tesisler de bulunur. Lojistik merkezleri/yük köyleri, depolama gibi geleneksel hizmetler yanında etiketleme, montaj, yarı-üretim ve uyarılama gibi katma değerli hizmetler de sunar. Temel katma değerli hizmetler arasında aşağıdaki hizmetler yer almaktadır (Zeybek, 2007):

- Yük kabul, gönderileri parçalama, sevke hazırlama, boşları geri gönderme, paketleme.
- Depolama, dağıtım ve sipariş kabul.
- Ülke ve müşteri uyarlaması, parça ve el kitapçıkları ilave.
- Montaj, tamir, ters lojistik.
- Kalite kontrol, ürün testi.
- Kurma.
- Müşterinin yerinde ürün eğitimi.

Lojistik köyler, hem ulusal hem de uluslararası taşımacılık açısından, taşımacılık, lojistik ve yüklerin dağıtımlarıyla ilişkin tüm aktivitelerin gerçekleştirildiği özel alanlardır. İntermodal taşımacılığın özellikle yüklerin elleçlenmesi yönünden gelişimi için bir lojistik merkezi / yük köyü, bütün ulaşım türlerine (karayolu, demiryolu, denizyolu, içsuyolu, havayolu) hizmet verebilmelidir (Galloni, 2004).

### 2.4.3.2. *Bilgi Sistemleri*

İntermodal taşımacılık ve lojistik oldukça bilgi-yoğun bir iştir. Bu nedenle, bilgi sistemlerinin birden fazla ulaşım türünü içeren kapıdan kapıya taşıma işleminin her aşamasını izlemesi ve rapor etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, kullanılması gereken bilgi sistemleri sadece tek bir türü ya da tek bir demiryolu şebekesini içeren bilgi sistemlerine göre daha karmaşıktır(Zeybek, 2007).



**Şekil 2.6:** İntermodal Taşımacılıkta Bilgi Sistemleri (Zeybek, 2007).

Öte yandan, yüklerin zamanında alıcıya ulaştırılmasında taşıma belgelerinin akışının eksiksiz yapılması da önemlidir. Elektronik Veri Değişimi (EDI) sistemleri, söz konusu evrakların elektronik ortamda ulaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemden tam verim alabilmek için lojistik süreçteki ana oyuncuların EDI sistemine dahil olması gereklidir. Özetle, intermodal taşımanın tek türlü taşıma ile rekabet edebilmesi için gelişmiş bilgi sistemleri kullanımına ve gelişmiş lojistik kavramlarına ihtiyacı bulunmaktadır(Zeybek, 2007).

### 2.4.3.3. *İntermodal Taşıma Birimleri*

Taşımacılıkta yükün birleştirilmesi (üniteleştirilmesi), tekli ünite içinde ayrı ayrı parçaların biraraya getirilmesini ifade eder. Böylece yükün, daha ekonomik olarak hareket etmesi ve daha kolay ve hızlı elleçlenmesine yardım eder. Yükü birleştirmenin avantajları aşağıdaki gibidir (Çekerol, 2007):

- Daha kolay elleçleme.
- Araca daha kolay yükleme ve boşaltma.
- Daha az hesaplama.
- Parçaların daha az kaybolması veya çalınması.

- Parçaların listelenmesi daha küçük sayıda olduğundan dolayı daha az çalışma kağıdı kullanımı.
- Daha kolay intermodal transferi.

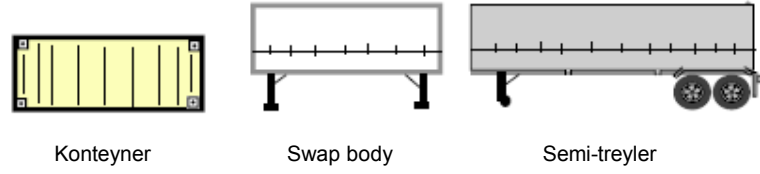
Modern ulaşım sistemlerinin odak noktasını oluşturan intermodalite kavramı ve intermodal taşımacılık sisteminin gelişmesinde teknoloji önemli rol oynamıştır. Yükün bir türden diğer ulaşım türüne aktarılması konusundaki teknolojik gelişmeler intermodal aktarmaları kolaylaştırmıştır. Bunun ilk örneği, karayolu treylerlerinin vagonlara konularak taşınması olan piggyback (kanguru) taşımadır. Ancak, en önemli gelişme, farklı ulaşım sistemleri arasında kolay elleçleme imkanı sunan konteyner olmuştur. Konteynerler ve intermodal taşımacılık, küresel dağıtımın etkinliğini arttırdığından dünyada hareket halindeki yüklerin giderek artan oranının konteynerize edilmesine yol açmıştır (Zeybek, 2007).



**Şekil 2.7:** Piggyback(Kanguru) Taşıma<sup>7</sup>

Bir intermodal ünitesi yük araçları veya yükü güvenceye almada intermodal transferine ulaşmak amacıyla ünite araçlarından ayrılmamalı ve çıkartılmamalıdır. En çok kullanılan intermodal taşıma birimleri konteyner, swap body (ayaklı konteyner) ve semi-treylerdir. Bunlar şematik olarak Sekil 2.8’de gösterilmiştir.

<sup>7</sup> RZD unveils wagon for piggyback or container traffic, <http://www.railwaygazette.com/news/freight/single-view/view/rzd-unveils-wagon-for-piggyback-or-container-traffic.html>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].



**Şekil 2.8:** İntermodal Taşıma Birimleri (Woxenius, 1998)

*Konteyner* : Konteyner, yükleri içinde bulunduran, bir ulaşım aracından diğerine aktarılabilen ve bu araçlardan kolayca ayrılabilen, yüklenmiş durumuyla “birim yük” niteliğinde olan, büyüklük ve teçhizat bakımından mekanik yüklemeye uygun, tekrar kullanılabilen taşıma kaplarıdır (Çancı ve diğ., 2003).

Konteyner çeşitli yüklerin konsolide edilerek birim yük haline gelmesini sağlaması ve ulaşım türleri arasında aktarmaları kolaylaştırması nedeniyle intermodal taşımanın gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Hem denizyolu, hem demiryolu, hem de karayolunda kullanılabilen bir taşıma birimi olma özelliği ile konteyner, intermodal taşımacılığın en önemli unsurudur (Zeybek, 2007).

Konteynerlerin kullanılması özellikle terminal operasyonlarında devrim yaratmıştır. Terminal masraflarından en çok etkilenen taşımacılık olan denizyolu taşımacılığında gemiler limanlarda yükleme/boşaltma operasyonları için üç haftaya kadar beklemekteydiler. Konteynerlerin kullanılmasıyla bu süreler birkaç güne hatta saatlere kadar inmiştir. Modern bir konteyner gemisinin elleçlenmesi için 750 adam saatlik bir operasyon gerekli iken konteyner kullanımı öncesi aynı büyüklükteki bir geminin elleçlenmesi için 24.000 adam saat gerekmektedir (Rodrigue ve diğ., 2006).

Konteyner sisteminin uygulanması, kapların maliyeti yanında taşıt araçlarının dizaynında ve yükleme-boşaltma tesislerinde büyük yatırımlar yapmayı gerektirir. Ancak işgücünde, depo alanları ve araçların bekleme sürelerinde sağlanan tasarruflar, yatırım maliyetlerini kısa zamanda geri ödeyebilecek niteliktedir. Taşımacılık masraflarının önemli oranda azalmasına neden olan bu sistemin sağladığı avantajlar şunlardır<sup>8</sup>:

<sup>8</sup> Parça Yüklerin Depolanması ve Otomatik Depolama, <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak419/MAK419-14.pdf>, [Ziyaret Tarihi 30.04.2014].

1. Yükleme – boşaltma işinde daha az insan gücünün kullanımı,
2. Taşımacılık noktaları arasındaki ara yükleme ve boşaltmalarda yani transferlerde daha az zaman kaybı ve verim artışı,
3. Konteyner içine konan malzemeleri koruyacak ambalaj maliyetinin ve malzemenin bozulma / hasara uğrama olasılığının azalması,
4. Depolama kapasitesinin artması,
5. Ara terminallerdeki işlemlerin azalması.

*Ayaklı Konteyner (Swap Body) :* Swap body üst üste istiflenemeyecek ve stacker tarafından tepeden kaldırılamayacak kadar ince yapılmış konteynerlerin adıdır. İlk satın alma masraflarını düşürmek ve uzun vadedeki yakıt masraflarını en azda tutmak için oldukça hafif malzemelerden üretilirler. Boyutları, diğer konteyner taşıyan araçlara yüklenebilmesi için standart İSO konteyner boyutlarındadır. Genelde dört köşesinde bulunan katlanabilir ayakları sayesinde herhangi bir yükleme/boşaltma sistemine gerek kalmadan taşındığı aracı değiştirebilir<sup>9</sup>.



**Şekil 2.9:** Ayaklı Konteyner<sup>10</sup>

*Semi Treyler :* Bir motora haiz çekici araç tarafından çekilen ve taşıyacağı yükün özelliklerine has bir şekilde tasarlanıp imal edilen en az bir dingilli ve çekildiği araca king pin adı verilen bir bağlantı sistemi aracılığı ile bağlanan yük taşıma amaçlı karayolu aracıdır<sup>6</sup>.

<sup>9</sup> *Kara Nakliye Terimleri*, <http://www.borusanlojistik.com/SektorelBilgiler.aspx?SektorelID=2>, [Ziyaret Tarihi 30.01.2014].

<sup>10</sup> *Swap Body*, <http://www.cimc-silvergreen.com/EN/Products/Swap/Swap-Body-WG00-with-sliding-tarpaulin-and-sliding-roof/Gallery.aspx>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

Çekicinin semi treylerden ayrılmasıyla semi treyler bir intermodal taşıma ünitesine dönüşmektedir. Bu haliyle trene ve RORO gemilerine binebilmektedirler. Varış noktasında ise başka bir çekici tarafından tren ve gemiden alınarak nihai varış noktasına, alıcıya, karayolu ile ulaşım sağlanmaktadır.

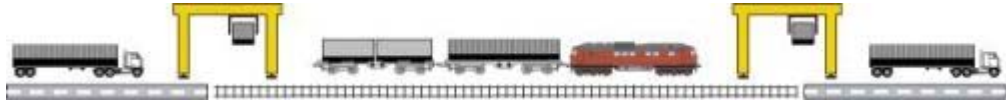


Şekil 2.10: Semi Treyler<sup>11</sup>

## 2.5. İNTERMODAL TAŞIMA TÜRLERİ

### 2.5.1. Refakatsiz İntermodal Taşımacılık

Refakatsiz taşımacılık adı verilen bu tip taşımacılıkta, sadece taşıma birimleri (konteyner, swap body, semi-treyler) tren ya da gemiyle taşınır. Sürücü bu sürece refakat etmez. En çok kullanılan intermodal taşımacılık türü, konteyner, swap body ve semi-treyler taşımacılığıdır. Refakatsiz taşımacılığın avantajı, daha fazla net ton taşımaya imkan vermesidir (Zeybek, 2007).



Şekil 2.11: Refakatsiz İntermodal Taşımacılık<sup>12</sup>

Bu taşıma türünde, intermodal yükleme birimleri genellikle düşey olarak yüklenirler. Düşey yükleme, terminallerde ve taşıma araçlarında üst üste yüklemeye imkan

<sup>11</sup> Tenteli Semi Treyler, [http://www.tirsan.com.tr/tr/products.aspx?cat\\_id=82&sub\\_cat=127](http://www.tirsan.com.tr/tr/products.aspx?cat_id=82&sub_cat=127), [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

<sup>12</sup> The different steps of unaccompanied transport, <http://www.uirr.com/en/road-rail-ct/ct-offers.html>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

vermesinden dolayı aynı alanda daha fazla yük depolanmasını ya da taşınmasını sağlamaktadır.

#### **2.5.1.1. Konteyner Taşımacılığı**

İntermodal taşımacılık süreci esnasında, deniz taşımacılığına uygun ISO konteynerlerin, demiryolunda platform vagonlar ile ya da karayolunda treyler ile taşınmasıdır. Hem karayolu, hem de demiryolu gabari sınırlamalarına kolaylıkla adapte edilebilmesi nedeniyle kendini kanıtlamış bir taşımacılık şeklidir. Paletli taşımacılığa uygun olması nedeniyle nakliyecilerin ihtiyacını karşılama yönünden büyük önem kazanmıştır (Zeybek, 2007).

Yük konteynerlerinin kullanılması anlayışının Romalılar zamanlarına kadar uzandığı, demiryolu ile konteynerin ilk defa 1830 yılında Liverpool & Manchester demiryolu tarafından kömür taşımak amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. İntermodal taşımacılık ise, ilk olarak 1839 yılında Birmingham & Darby demiryolu tarafından konteynerlerin demiryolu vagonlarından at arabalarına aktarılmasında kullanılmıştır (Woxenius, 1998).

Konteynerin taşıma endüstrisine ilk girişi, intermodal taşımacılığın gelişiminde de en önemli katkı olmuştur (Muller, 1995). Konteyner taşımacılığının gelişmesine paralel olarak limandan limana sunulan hizmetler yerini kapıdan kapıya hizmetlere bırakmıştır.

Konteyner taşımacılığında önemli avantajlardan biri konteynerlerin depolama sahalarında üst üste yüklenebildikleri gibi taşıma esnasında da üst üste yüklenebilmeleridir. Özellikle ABD'deki intermodal taşımalarda bu uygulama ile sıkça karşılaşmaktadır.

Kuzey Amerika demiryollarında yaygın olarak kullanılan platform vagonlarda çift kat konteyner taşıması, Avrupa'da gabari ve dingil basıncı problemi yarattığından henüz kullanılmamaktadır (Zeybek, 2007). Bu sistem, trenlerin taşıma kapasitesini ikiye katlamış ve uzun mesafe taşımalarda demiryollarının karayolu karşısında rekabet gücünü arttırmıştır. Böylece, konteynerler denizyolu-demiryolu intermodal taşımacılığının en önemli unsuru haline gelmiştir (Rodrigue ve diğ., 2006).



### 2.5.1.2. *Swap Body Taşımacılığı*

Avrupa’da yaygın olarak kullanılan bir intermodal taşımacılık türüdür. Swap bodyler deniz taşımacılığında kullanılan konteynerlere göre hafif malzemedен üretildiğinden daha ekonomiktir ve darası düşüktür. Denizyolu konteynerine göre daha fazla yük yükleyebilir. Ayakları sayesinde çekiciye yüklenmesi için ekstra bir yükleme/boşaltma aracına ihtiyacı yoktur. Bu sayede terminal maliyetleri daha düşük olur. En büyük dezavantajı hafif malzemedен üretildiği için ve ayaklarının mevcudiyetinden dolayı üst üste yüklemeye elverişli değildir.

### 2.5.1.3. *Semi Treyler Taşımacılığı*

Semi treyler sisteminin avantajı treylerin karayolundan demiryoluna ya da denizyoluna aktarılmasının karayolu çekicisinin terminale varışından bağımsız olmasıdır. Lokal bir çekici, semi treyleri istenen yere çekebilir. Maliyeti ve karmaşıklığı nedeniyle, bu sistemde treylerlerin yatay yüklenmesi, yerini dikey yüklemeye bırakmaktadır. Bu sistem, yükleme/boşaltma terminalleri ile yükleme ve boşaltma ekipmanına ihtiyaç göstermesinin yanı sıra, özel platform vagonlar da gerektirmektedir (Zeybek, 2007).

## 2.5.2. Refakatli İntermodal Taşımacılık

Refakatli taşımacılıkta çekici, intermodal taşıma birimi ile birlikte hareket eder. Çekici ile birlikte taşıma sisteminde karayolu aracı alçak platform vagona bindirilir. Buna “yatay yükleme” denir. Aracın sürücüsü için ise trende bir kuşetli vagon tahsis edilir. Böylece sürücü de araçla beraber yolculuk yapmış olur. Varış terminalinde sürücü, aracı kolayca vagondan indirerek yolculuğun son ayağını tamamlar ve müşteriye ulaşır. Bu sisteme "Rolling Road" ya da “Ro-La” adı verilmektedir (Zeybek, 2007).



Şekil 2.12: Refakatli İntermodal Taşımacılık<sup>13</sup>

“Ro-La” sisteminin avantajı indirme bindirme işleminin kolay ve çabuk olmasıdır. Özellikle taşıma işleminin çabukluğunu gerektiren durumlar ve 200 ila 400 km arası

<sup>13</sup> *The different steps of accompanied transport*, <http://www.uirr.com/en/road-rail-ct/ct-offers.html>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

taşımalar için oldukça uygundur. Ayrıca, terminallerde özel yükleme boşaltma ekipmanı gerektirmez. Bunun yanında, sistemin çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Refakatli sistemde, çekicinin de (yaklaşık 6 ton) birlikte taşınması nedeniyle net ton taşıma miktarı düşüktür. Ro-La taşımacılığı özel alçak platform vagonlar gerektirmektedir. Ancak, Türkiye dahil bazı ülkelerde, demiryolu yük taşıma gabarisi yerden yüksekliği 4m olan kamyonları alçak platform vagonlarda taşımaya yeterli gelmemektedir. Ayrıca, stoklama alanları, rampalar gibi özel altyapı yatırımları gerektirmektedir. Bu nedenle, en pahalı intermodal taşımacılık türüdür (Zeybek, 2007).

Karayolundaki aşırı trafik nedeniyle ya da kötü hava koşullarında tercih edilen bu sistem özellikle Alp geçidinde kullanılmaktadır. Alp ülkeleri Almanya, İsviçre, Avusturya ve İtalya bu taşımacılık sistemi ile birbirine bağlıdır. Bununla birlikte, Almanya ve İsviçre iç hatlarda da bu taşımacılığı yapmaktadır (Zeybek, 2007).

### **2.5.3. Diğer İntermodal Taşıma Türleri**

#### **2.5.3.1. Bi-Modal Taşımacılık**

Taşımacılığın hem karayolu hem de demiryolunun şartlarına uygun özel semi-treylerler ile yapıldığı bir sistemdir. Piggy back sisteminden farkı semi-treylerin demiryolu konumunda iken vagon olarak kullanılmasıdır. Bu nedenle, özel platform vagonlar gerektirmez. Buna bağlı olarak netton taşıması yüksektir. Piggy back taşımacılığın getirdiği gabari sınırlamalarını ortadan kaldıran ve özel yükleme boşaltma terminalleri ve ekipmanı gibi pahalı yatırımlar gerektirmeyen sistemdir (Zeybek, 2007). Şekil 2.13'de RoadRailer sisteminin bir örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Bi-Modal (RoadRailer) Sistemi<sup>14</sup>

Bi-Modal (RoadRailer) sistemin avantajları<sup>15</sup>:

1. Ro-La sisteminin getirdiği gabari sınırlamalarını ortadan kaldırdığından özel vagon gerektirmez.
2. Özel yükleme/boşaltma terminalleri ve ekipmanı gibi pahalı yatırımlar gerektirmez. Hattın düz bir kısmındaki raylar arasının, hemzemin geçitlerde olduğu gibi, mıcır v.s. ile doldurulması, terminal olarak yeterli olmaktadır.
3. Fabrikalara iltisak hattı gerektirmez.
4. Demiryolu bağlantısı olmayan şehirlere demiryolu taşımacılığı imkanını sağlar.
5. Feribot geçişlerinde, yol kapanmalarında yığılma ve beklemler bu sistemle ortadan kaldırılabilir.
6. Hat açıklıkları farklı olan (örneğin CIS ülkeleri) yerlere kesintisiz ve aktarmasız sevkiyat yapılabilir.
7. RoadRailer'in, Ro-La sistemine nazaran en önemli avantajı ise, dorseyi taşıyan ayrıca bir vagon gerektirmediği için, net ton taşıma kapasitesinin yüksek oluşudur. Bu yüzden birim maliyet, diğer sistemlere nazaran daha düşüktür.

RoadRailer trenleri çekicisi ile teşkil edilmiş bir Ro-La trenine nazaran ünite sayısı bakımından yüzde 35, net ton taşıma kapasitesi bakımından yüzde 42 daha avantajlı olmaktadır.

Bi-Modal (RoadRailer) sistemin dezavantajları ise demiryollarındaki çekme ve sıkışma kuvvetlerine dayanıklı olması için, Bi-Modal trenlerde kullanılacak römorkların daha

<sup>14</sup> RoadRailer, <http://en.wikipedia.org/wiki/Roadrailer>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

<sup>15</sup> Kombine Taşımacılık Sistemine Genel Bakış, <http://www.transport.com.tr/yaz65-220005-109,26@2200.html>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

sağlam yapıda olması gerektiğinden, imalat maliyetinin, normal karayolu römorklarına nazaran yüzde 10-15 arasında daha pahalı olmasıdır. Ancak faydalı ömrü normal römorka göre yüzde 70-80 daha uzundur. Bu sistem, büyük ölçüde Amerika Birleşik Devletlerinde, Avustralya ve Yeni Zelanda'da uygulanmaktadır. Avrupa'da ise; Almanya, İngiltere, Fransa, İsviçre ve İspanya'da uygulanmaktadır.

### **2.5.3.2. Ro-Ro Taşımacılığı**

Ro-Ro taşımacılığı, karayolu araçlarının denizyolu ile taşınması sistemidir. Yük taşınması açısından ele alırsak Ro-Ro gemilerine tırların hem çekici ile hem de çekicisiz sadece semi-treyler şeklinde yüklenme şansı vardır. Çekicisiz yapılan yüklemelerde çekiciler ile birlikte gelen semi treylerler liman sahasında çekiciden ayrılarak liman içi özel ekipmanlarla ya da limana ait çekicilerle gemilere yüklenip sadece semi treyler şeklinde varış limanına taşınırlar. Varış limanında da farklı bir çekici ile gemiden indirilip nihai varış noktasına karayolu ile ulaştırılırlar. Bir diğer seçenek de, limana varış yapan semi-treylerin limandan demiryoluna yüklenmesini sağlayan ve nihai varış noktasına en yakın istasyonda trenden indirilmesini içeren sistemdir. Böylece karayolu kullanımının minimuma indiği bir intermodal taşıma türü uygulanmış olur.

Ro-Ro taşımacılık sisteminin avantajları;

1. Tahliye ve yükleme çabukluğu ile limanlarda kalış süresinin kısalığı nedeniyle liman giderlerinin azalmasına olanak sağlaması,
2. Hızlarının yüksek oluşu ve limanlarda bekleme sürelerinin düşük olması nedeniyle daha çok sayıda sefer olanağı sağlaması,
3. Gemi personel sayısının azlığı ve limanda daha az işçiye ihtiyaç duyulması nedeniyle insan gücünden tasarruf olanağı sağlaması,
4. Yüklerin yük sahiplerine daha kısa sürede ulaşabilmesi,
5. Genelde layner(düzenli) hatlar üzerinde çalışmaları.

Ro-Ro taşımacılık sisteminin dezavantajları;

1. Gemilerin özel amaçlı olarak dizayn edilmiş olması,
2. Gemi makinalarının seri ve manevra kabiliyetlerinin yüksek olması nedeniyle yakıt giderlerinin artması,
3. Özel liman yerleri gerektirmesi,

4. Hangar içi kayıp hacmin diğer gemilere nazaran fazla olması nedeniyle daha az yük taşınması (Yeşilbağ, 1999).

Türkiye, bulunduğu konumun avantajı itibarıyla de hem ulusal hem de uluslararası Ro-Ro taşımacılık hatlarına sahiptir. Bunlardan en önemli olanları ulusal anlamda Marmara Denizini kuzey-güney yönünde kesen Ambarlı-Bandırma Ro-Ro hattıdır ve etkin bir biçimde kullanılmaktadır.

Uluslararası platformda ise en önemli Ro-Ro hizmet sağlayıcısı firma U.N. Ro-Ro firması gözükmemektedir ve mevcut durumda aşağıdaki Ro-Ro hatlarıyla hizmet vermektedir<sup>16</sup>:

- Pendik-Trieste
- Tekirdağ-Trieste
- Mersin-Trieste
- Pendik-Toulon
- İskenderun-Haifa-Damietta-Dhuba

#### **2.5.4. İntermodal Taşıma Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları**

Her iki taşıma tekniğinin de hizmet verdiği pazarlar mevcut olmakla birlikte, refakatsiz taşıma tekniği özellikle uzun mesafe taşımalarında en ekonomik çözümü sunmaktadır. Fakat, bu taşıma tekniğinde organizasyon çok önemlidir. İntermodal taşıma biriminin özellikle varış yaptığı noktadaki operasyonlarının ve takibinin güvenilir acentalar ya da taşıtan firmaya ait şubeler tarafından yapılması taşımanın emniyeti ve takibi açısından önemlidir. Bu taşıma tekniğinin aksine, refakatli taşıma sisteminde herhangi bir organizasyona ve şubeleşmeye ihtiyaç yoktur. Sürücü kontrolünde taşıma son noktaya kadar gerçekleştirilir.

---

<sup>16</sup> U.N. Ro-Ro Taşıma Hatları, <http://www.unroro.com/TR/LINES/default.asp>, [Ziyaret Tarihi 30.03.2014].

Her iki taşıma tekniği ve bu tekniklerde kullanılan intermodal taşıma birimlerine göre avantajlar ve dezavantajlar Tablo 2.5’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.5:** İntermodal Taşıma Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları(Zeybek, 2007).

	<b>Avantajlar</b>	<b>Dezavantajlar</b>
Konteyner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standart, yaygın ve ucuz taşıma ünitesi olması</li> <li>• Mevcut yaygın terminal ağı</li> <li>• İstiflenebilirliği</li> <li>• Bütün ulaşım türlerince taşınabilmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Her zaman terminallerde özel yükleme boşaltma ekipmanı gerektirmesi</li> </ul>
Swapbody	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Her zaman terminallerde özel yükleme boşaltma ekipmanı gerektirmemesi</li> <li>• Göndericilerin kendi logo, renk vs kullanma tercihlerine uygunluk olanağı olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konteyner kadar sağlam olmaması</li> <li>• Doldurulduğunda istiflenememesi</li> <li>• Destek ayakları kullanıldığında sınırlı ağırlık taşıyabilmesi</li> <li>• Sadece intermodal demiryolu taşımasında kullanılması</li> <li>• Daha özel karayolu aracı gerektirmesi</li> </ul>
Semi-treyler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminallerde özel yükleme boşaltma ekipmanı gerektirmemesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İstiflenememesi</li> <li>• Dikey yükleme için büyük ebatlı ve daha pahalı terminal ekipmanı gerektirmesi</li> <li>• Daha özel ve pahalı demiryolu vagonları gerektirmesi</li> <li>• Netton taşımasının düşük olması, demiryolunda gereksiz hamton taşınması</li> </ul>
Ro-La	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İndirme bindirme işleminin kolay ve çabuk olması</li> <li>• Terminallerde özel yükleme boşaltma ekipmanı gerektirmemesi</li> <li>• Özel aktarma tekniği gerektirmemesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Düşük sermaye utilizasyonu</li> <li>• Aracın sürücüsü de refakat ettiği için işgücü maliyetinin yüksek olması</li> <li>• Daha özel ve pahalı demiryolu vagonları gerektirmesi</li> <li>• Netton taşımasının düşük olması, demiryolunda gereksiz hamton taşınması</li> </ul>

## 2.6.MALİYET ANALİZİ

Mal ve hizmet üreten firmanın kısa dönemde karşı karşıya kaldığı maliyet sabit maliyet ve değişken maliyet olmak üzere ikiye ayrılır (Yıldız, 2008).

### *Sabit Maliyet (FC)*

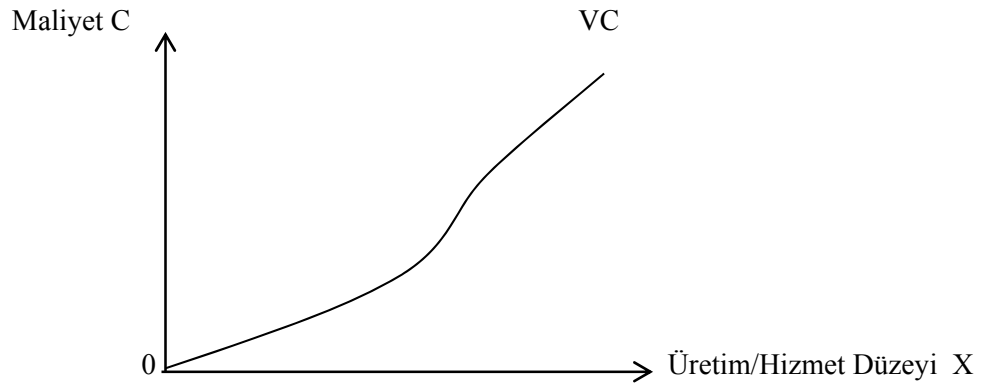
Sabit Maliyet (FC), üretim miktarındaki değişmeden bağımsız olarak yapılması zorunlu harcamalar toplamıdır. Üretim hacminden bağımsız olan, mevcut maliyettir. Sabit maliyet doğrusu Şekil 2.14’de görüldüğü gibi yatay eksene paralel bir doğrudur.



Şekil 2.14: Sabit Maliyet (Tunç, 2002).

### *Değişken Maliyet (VC)*

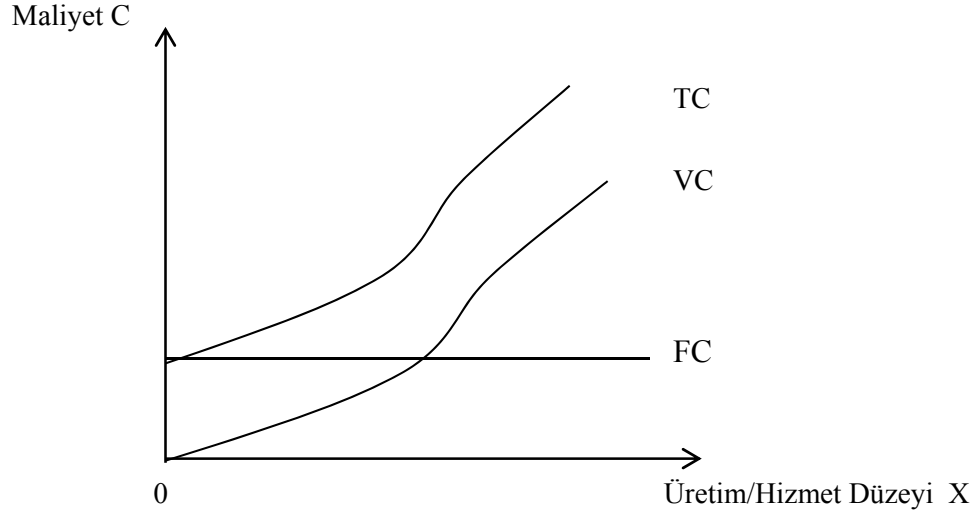
Değişken Maliyet (VC), üretim hacminde meydana gelen değişime (artış-azalış) paralel olarak maliyet yapısındaki değişime (artış-azalış) değişken ya da değişir maliyet adı verilir. Üretim (X) yapılmadığı zaman değişken maliyet (C) sıfırdır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15: Değişken Maliyet (Tunç, 2002).

*Toplam Maliyet (TC)*

Toplam Maliyet (TC), üretim süreci sırasında, değişken ve sabit maliyet toplamına denir (Şekil 2.16).



**Şekil 2.16:** Toplam Maliyet (Tunç, 2002).

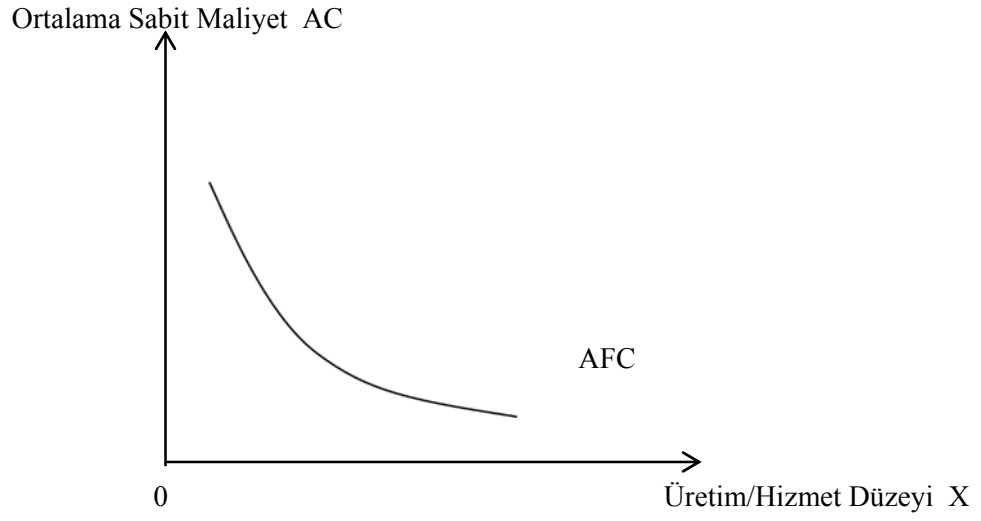
*Ortalama Sabit Maliyet (AFC),*

Ortalama Sabit Maliyet (AFC), Üretim sürecinde ortaya çıkan sabit maliyetin toplam üretilen miktara bölünmesiyle elde edilen maliyettir. Birim maliyet ya da parça başına düşen sabit maliyette denir. Belli bir üretim seviyesinden sonra AFC sıfırlanır (Şekil.2.17).

$$\text{Ortalama Sabit Maliyet} = \frac{\text{Sabit Maliyet}}{\text{Üretim Hacmi}} \quad (2.1)$$

$$AFC = \frac{FC}{Q} \quad (2.2)$$





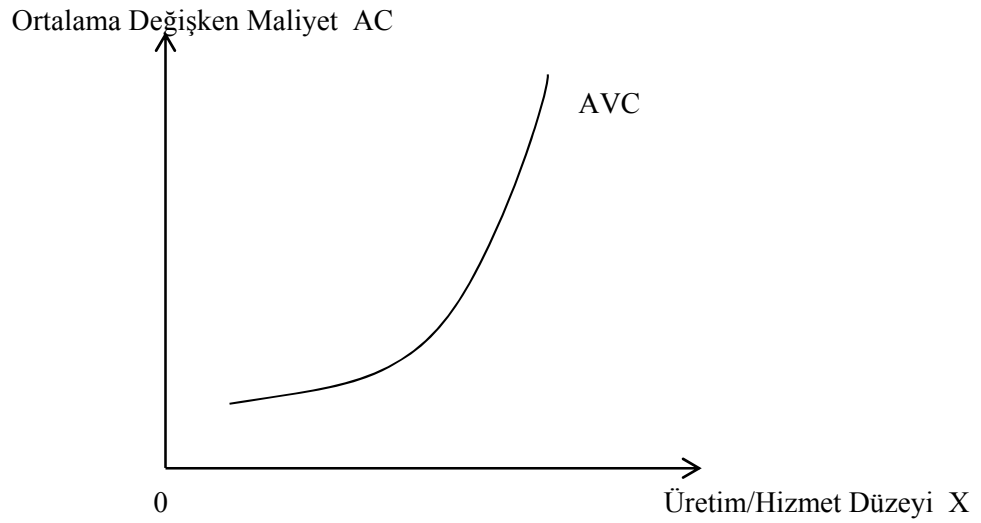
Şekil 2.17: Ortalama Sabit Maliyet (Tunç, 2002).

#### Ortalama Değişken Maliyet (AVC)

Ortalama Değişken Maliyet (AVC), üretim süreci sırasında ortaya çıkan toplam değişir maliyetin toplam üretim miktarına bölünmesiyle elde edilen değerdir.

$$\text{Ortalama Değişken Maliyet} = \frac{\text{Değişken Maliyet}}{\text{Üretim Miktarı}} \quad (2.3)$$

$$\text{AVC} = \frac{\text{VC}}{\text{Q}} \quad (2.4)$$



Şekil 2.18: Ortalama Değişken Maliyet (Tunç, 2002).

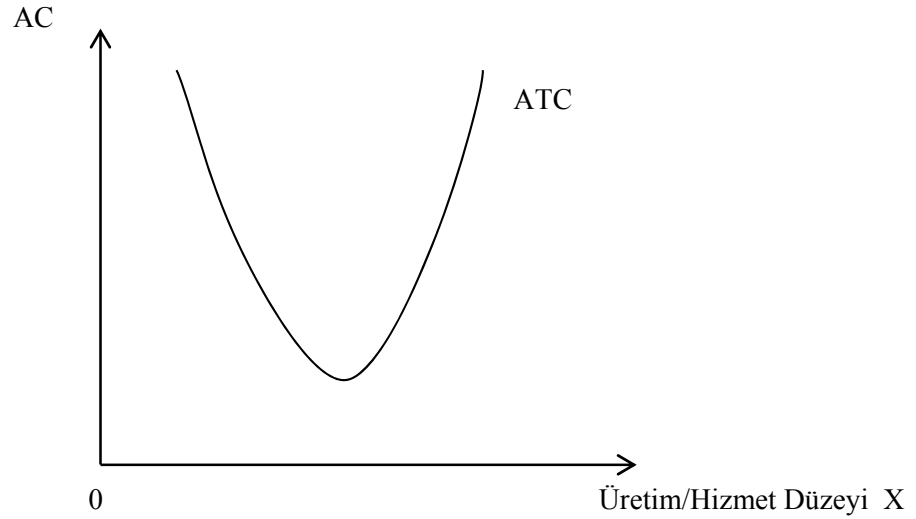
Üretilen miktar artıkça ortalama maliyet azalır. Üretimdeki artış devam ederse ortalama değişken maliyet azalır. Üretimdeki artış devam ederse ortalama değişken maliyet eğrisi artış trendine girer. Ortalama değişken maliyet eğrisi, ortalama sabit maliyet eğrisinin tam tersine olarak üretimin artması ile maliyet artışına sebep olur (Şekil 2.18).

#### *Ortalama Toplam Maliyet (ATC)*

Ortalama Toplam Maliyet (ATC), ortalama değişken maliyet ile ortalama sabit maliyetin toplamıdır.

$$ATC = AVC + AFC \quad (2.5)$$

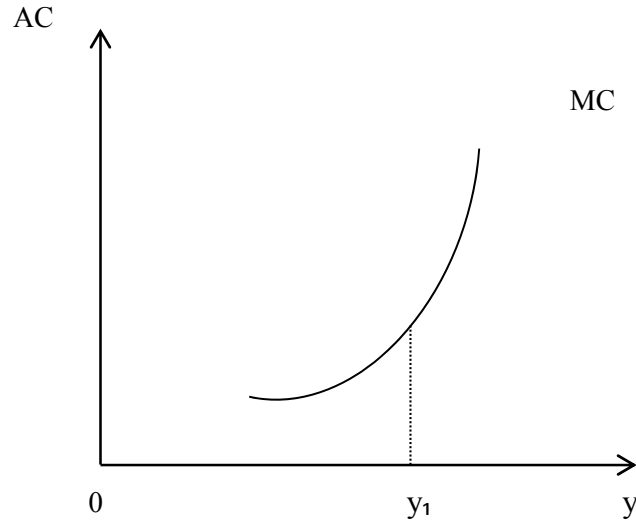
Ortalama maliyet denildiği zaman, ortalama toplam maliyet anlamındadır. Uzun dönem ortalama toplam maliyet eğrisi, kısa dönem ortalama maliyet eğrileri toplamından oluşur. Uzun dönemde ortalama maliyet eğrisi ortalama değişken maliyet eğrisine yaklaşır ya da ona eşit değer alır. Uzun dönemde üretim artıkça ortalama sabit maliyet sifıra yaklaştığından ortalama maliyet ortalama değişken maliyete eşit olur (Şekil 2.19).



**Şekil 2.19:** Ortalama Toplam Maliyet (Tunç, 2002).

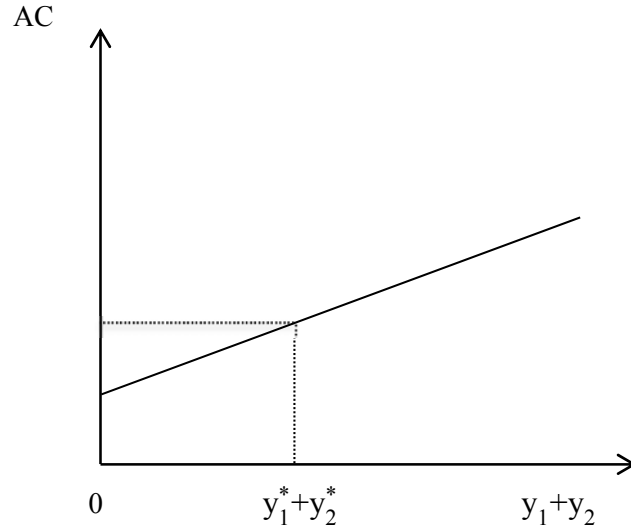
#### *Marjinal Maliyet*

Marjinal Maliyet, üretimdeki artışların maliyet üzerindeki yansımalarını tespit etmede marjinal maliyet önemlidir. İlave son birimi üretmekle bu son birimin toplam maliyet üzerindeki etkisine marjinal maliyet denir.



Şekil 2.20: Marjinal Maliyet Eğrisi (Tunç, 2002).

Üretim artıkça ilave birimin artan üretim üzerindeki etkisi marjinal maliyeti verir. Üretimin ilerleyen aşamaların ilave üretimlerin maliyet üzerinde baskısı artar (Şekil 2.20), (Şekil 2.21).



Şekil 2.21: Marjinal Maliyet Doğrusu (Tunç, 2002).

$$MC = \frac{d(TC)}{dq} \quad (2.6)$$

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. MODEL

Çalışmada karar vericinin toplam taşıma maliyetini minimuma indirecek çözümü seçeceği varsayılarak genel taşıma maliyetleri üzerinden bir model oluşturulmuştur. Bu modelin intermodal taşımacılığa uyarlanması ve intermodal ile unimodal arasındaki seçimde ön plana çıkan başabaş mesafesinin dolayısıyla optimum taşıma uzaklığının hesaplanması bu bölümde anlatılmaktadır.

*Başabaş mesafesi*, intermodal taşıma sisteminde birbirleriyle kıyaslanan taşıma modlarının maliyetlerinin dengelendiği ve birbirine eşit olduğu uzaklıktır. Bu mesafeden önce avantajlı konumda olan taşıma modu bu mesafeden sonra dezavantajlı, dezavantajlı konumda olan taşıma modu ise bu mesafeden sonra avantajlı konuma geçmektedir. Başabaş mesafesi modelde de görülen çeşitli maliyet kalemlerine bağlıdır ve herbir güzergah için farklılık göstermektedir.

Modelde yükleyicinin toplam taşıma maliyetlerini minimuma indirmek istediği varsayılmakta, bu sebeple en düşük genel maliyeti veren çözüm seçilmektedir. Ton başına genel maliyet, taşıma hizmeti alan müşteri için  $G$ , (3.1) numaralı formüldeki gibidir (Hanssen ve diğ., 2012).

$$G(D) = P(D) + HT(D) \quad \left( \frac{\partial P}{\partial D}, \frac{\partial T}{\partial D} > 0 \Rightarrow \frac{\partial G}{\partial D} > 0 \text{ için} \right) \quad (3.1)$$

(3.1) nolu formülasyona göre;

- G : Genel Taşıma Maliyeti
- P : Fiziki Maliyetler
- T : Taşıma Süresi
- H : Yükün Saatlik Zaman Maliyeti
- D : Taşıma Mesafesi

Bu formüldeki genel maliyet iki elementin toplamıdır. Birincisi, fiziki maliyetler,  $P$ , taşıma hizmetine bağlı maliyetler. İkincisi, zaman maliyeti (saat başına),  $H$ , ve taşıma süresi,  $T$ .  $P$ ,  $T$ , ve de  $G$ , taşıma mesafesi  $D$  ile pozitif yönde ilgiliyken,  $H$  taşıma mesafesinden bağımsızdır.

(3.1) nolu formüldeki genel taşıma maliyeti açıklaması yükleyici için önemli maliyetleri içerir. Refah ekonomisi perspektifinden bakılınca bu fonksiyona bazı harici masrafların da dahil edilmesi gerekir. Tüm harici masraflar genel taşıma maliyeti fonksiyonuna dahil edilince, özel ekonomi ve refah ekonomisi masrafları birbirine eşit olacaktır ve seçilen taşıma sistemi optimal olacaktır.

$$C = a_0 + a_1X + a_2XD \quad (a_0, a_1, a_2 > 0) \quad (3.2)$$

(3.2) nolu formülasyona göre;

$C$  : Taşıma Firmasının Maliyeti

$X$  : Taşınan Yükün Miktarı

$D$  : Taşıma Mesafesi

$a_0$  : Miktardan ve Uzaklıktan Bağımsız Maliyetler

$a_1, a_2$  : Sırasıyla  $X$  ve  $XD$ 'nin Bir Birimdeki Artışının Maliyetteki Marjinal Artışı

Yukarıdaki formülde belirtilen, taşıma firmasının maliyeti  $C$ , taşınan miktara  $X$ , ve taşımanın uzaklığına  $D$  bağlıdır. (3.2) nolu formüldeki  $X$  ve  $D$  'nin  $C$  üzerine etkisi basit maliyet fonksiyonuna örnek olabilecek bir lineer ilişkiyle gösterilmiştir. Tüm taşıma sistemine homojen bir ürünmüş gibi davranırsak da temel ölçüler ton ve/veya ton-km'dir. Formüldeki  $a_1$  ve  $a_2$  parametreleri  $X$  ve  $XD$ 'nin bir birimdeki artışının maliyetteki marjinal artışını ifade eder. Miktardan ve uzaklıktan bağımsız maliyetler  $a_0$  parametresiyle verilmiştir. Marjinal maliyetler,  $\partial C / \partial X$ , bu maliyet fonksiyonunda taşıma mesafesiyle doğrusal olarak artış gösterir (Hanssen ve diğ., 2012).

### 3.2.FİYAT VE TAŞIMA MESAFESİ

Taşıma servislerinin oluşumunda en önemli temel maliyetlerdir. Navlun taşımalarındaki fiyatlandırmalarda bir toplu taşımadaki gibi fiyat standartı yoktur. Navlun pazarındaki rekabetin derecesi tekelcilikten mükemmel bir rekabete doğru değişmektedir. Tekelci firma pazarın esnekliğini kullanarak sıra dışı kar elde edebilirken, rekabet ortamında fiyatlar marjinal maliyete yakındır. Üç ana faktör, rekabet ortamının tekelci taşıma sisteminden daha uygun olduğunu gösterir. Birincisi, toplu taşımanın aksine fiyatlar pazarın durumuna göre belirlenir. İkincisi, taşıma firmaları genellikle karı maksimize ederler. Son olarak, pazara giriş ve çıkıştaki engeller diğer yatırımlara nazaran düşüktür.

Yüksek rekabet altındaki bir pazarı varsayarsak, fiyat (marjinal maliyete eşittir) ve mesafe arasındaki ilişki (3.3) nolu formülde deniz, kara ya da demiryolu olarak  $w$ ,  $t$  ve  $r$  şeklinde sunulmuştur (Hanssen ve diğ., 2012).

$$P_w = \beta_{0w} + \beta_{1w}D \text{ (water)}, P_t = \beta_{0t} + \beta_{1t}D \text{ (truck) ve}$$

$$P_r = \beta_{0r} + \beta_{1r}D \text{ (rail)} \quad (\beta_{0w}, \beta_{1w}, \beta_{0t}, \beta_{1t}, \beta_{0r}, \beta_{1r} > 0) \quad (3.3)$$

(3.3) nolu formülasyona göre;

- $P_i$  : Fiziki Taşıma Maliyeti  
 $\beta_{0i}$  : Mesafeden Bağımsız Maliyetler  
 $\beta_i$  : Mesafeye Oranlı Maliyetler

$\beta_{0i}$  parametresi,  $i = \{w, t, r\}$ , (3.3) numaralı formülde mesafeden bağımsız servisleri (örneğin yükleme/boşaltma) gösterir. Terminal masrafları en fazla deniz taşımasında olduğu için  $\beta_{0w} > \beta_{0r} > \beta_{0t}$  olacaktır. Mesafeye oranlı fiyattaki bu marjinal artış  $\beta_i$ , (3.2) nolu formüldeki  $\alpha_2$  ile ilişkilidir. Bu yüzden,  $\beta_{1t} > \beta_{1r} > \beta_{1w}$  neticesinde  $\partial P_t / \partial D > \partial P_r / \partial D > \partial P_w / \partial D$  olur. (3.3) nolu formül her üç taşıma şekli için de kilometre başına fiyatın mesafeyle azaldığını gösterir,  $\partial(P_i / D) / \partial D < 0$ . Mesafe sonsuza doğru gittikçe, kilometre başına fiyat,  $(P_i / D)$ ,  $\beta_{1i}$ 'ye yaklaşır (Hanssen ve diğ., 2012).

$\beta_i$  ile  $\alpha_2$  arasındaki ilişkiden marjinal artış yani birim taşıma maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanır. Örneğin bir Ton-Km maliyet birimi, toplam maliyetin, bir kamyonun/trenin/geminin yaptığı ton-km miktarına bölünmesiyle hesaplanır veya bir

konteynerin bir km taşınma maliyeti toplam maliyetin taşıma mesafesine bölünmesiyle bulunur.

$$\beta_i = \frac{C}{XD} \quad i = \{w, t, r\} \quad (3.4)$$

(3.4) nolu formülasyona göre;

C : Taşıma Firmasının Maliyeti

X : Taşınan Yükün Miktarı

D : Taşıma Mesafesi

$\beta_i$  : Fiyattaki Marjinal Artış

Bu maliyet değeri taşınan mesafeyle ters orantılıdır. Mesafe arttıkça birim taşıma değeri azalmaktadır.

### 3.3. ZAMAN MALİYETİ VE TAŞIMA UZAKLIĞI

Zaman maliyeti,  $HT_i$ , ile mesafe,  $D$ , arasındaki ilişki (3.5) numaralı formülde zaman maliyeti saat başına düşünülerek verilmiştir (Hanssen ve diğ., 2012).

$$HT_w = \gamma_{0w} + \gamma_{1w}D \text{ (water)}, HT_t = \gamma_{0t} + \gamma_{1t}D \text{ (truck) ve}$$

$$HT_r = \gamma_{0r} + \gamma_{1r}D \text{ (rail)} \quad (3.5)$$

(3.5) nolu formülasyona göre;

H : Saat Başına Zaman Maliyeti

$HT_i$  : Toplam Zaman Maliyeti

$\gamma_{oi}$  : Mesafeden Bağımsız Maliyetler

$\gamma_{ii}$  : Bir Kilometrelik Taşıma Mesafesi Artışındaki Zaman Maliyeti Artışı

Mesafeden bağımsız zaman maliyeti  $\gamma_{oi}$  ile gösterilirken,  $\gamma_{ii}$  bir kilometrelik taşıma mesafesi artışındaki zaman maliyeti artışını ifade eder. Formül (3.5)'de  $\gamma_{oi} = HT_i$  ve  $\gamma_{ii} = H/S_i$  ( $T_i$  ve  $S_i$  pozitif ve sırasıyla mesafeden bağımsız yükleme/boşaltma için kullanılan zamanı ve taşıma modunun hızını gösterir). Bu durumda şu sıralamalar doğru olacaktır  $T_w > T_r > T_t$  ve  $S_w < S_r < S_t$ .  $T_w > T_r > T_t$  ise  $\gamma_{ow} > \gamma_{or} > \gamma_{ot}$ . Ek olarak,  $S_w < S_r < S_t$  ise de  $\gamma_{iw} > \gamma_{ir} > \gamma_{it}$ . Zaman maliyetindeki saat başına artış,  $H$ , toplam

zaman maliyeti ile taşıma mesafesi arasındaki her üç ilişkiyi yukarı yönde arttırır.  $H$ 'nin yüksek değerlerde olması, taşıma modları arasındaki zaman maliyeti farklarını arttırır (Hanssen ve diğ., 2012).

Saat başına zaman maliyeti,  $H$ , verilen ürün tipine göre taşıma modundan ve mesafesinden bağımsızdır. Halbuki, bu pratikte hangi ürünün hangi taşıma moduyla taşınması gerektiğini kendiliğinden belirleyecektir.  $H$ 'nin değeri malzemenin ton başına değeri, saat başına faiz oranı ve saat başına bozulma maliyetleri dikkate alınarak hesaplanabilir. Bu üç değişken de zaman maliyetiyle pozitif yönde ilişkilidir. (3.5) nolu formüldeki anlatımda kamyonların çift şoförle, hiç durmadan çalıştığı varsayılır. Eğer aksine tek şoförle çalışsalar bu sefer şoförlerin dinlenme zamanlarını da dikkate almak gerekirdi (Hanssen ve diğ., 2012).

### 3.4.GENEL TAŞIMA MALİYETLERİ VE TAŞIMA UZAKLIĞI

Genişletilmiş anlatımla her üç taşıma modu için genel taşıma maliyetleri (3.3) fiyat ve (3.5) toplam zaman maliyeti, (3.1) nolu formüle katılarak aşağıdaki (3.6) numaralı formül oluşmuştur (Hanssen ve diğ., 2012).

$$G_w = \rho_{0w} + \rho_{1w}D \text{ (water)}, G_t = \rho_{0t} + \rho_{1t}D \text{ (truck)}$$

$$\text{ve } G_r = \rho_{0r} + \rho_{1r}D \text{ (rail)} \quad (3.6)$$

(3.6) nolu formülde mesafeden bağımsız maliyetler  $\rho_{oi} = (\beta_{oi} + \gamma_{oi})$ ,  $i = \{w,t,r\}$ . Önceki varsayımlara göre  $\rho_{ow} > \rho_{or} > \rho_{ot}$ . Mesafeyle doğru orantılı artan değerler  $\rho_{ii} = (\beta_{ii} + \gamma_{ii})$ . Mesafeye bağlı faktörler önceden de açıklandığı gibi karayolu için trene kıyasla daha yüksek olacaktır. Mesafeden bağımsız faktörler ise daha azdır. Bu da kısa mesafede en az maliyetin karayolunda olmasını sağlar.

Minimum genel maliyetle taşıma modu seçilirken eşik (başabaş) mesafesine (3.6) nolu formülden ulaşılabilir. (3.7) numaralı formüldeki eşitliklere göre karayolu için genel maliyetler denizyolundan daha düşüktür,  $D_{tw}$ , karayolu için genel maliyetler demiryolundan daha düşüktür,  $D_{tr}$ , ve demiryolu için genel maliyetler denizyolundan daha düşüktür,  $D_{rw}$ .



$$G_t < G_w \Rightarrow \rho_{0t} + \rho_{1t}D < \rho_{0w} + \rho_{1w}D \Rightarrow D_{tw} < \frac{\rho_{0w} - \rho_{0t}}{\rho_{1t} - \rho_{1w}}$$

$$G_t < G_r \Rightarrow \rho_{0t} + \rho_{1t}D < \rho_{0r} + \rho_{1r}D \Rightarrow D_{tr} < \frac{\rho_{0r} - \rho_{0t}}{\rho_{1t} - \rho_{1r}} \quad (3.7)$$

$$G_r < G_w \Rightarrow \rho_{0r} + \rho_{1r}D < \rho_{0w} + \rho_{1w}D \Rightarrow D_{rw} < \frac{\rho_{0w} - \rho_{0r}}{\rho_{1r} - \rho_{1w}}$$

Eğrilerin kesiştiği mesafeler  $D_{tw}$ ,  $D_{tr}$  ve  $D_{rw}$ , parametreler farz edilen sıralamada buluştuklarında hep pozitif olacaklardır. Kesişen uzaklıklar, mesafeden bağımsız faktörler arasındaki farklarla artar, mesafeye bağımlı fiyattaki marjinal artışların arasındaki farklarla azalır. Eğer  $\rho_{1w} < \rho_{1r} < \rho_{1t}$  ise  $D_{tr} < D_{tw} < D_{rw}$  olması beklenebilir. O zaman,  $D_{tr}$ 'den küçük mesafelerde en düşük genel maliyet karayolunda,  $D_{tr}$  ile  $D_{rw}$  arasındaki mesafelerde en düşük genel maliyet demiryolunda,  $D_{rw}$ 'den büyük mesafelerde de denizyolunda olacaktır.

### 3.5.İNTERMODAL İLE UNİMODAL TAŞIMANIN KIYASLANMASI

En önemli soru intermodal taşımacılık unimodal'a göre tercih edilirken genel taşıma maliyetlerinin minimumda olup olmadığıdır. Varsayalım konteyner bir yerden bir yere taşınacak ve toplam mesafe  $\hat{D}$ . Unimodal (karayolu) taşıma için maliyet formülü aşağıdaki (3.8) gibi olur (Hanssen ve diğ., 2012).

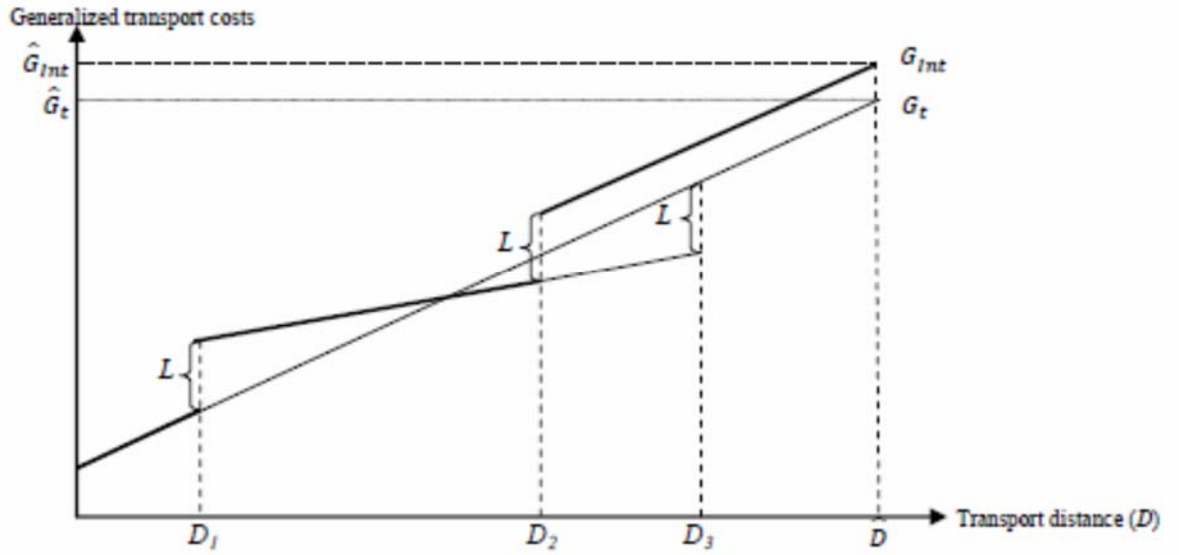
$$G_t = \rho_{0t} + \rho_{1t}\hat{D} \text{ (truck)} \quad (3.8)$$

Konteyner alternatif olarak  $D_1$  noktasına kadar ön taşıma ile taşınarak sonrasında demir ya da denizyoluyla uzun mesafe taşınmasını ( $D_2 - D_1$ ) son olarak da karayoluyla nihai adrese son taşıma ile taşınabilir,  $\hat{D}$ . Konteynerin terminallerde elleçleme maliyeti  $L$  ile gösterilir. Bu elleçleme maliyeti hem fiziksel hem de zaman maliyetini içerir. Bu intermodal çözüm için genel taşıma maliyeti  $G_{Int}$  (3.9) nolu formül ile gösterilir. Ek olarak, (3.9) nolu formülde ön ve son taşıma maliyetleri  $\varphi \geq 1$  olarak ayarlanmıştır. Karayolu taşınmasında kısa mesafe taşımalarında daha düşük hızlardan dolayı genel taşıma maliyeti kilometre başına daha yüksek olabileceğinden bu faktör dikkate alınır.

$$G_{Int} = (\rho_{ot} + \varphi\rho_{1t}D_1) + (L_1 + \rho_{1r}(D_2 - D_1)) + (L_2 + \varphi\rho_{1t}(\widehat{D} - D_2)) \quad (3.9)$$

$$G_{Int} = (\rho_{ot} + \varphi\rho_{1t}D_1) + (L_1 + \rho_{1w}(D_2 - D_1)) + (L_2 + \varphi\rho_{1t}(\widehat{D} - D_2))$$

Soldan başlarsak, ilk olarak,  $(\rho_{ot} + \varphi\rho_{1t}D_1)$ , karayoluyla genel taşıma maliyetini başlangıçtan  $D_1$  noktasına kadar olan kısmını açıklar. İkinci parantez  $(L_1 + \rho_{1r}(D_2 - D_1))$  ya da  $(L_1 + \rho_{1w}(D_2 - D_1))$  konteynerin trene/gemiye bindirilme maliyetini ve  $D_1$  ile  $D_2$  arası taşıma maliyetini ifade eder. Son parantez ise,  $(L_2 + \varphi\rho_{1t}(\widehat{D} - D_2))$ , konteynerin tekrar araca yüklenip nihai destinasyona varış maliyetini gösterir.



**Şekil 3.1:** Karayolu ve İntermodal Taşıma için Genel Taşıma Maliyetleri ve Taşıma Mesafesi arasındaki ilişki (Hanssen ve diğ., 2012).

İntermodal ve unimodal taşıma çözümleri için toplam maliyetler sırasıyla  $\widehat{G}_{Int}$  ve  $\widehat{G}_t$  'dir. Mesafeye ilişkin marjinal genel maliyetin ön/son taşıma mesafelerine eşit olduğu varsayılır,  $\varphi\rho_{1t}$ . Önceden belirtilen  $\rho_{1w}, \rho_{1r} < \rho_{1t}$  genel taşıma maliyetinin mesafeyle birlikte karayolunda, demir ve denizyoluna kıyasla daha hızlı arttığı anlamına gelir. Şekil 3.1'de unimodal taşımacılık mesafe  $(D_2 - D_1)$  olduğu zaman intermodala kıyasla tercih edilir. Taşıma mesafesi  $D_3$  'e uzadığında her iki alternatif için de maliyet eşitlenir. Mesafe daha da uzarsa intermodal taşımacılığın tercih edilmesi en iyi çözüm olacaktır.

İntermodal taşımacılığın unimodala kıyasla tercih edilebilmesi için (3.9) numaralı formül sonucunun (3.8) numaradan düşük olması gerekir. Bu da aşağıdaki gibi sadeleşmiş ve gösterilmiştir (3.10) (Hanssen ve diğ., 2012).

$$G_{Int} < G_t \Rightarrow (D_2 - D_1) > \frac{L_1 + L_2 + \rho_{1t}\widehat{D}(\varphi - 1)}{\varphi\rho_{1t} - \rho_{1r}} \quad (3.10)$$

$$G_{Int} < G_t \Rightarrow (D_2 - D_1) > \frac{L_1 + L_2 + \rho_{1t}\widehat{D}(\varphi - 1)}{\varphi\rho_{1t} - \rho_{1w}}$$

(3.10) numaralı formül intermodal taşımacılığın seçiminde uzun mesafe demiryolu (ya da denizyolu) taşımada eşik mesafesine etki eden ne kadar çeşitli faktörlerin olduğunu başka bir ifadeyle gösterir. Yine (3.10) numaralı formülde karayoluyla taşınan mesafe intermodal taşımacılığın seçimini etkilemez.  $L$ ,  $\widehat{D}$ ,  $\varphi$ , ve  $\rho_{1r}$  'ye ilişkin  $(D_2 - D_1)$  türevleri pozitifken,  $\rho_{1r}$ 'e ilişkin türevi negatiftir. Bu da demiryolu taşımadaki eşik mesafesinin, intermodal taşımacılığı tercih edilebilir kılması için, şu durumlarda arttığını gösterir:

- \* Terminallerdeki elleçleme maliyeti ,  $L$  , arttığında.
- \* Toplam taşıma mesafesi ,  $\widehat{D}$  , arttığında.
- \* Kamyonlar için ön/son taşıma ve uzun mesafe taşıma maliyet oranı ,  $\varphi$  , arttığında.
- \* Demiryolunda mesafeye bağımlı marjinal genel maliyet ,  $\rho_{1r}$  , arttığında.
- \* Denizyolunda mesafeye bağımlı marjinal genel maliyet ,  $\rho_{1w}$  , arttığında.
- \* Karayolunda mesafeye bağımlı marjinal genel maliyet ,  $\rho_{1t}$  , azaldığında.

$\varphi = 1$  (yani ön/son taşıma maliyetleri ile uzun mesafe karayolu taşıma maliyeti eşit olarak) alındığında (3.10) numaralı formül  $(L_1 + L_2) / (\rho_{1t} - \rho_{1r})$  ya da  $(L_1 + L_2) / (\rho_{1t} - \rho_{1w})$  olarak sadeleşir. Yine bu durumda demiryolu ya da denizyoluyla taşıma mesafesi toplam mesafeden bağımsızdır (Hanssen ve diğ., 2012).

Tezin bir sonraki aşamasında, yukarıda açıklanan model ile ülkemizdeki güncel veriler kullanılarak uygulama yoluna gidilecek, intermodal taşımacılığın kullanılmak istenen güzergahta ne kadar avantaj sağladığı ve hangi kilometreden sonra kullanılmasının uygun olacağı hesaplanacaktır.

## 4. BULGULAR

### 4.1.KULLANILAN VERİLER

Modelde başabaş mesafesinin bulunduğu ve tezin amacını oluşturan (3.9) nolu formülasyona göre elde etmemiz gereken veriler:

- Terminallerdeki elleçleme (yükleme/boşaltma) maliyeti,  $L$ .
  - Çıkış terminalindeki yükleme maliyeti,  $L_1$ .
  - Varış terminalindeki boşaltma maliyeti,  $L_2$ .
- Toplam taşıma mesafesi,  $\hat{D}$ .
- Karayolunda mesafeye bağımlı birim maliyet,  $\rho_{kt}$ .
- Demiryolunda mesafeye bağımlı birim maliyet,  $\rho_{lr}$ .
- Denizyolunda mesafeye bağımlı birim maliyet,  $\rho_{tw}$ .
- Karayolunda kısa mesafe taşımalarının birim maliyetinin, karayolunda uzun mesafe taşımalarına oranı,  $\varphi$ .

Mesafeye bağlı fiziki maliyetleri bulabilmek için gerekli bilgiler:

- Toplam maliyet,  $C$ .
- Taşınan yük,  $X$ .
- Taşıma mesafe,  $D$ .

Zaman maliyetini bulabilmek için gerekli bilgiler:

- Saat başına zaman maliyeti,
  - Yükün toplam mal bedeli.
  - Bozulma süresi.
- Taşıma süresi,
  - Taşıma mesafesi.
  - Taşıyan aracın saatteki hızı.
- Terminallerde geçen yükleme/boşaltma süresi.

Yukarıda özetlenen bilgiler ışığında çalışmanın uygulama kısmında kullanılan güncel taşıma verileri, karayolu taşıması için en uygun Neta Uluslararası Taşımacılık firmasından, demiryolu için TCDD'den, denizyolu için Arkas Lojistik firmasından temin edilmiştir.

## 4.2.İNTERMODAL TAŞIMACILIKTA OPTİMUM TAŞIMA UZAKLIĞININ BULUNMASI

### 4.2.1. Birim Taşıma Maliyetlerin Hesaplanması

Birim taşıma maliyetlerinin hesaplanmasında karayolu, demiryolu ve denizyolu olmak üzere üç taşımacılık modu esas alınacaktır. Taşıma faaliyetinin 1 adet 40'lık konteyner ile yapılacağı varsayılmaktadır. Taşıtan olarak karar vericinin güncel taşıma maliyetleri üzerinden seçim yapacağı düşünüldüğünden modelde kullanılacak birim maliyetlere ulaşmak için taşıtanın ilgili yük için karayolu, demiryolu ve denizyolunun her üçü için teklif aldığı varsayılır. Gelen tekliflerin taşıma mesafesine bölünmesiyle 1 adet 40'lık konteyner km başına birim maliyeti hesaplanır ve modelde bu maliyet kullanılır. Uygulamada kullanacağımız yükün taşıma esnasında bozulmadığı, bu sebeple zaman maliyetinin sıfır olarak alındığı varsayılmıştır. Eğer uygulamaya zamanla bozulacak bir yük cinsi dahil edilirse taşıma aracının taşıma mesafesini ne kadar sürede katettiği ve terminallerde geçen sürelerin miktarlarının da bilinmesi gerekmektedir.

#### 4.2.1.1. Birinci Senaryo

Birinci senaryoda 1 adet 40'lık konteynerin İstanbul'dan Ankara Lojistik Müdürlüğü tren garına kadar taşınması örneklenmiştir. Buna göre 1 konteynerin İstanbul'dan Ankara'ya 1 km karayolu ile taşınmasıyla oluşan birim maliyet aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır.

$$\rho_{ii} = (\beta_{ii} + \gamma_{ii}) \quad \text{zaman maliyeti}(\gamma_{ii}) = 0 \text{ ise} \quad \rho_{ii} = \beta_{ii}$$

$$C = 2200 \text{ TL} / X = 1 \text{ konteyner} / D = 471 \text{ km}$$

$$\text{Karayolu } (\rho_{ii}) \longrightarrow \frac{C}{XD} \longrightarrow 4,67 \text{ TL/KonteynerKm}$$

Aynı yükün intermodal taşıma ile taşındığı hesap edilirse ve karayolunda kısa mesafe taşımalarının birim maliyetinin, karayolunda uzun mesafe taşımalarına oranı,  $\varphi=1$  olduğu varsayılırsa başabaş mesafesi formülasyonu  $(L_1 + L_2) / (\rho_{II} - \rho_{IV})$  olarak sadeleşir. Bu durumda gerekli veriler:

1. İstanbul Terminal Masrafları
2. İstanbul – Ankara Demiryolu Taşımaları
3. Ankara Terminal Masrafları

Buna göre;

1. adım olan İstanbul terminal yükleme/boşaltma maliyeti ( $L_1$ )  $\longrightarrow$  42 TL / konteyner
2. adım olan 1 konteynerin İstanbul Halkalı tren garından Ankara Lojistik Müdürlüğü tren garına 1 km demiryolu ile taşındığında oluşan birim maliyet aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır:

TCDD'nin konteyner taşıma tarifesine göre, taşıma ücreti 4 dingilli vagonlarla yapılan taşımalarda en az 30 ton, 6 dingilli vagonlarla yapılan taşımalarda ise en az 40 ton üzerinden alınır. Ayrıca boş konteynerin dönüş masrafı da hesaplanıp taşıtandan tahsil edilir. Örneğimizde taşımanın 4 dingilli vagonla yapıldığı varsayılmıştır.

Dolu gidiş 49,17 TL x 30 ton

Boş dönüş 49,17 TL x 9 ton

$C = 1917,63$  TL /  $X = 1$  konteyner /  $D = 471$  km

Demiryolu ( $\rho_{IV}$ )  $\longrightarrow$   $\frac{C}{XD}$   $\longrightarrow$  4,07 TL/KonteynerKm

3. adım olan Ankara terminal yükleme/boşaltma maliyeti ( $L_2$ )  $\longrightarrow$  58 TL / konteyner

Demiryolu taşımasındaki konteynerlerin karayolundan demiryoluna ya da demiryolundan karayoluna transfer maliyeti yükün bir moddan diğerine aktarımında ortaya çıkan intermodal terminal maliyetidir. Konteynerin vagonlardan veya kara vasıtasından ambarlama yerlerine alınması ve istifli veya mukabili, TCDD'nin Kasım 2013 tarihinde geçerli olan ücretleri aşağıdaki gibidir.

- Dolu Konteyner : 42 TL / konteyner
- Boş Konteyner : 16 TL / konteyner

Elde edilen veriler formülde yerine konulursa;

$$(D_2 - D_1) > \frac{L_1 + L_2}{\rho_{1t} - \rho_{1r}} = \frac{100}{4,67 - 4,07} = 166 \text{ km}$$

Yukarıdaki sonuca göre varsayımlarımız doğrultusunda İstanbul – Ankara arasındaki taşımada uzun mesafe taşımalarının 166. km'sine kadar karayolu taşınması daha hesaplı iken, bu kilometreden sonrasında intermodal taşıma hesaplı görülmektedir.

Yukarıdaki senaryoda herşey aynı kalmak koşuluyla intermodal taşıma kısmına bir ön taşıma operasyonu eklenirse intermodal taşıma etapları:

1. Avcılar – Halkalı Ön Taşıma
2. Halkalı Terminal Masrafları
3. Halkalı – Ankara Demiryolu Taşınması
4. Ankara Terminal Masrafları şeklinde olacaktır.

Buna göre 1. etap için karayolu birim maliyet :

$$C = 370 \text{ TL} / X = 1 \text{ konteyner} / D = 20 \text{ km}$$

$$\text{Karayoluön taşıma} \longrightarrow \frac{C}{XD} \longrightarrow 18,5 \text{ TL/KonteynerKm}$$

Bu durumda karayolunda ön taşıma birim maliyetinin, karayolunda uzun mesafe taşıma birim maliyetine oranı,  $\varphi = 3,96$  olmaktadır. Yukarıdaki veriler ışığında (3.9) nolu formülasyona göre çıkan sonuç ise şu şekilde olmaktadır:

$$(D_2 - D_1) > \frac{L_1 + L_2 + \rho_{1t} \widehat{D}(\varphi - 1)}{\varphi \rho_{1t} - \rho_{1r}} = 458 \text{ km}$$

Bu sonuç, bize intermodal taşımacılıktaki karayolu kullanılarak yapılan ön taşıma maliyetinin eşik mesafe üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. İlk örnekte 166 km çıkan eşik mesafesi, 20 km'lik bir ön taşıma işleminin taşımaya dahil

edilmesiyle 458 km'ye çıkmıştır. Bu denli artışın olması ön taşıma birim maliyetlerinin uzun mesafe karayolu birim taşıma maliyetlerine göre neredeyse 4 kat pahalı olmasından kaynaklanmaktadır.  $\varphi$  katsayısı 1'e ne kadar yakın olursa eşik mesafe dolayısıyla da intermodal taşımanın tercih edilebilirliği o derece artmaktadır.

#### 4.2.1.2. İkinci Senaryo

İkinci senaryoda 1 adet 40'lık konteynerin Avcılar'dan Mersin limanına kadar taşınması örneklenmiştir.

Buna göre 1 konteynerin Avcılar'dan Mersin'e 1 km karayolu ile taşınmasıyla oluşan birim maliyet aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır.

$$\rho_{ii} = (\beta_{ii} + \gamma_{ii}) \quad \text{zaman maliyeti}(\gamma_{ii}) = 0 \text{ ise} \quad \rho_{ii} = \beta_{ii}$$

$$C = 3600 \text{ TL} / X = 1 \text{ konteyner} / D = 1020 \text{ km}$$

$$\text{Karayolu } (\rho_{ii}) \longrightarrow \frac{C}{XD} \longrightarrow 3,52 \text{ TL/KonteynerKm}$$

Aynı yükün intermodal taşıma ile taşındığı hesap edilirse, taşımanın etapları:

1. Avcılar – Ambarlı Ön Taşıma
2. Ambarlı liman/terminal Masrafları
3. Ambarlı – Mersin Denizyolu Taşınması
4. Mersin liman/terminal Masrafları

Buna göre 1. etap için karayolu birim maliyet :

$$C = 340 \text{ TL} / X = 1 \text{ konteyner} / D = 15 \text{ km}$$

$$\text{Karayolu}_{\text{ön taşıma}} \longrightarrow \frac{C}{XD} \longrightarrow 22,66 \text{ TL/KonteynerKm}$$

2. etap için Ambarlı liman/terminal yükleme/boşaltma maliyeti ( $L_1$ )  $\rightarrow$  318 TL / konteyner

3. etap için konteynerin Ambarlı'dan Mersin limanına 1 km denizyolu ile taşınmasıyla oluşan birim maliyet aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$C = 848 \text{ TL} / X = 1 \text{ konteyner} / D = 1020 \text{ km}$$



Denizyolu  $\longrightarrow \frac{c}{xD} \longrightarrow 0,83 \text{ TL/KonteynerKm}$

4. etap için Mersin liman/terminal yükleme/boşaltma maliyeti (L<sub>2</sub>)  $\longrightarrow 318 \text{ TL / konteyner}$

Yukarıdaki veriler ışığında (3.9) nolu formülasyona göre çıkan sonuç 923 km olmaktadır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Taşımacılık sektörü rekabet ortamı altında ve yeni pazarlara ulaşma hedefiyle kendini sürekli güncel tutmak zorunda olan bir sektördür. Bu alanda ortaya çıkan yeni gelişmelerin takibi sektörün paydaşları için kaçınılmaz olmakta ve kendini bu gelişmelere hızla adapte etmelidir. Bu gelişmeler teknolojik yönde olabileceği gibi yeni taşıma sistemleri ya da fikirleri şeklinde de olabilmektedir.

Son yıllarda taşımacılık sektöründe yapılan çalışmaların birçoğu lojistik maliyetler içinde önemli yer sahibi olan taşımacılık maliyetlerini minimuma indirmek ve bu doğrultuda en hızlı ve esnek çözümleri sunmak yönünde olmuştur. Buna ek olarak artan çevre bilinci ve taşıma modlarının çevreye etkilerinin daha çok gündeme gelmesiyle taşımacılık zincirinde çevreye duyarlı daha az karbon gazı salınımına sebebiyet veren taşımacılık sistemleri tercih edilmeye başlanmıştır.

İntermodal taşımacılık bu gelişmeler ışığında özellikle konteyner, semi treyler, swap body gibi taşıma ünitelerinin yoğun bir şekilde kullanılmaları ve kapıdan kapıya taşımalara olan talebin artmasıyla ortaya çıkmıştır. Özellikle uzun mesafe taşımalarında demiryolu ve denizyolu gibi birim taşıma maliyetleri daha düşük olan taşıma modlarını kullandığı için daha ekonomik çözümler sunmuştur.

Ek olarak karayoluna olan bağımlılığı ve bu taşıma modunda oluşan tekelliliği önlemek adına intermodal taşımacılık devletler için de bir taşıma politikası olarak belirlenmiştir. Karayolu taşımacılığının yoğun bir şekilde kullanıldığı Avrupa Birliği ülkelerinde intermodal taşımacılığa teşvik yönünde uygulamalar ve hatta yaptırımlar gözlenmiştir.

Avrupa'da ve ABD'de intermodal taşımacılığın başarılı olmasına olanak sağlayan demiryolu altyapısı ve iç su yolu taşımaları bu taşımacılığın zaman içinde benimsenmesine ve avantajlarının farkındalığıyla da taşımacılık sisteminde vaz geçilmez bir yer almasına sebebiyet vermiştir.

İntermodal taşımacılığın aktif olarak taşımacılık sistemi içinde kullanılmaya başlandığı bu süre zarfında Türkiye’de intermodal taşımacılığın gelişimi özellikle konteyner ve semi treyler kullanımlarıyla doğru orantılı bir şekilde artmıştır. Birleşen yükler kapıdan kapıya taşımalarda tercih edilir olmuştur. Fakat gerek ulusal gerekse uluslararası alanda bu taşıma türü karayolu tekeli altında kalmıştır. Son yıllarda yapılan altyapı çalışmaları, alınan devlet politikaları, yabancı devletlerle yapılan anlaşmalar, yerli ve yabancı özel teşebbüslerin bu alanlara yatırımları intermodal taşımacılığın farkındalığını Türkiye’de de arttırmıştır. Bu farkındalık doğrultusunda Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı bünyesi altında Tehlikeli Mal ve Kombine Taşımacılık Düzenleme Genel Müdürlüğü’nün kurulması devletin bu alana verdiği önemin ve bu taşımacılık türüne oluşacak talebin artmasının beklendiğinin olumlu bir göstergedir. Mevcut durumda, uluslararası alanda daha başarılı intermodal çözümler sunulsa da, ulusal alanda karayolu-demiryolu, demiryolu-denizyolu ya da karayolu-denizyolu kombinasyonları tam olarak kullanılamamaktadır.

Yapılan çalışmada bu sorundan yola çıkılarak intermodal taşımacılığın özellikle ulusal alanda daha etkin ve verimli nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu bağlamda, Hanssen ve diğ. (2012) geliştirdikleri model üzerinden yapılan düzenlemelerle Türkiye şartlarında uygulamalı bir çalışma yapılmıştır. Modelin uygulanma sürecinde karayolu, demiryolu ve denizyolu için birim maliyetler ve sabit maliyetler değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda ulaşılan en önemli veri başabaş mesafesi yani intermodal taşımacılığın unimodal taşımaya göre avantajlı konuma geçtiği mesafe olmuştur. Bu mesafe intermodal taşımacılık için optimum taşıma mesafesi olarak adlandırılabilir. İntermodal taşımacılığın tercih edilebilir olması için çıkan başabaş mesafesinin toplam taşıma uzaklığından daha düşük bir seviyede olması gerekmektedir. Yapılan farklı uygulamalarda bu mesafenin toplam taşıma mesafesine yakınlığı ya da uzaklığı doğrultusunda sonuçlara ulaşılmıştır. Özellikle bulunan başabaş mesafesinin toplam taşıma mesafesinden yüksek olduğu durumlarda intermodal taşımacılığı avantajlı konuma getirebilmek için modelde kullanılan değerlerde yapılabilecek değişikliklerle başabaş mesafesinin düşürülebildiği ya da arttırılabildiği gözlemlenmiştir. Teoride gösterildiği gibi yapılan uygulamayla pratikte de terminallerdeki elleçleme maliyeti ( $L$ ), toplam taşıma mesafesi ( $\hat{D}$ ), karayolu taşımalarında ön/son taşıma ve uzun mesafe

taşımalarının maliyetlerinin oranı ( $\varphi$ ), demiryolu ve denizyolundaki birim maliyetler ( $\rho_{lr}$ ,  $\rho_{lw}$ ) arttığında başabaş mesafenin arttığı yani intermodal taşımacılığın avantajının azaldığı, karayolundaki birim maliyet ( $\rho_{lr}$ ) arttığında ise başabaş mesafesinin azaldığı ve intermodal taşımacılığın avantajının arttığı görülmüştür.

Birinci senaryoda İstanbul'dan Ankara'ya yapılan bir taşıma karayolu ve intermodal (karayolu+demiryolu) seçenekleri altında incelenmiştir. Bu incelemede intermodal taşımacılık için iki çözüm gerçekleştirilmiştir. İlk çözümde ön/son taşıma karayolu maliyeti uzun mesafe karayolu taşımasının maliyeti ile eşit varsayılmıştır ve sonuç olarak oldukça düşük, 166 km gibi bir eşik mesafesi bulunmuş ve bu mesafeden sonrası için yapılan taşımalarda intermodal taşımacılığın avantajlı olduğu görülmüştür. Ancak daha gerçekçi bir çözüm için ön/son taşıma maliyeti formüle katıldığında çıkan sonuç 458 km'ye çıkmaktadır. Bu da neredeyse toplam mesafe olan 471 km'ye yakın bir sonuç olmuş ve intermodal taşımanın avantajını oldukça zayıflatmıştır. Görüldüğü gibi ön/son taşıma birim maliyetlerinin uzun mesafe karayolu taşımasının birim maliyetlerine göre yüksek oluşu sonucu olumsuz yönde etkilemiştir. Bu maliyetlerin aşağıya çekilmeleriyle intermodal taşımacılığın tercih edilebilirliği daha da artacaktır.

İkinci senaryoda ise İstanbul'dan Mersin'e yapılan bir taşıma incelenmiştir. Bu sefer karayolu taşımasına rakip olarak intermodal taşımacılıkta karayolu+denizyolu kombinasyonu gerçekleştirilmiştir. Ön/son taşıma maliyetlerinin gerçek değerler alınarak yapıldığı bu uygulamada intermodal taşımacılık 923 km ve sonrası için tercih edilebilir olarak bulunmuştur. Toplam mesafenin altında kaldığı için ekonomik bir çözüm olarak görülmektedir ancak çıkan sonucun toplam mesafeye yakın oluşu dikkat edilmesi gereken bir husus olup başabaş mesafesinin daha aşağıya çekilmesi için çözümler geliştirilmelidir. Başabaş mesafesini yukarı çıkaran en önemli etken yine ön/son taşıma maliyetlerinin uzun mesafe karayolu taşıması maliyetine oranının yüksek olması gözükmektedir. Bu maliyetleri yine birbirine eşitleyip çözüme gidilirse çıkan sonuç 236 km'ye kadar düşmektedir. Bu aşamada intermodal taşımacılık için en önemli maliyet kalemi terminallerdeki yükleme/boşaltma masrafları olmakta fakat bunların fiyatlarının yüzde elli arttığı varsayılsa bile mesafe ancak 354 km'ye çıkmaktadır.

Yapılan uygulamalarda özellikle intermodal taşıma için önemli rol oynayan ön/son taşıma birim maliyetlerinin uzun mesafe karayolu taşımasının birim maliyetine göre çok

daha yüksek oluğu eşik mesafesini arttıran en büyük etken olmuştur. Eğer bu maliyet gerçek uygulamalarda da uzun mesafe maliyetiyle eşit olarak alınabilirse intermodal taşımacılığın pazar payının ciddi bir şekilde artması beklenebilir. Gerçekleştirilen senaryolarda ön taşıma birim maliyetleri modele eklendiğinde çıkan sonuçlar toplam taşıma mesafesinin altında kalmıştır ancak toplam taşıma mesafesine yakın sonuçlar olduğu için özellikle intermodal taşımacılığın aktarma, taşıma süresi, taşıma sıklığı gibi dezavantajları düşünöldüğünde tercih edilebilirlikleri karayoluna göre düşük seviyede kalacaktır.

Yapılan çalışma neticesinde çıkan sonuçlar doğrultusunda, intermodal taşımacılığın unimodal taşımaya göre avantajlı konuma geçtiği mesafelerin bulunmasın bu taşımacılığa olan talebi arttırması ya da azaltması beklenmektedir. Bulunan başabaş mesafeleri toplam taşıma mesafesinden ne kadar yüksek olursa intermodal taşımacılığın tercih edilebilirliği o derece az olacaktır. Bu sonuçlar gerek bu alana yatırım yapan kimseler gerekse de bu taşımacılığı tercih edecek kişiler için intermodal taşımacılığın geleceği hakkında önemli fikirler verecektir.

İntermodal taşımacılığın bilinen dezavantajlarına rağmen unimodal taşımaya, özellikle karayolu taşıması yerine kullanılmasını teşvik edecek en önemli noktalardan biri de ölçek ekonomisinden ötürü maliyetinin oldukça makul seviyelere çekilebilmesi olacaktır. Geçtiğimiz sene içerisinde yasalaşan demiryollarının serbestleşmesi kanunundan sonra mevcut durumda dahi ekonomik sonuçlar veren demiryolu taşımasında rekabetin artmasıyla daha uygun taşıma rakamlarının ortaya çıkması, hizmet kalitesinin artması ve demiryolu altyapısının ihtiyaca göre genişlemesi beklenmektedir.

İntermodal taşımacılık yapısı gereği çok ciddi organizasyon isteyen ve paydaşların birbiriyle sürekli iletişim halinde olmalarını gerektiren bir taşımacılık türüdür. Bu zincir içerisinde oluşabilecek en küçük aksaklık taşıtanları intermodal taşımacılıktan uzaklaştırabilir. Bu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için çeşitli ulaşım türlerinin entegrasyonu esnasında geniş bilgi ağına, nitelikli personele, yeterli ekipman ve eksiksiz altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır.

İntermodal taşımacılık dünya üzerinde denenmiş ve artıları/eksileri bilinen bir taşıma türü olduğu için olumsuz yönlerini minimumda tutacak altyapı tesislerinin kurulması gerekmektedir. Altyapı tesislerine yapılacak yatırımların atıl kalmaması, lojistik köy yer seçimlerinin o bölgenin gerçekçi yük potansiyelinin dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Limanların da birer intermodal terminal oldukları düşünülerek oluşacak yeni intermodal ağın içine dahil edilmesi önem arz etmektedir.

Ülkemizde intermodal taşımacılık örneklerine rastlansa da diğer ülkelere kıyasla oldukça düşük seviyededir. Demiryolu altyapısının tamamlanması ve intermodal terminal olarak planlanan lojistik köylerin faaliyete geçmeleriyle yurtiçi taşımalarda da intermodal taşımacılığın etkin bir biçimde kullanılması beklenmektedir. İntermodal taşımacılığın unimodal taşımacılıkla, özellikle karayolu ile rekabet edebilmesi için devlet politikalarının en kısa sürede belirlenmesi ve taşıtanlar tarafından intermodal taşımacılık çözümlerinin kullanılması teşvik edilmelidir.

İntermodal taşımacılığın belirlenecek net bir politika ve yasal çerçeve ile tüm özel sektör yatırımlarına eşit şartlar sunan bir faaliyet alanı haline gelmesi bu taşımacılığa geçiş esnasında önem teşkil etmektedir. Yine yapılacak pazar analizleriyle, intermodal taşımacılığın ilk etapta uzun mesafeli ve yüksek kargo hacimli koridorlarda yaygınlaştırılması bu taşımacılık şeklinin sürekliliği bakımından fayda sağlayacaktır.

Yapılan çalışma ile de desteklenebilecek bu koridorların belirlenmesi ve faaliyete geçmesiyle intermodal taşımacılığın karayoluna alternatif olarak kullanılabilir olması ülke ekonomisine önemli ölçüde fayda sağlayacaktır. Buna ek olarak, lojistik ve tedarik zinciri sektörüne, intermodal terminallerin bulunduğu bölgelere, trafik yoğunlukları ve kazaları ile çevreye verilen zararın azaltılmasında olumlu etkileri olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Bergqvist, R., Behrends, S., 2011, Assessing the Effects of Longer Vehicles: The Case of Pre- and Post-haulage in İntermodal Transport Chains, *Transport Reviews*, 31(5), 591-602.
- Bontekoning, Y.M., Priemus, H., 2004, Breakthrough Innovations in İntermodal Freight Transport, *Transportation Planning and Technology*, 27(5), 335-345.
- Burkhard E.H., Nemoto T., 2005, Intermodal Logistics Policies in the EU, the U.S. and Japan, *Transport Policy Studies Review*, Vol 7 No 4, 2-14.
- Claringbould, M.H., 2005, *Liability of the Carrier in Multimodal Transport*, Leiden University, Hague Academy of International Law.
- Çancı, E., Erdal, M., 2003, *Uluslararası Tasımacılık Yönetimi, Freight Forwarder El Kitabı 2*, UTİKAD, İstanbul.
- Çekerol, G.S., 2007, *Lojistik Açıdan İntermodal Yük Taşımacılığı ve Türkiye Hızlı Tüketim Ürünleri Dağıtımı İçin Bir Uygulama*, Doktora, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- EC European Commission, 1997, *Intermodality and Intermodal Freight Transport in European Union: A System Approach to Freight Transport—Strategies and Actions to Enhance Efficiency, Services and Sustainability*, Directorate General DG VII, COM/97/243, Brussels.
- Floden, J., 2007, *Modelling İntermodal Freight Transport – The Potential of Combined Transport in Sweden*, Doktora, School of Business, Economics and Law, Göteborg Üniversitesi, İsveç
- Galloni, G., 2004, Intermodal Transport between Europe and Asia: Opportunities and Challenges, *ECMT-UNECE Seminar on Intermodal Transport between Europe and Asia: Opportunities and Challenges*, 27-28 September 2004, Kiev.
- Gourdin, N., 2001, *Global Logistics Management, A competitive Advantage for the New Millennium*, Blackwell Publishing.
- Hanssen T.E.S., Mathisen T.A., Jorgensen F., 2012, Generalized Transport Costs in Intermodal Freight Transport, *Euro Working Group on Transportation (EWGT), Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 54(2012) 189-200.

- ICC., International Chamber of Commerce, 2005, *The Need for Investment in Port and Freight Transportation Infrastructure*, Policy Statement Prepared by the Committee on Maritime Transport Document 304-1.
- Infolog, 2000, *Public Final Report*, Project Funded by the European Commission Under the Transport Rtd. Programme of the 4th Framework Programme, Sept., 23-24.
- Işıkhani, F., 2011, *İntermodal Taşımacılık ve Lojistik Köylerin AB ve Türkiye Uygulamaları*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaynak M., Zeybek H., 2007, İntermodal Terminallerin Gelişiminde Lojistik Merkezler, Dağıtım Parkları ve Türkiye'deki Durum, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol 9/2, 39-58.
- Legeza, E., 2003, Measurements of Logistics Quality, *Periodica Polytechnica-Transportation Engineering*, 31:(1-2), 89-95.
- Levinson, M., 2006, Container Shipping and the Decline of the New York 1955-1975, *The Business History Review*, 80(1):49-80.
- Macharis, C., Bontekoning, Y.M., 2004, Opportunities for OR in İntermodal Freight Transport Research: A Review, *European Journal of Operational Research*, 153(2):400-416.
- Muller, G., 1995, *İntermodal Freight Transportation*, Eno Transportation Foundation.
- Notteboom, T., Rodrigue, J.P., 2004, Inland Freight Distribution and the Sub-harborization of Port Terminals, *The First International Conference on Logistics Strategy for Ports*, 22-26 September 2004, Dalian.
- OECD/ITF, 2009, *İntermodal Taşımacılık – Ulusal Ülke İncelemesi: Türkiye*, OECD/ITF, International Transport Forum, Paris, ISBN 978-92-821-0222-0.
- Rodrigue, J.P., Comtois, C., Slack, B., 2006, *The Geography of Transport Systems*, Routledge, New York, ISBN10: 0-415-35440-4.
- Saatçioğlu, C., 2011, *Ulaştırma Ekonomisi Teori ve Politika*, Gazi Kitabevi, Ankara, ISBN:978-605-5543-74-7
- Saatçioğlu, C., Saygılı, M.S., 2013, İntermodal Taşımacılıkta Denizyolu-Demiryolu Entegrasyonunun Ekonomik ve Çevresel Açından Değerlendirilmesi, *Journal of ETA Maritime Science*, 1(2), 19-26.
- Slack, B., 2001, *İntermodal Transportation, Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Elsevier Science Ltd.
- Tunç, H., 2002, *Mikro İktisat*, Alfa Yayınları, İstanbul, 975-297-260-8.



- Ulaştırma ve Ulaşım Araçları Uyg-Ar Merkezi, 2005, *Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, III.Rapor(Sonuçlar ve Öneriler)*, Ulaştırma Bakanlığı, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- UNCTAD, 2001, *Implementation of Multimodal Transport Rules*, Report prepared by UNCTAD Secretariat UNCTAD/SDTE/TLB/2.
- UNCTAD, 2004 , *Assessment of a Seaport Land Interface: An Analytical Framework Report*, UNCTAD/SDTE/TLB/MISC/2004/3.
- UN/ECE, 2001, *Terminology on Combined Transport*, United Nations(UN) & Economic Commission for Europe(ECE), New York and Geneva.
- UNESCAP, 2002, *Commercial Development of Regional Ports as Logistics Centres*, Transport and Tourism Division (TTD),ST/ESCAP/2194.
- UNESCAP, 2005, *Review of Developments in Transport in Asia and the Pacific*, United Nations, New York, ST/ESCAP/2392.
- Woxenius, J., 1998, *Development of Small-Scale Intermodal Freight Transportation in a Systems Context*, Doktora, Chalmers University of Technology.
- Yersel, H.F., 2010, *Türk Lojistik Altyapısının İntermodal Taşımacılık Açısından Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yeşilbağ, L., 1999, RO-RO Taşımacılığının Ülkemiz Deniz Ulaştırma Sektöründeki Yeri, *Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 – Bildiri Kitabı*, İstanbul.
- Yıldız, M., 2008, *Layner Ulaştırma Sistemlerinde Optimum Filo Planlaması Modeli*, Doktora, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zeybek, H., 2007, *Ulaşım Sektöründe İntermodalite ve Lojistik Alanındaki Gelişmeler ve Türkiye Yansımaları*, Doktora, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

## ÖZGEÇMİŞ



### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Olgay OKŞAŞ
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	06.09.1983, Bornova
Telefon	0 532 685 36 77
E-mail	<a href="mailto:olgayoksas@gmail.com">olgayoksas@gmail.com</a> / <a href="mailto:olgay.oksas@istanbul.edu.tr">olgay.oksas@istanbul.edu.tr</a>
Web adres	

### Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü / Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı / Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Programı	
Lisans	İ.Ü. Mühendislik Fakültesi / Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği	2006
Lise	Tire Kutsan Anadolu Lisesi	2001