

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR KARA ULAŞTIRMA KORİDORUNDA YÜK
TAŞIMACILIĞI TÜR SEÇİMİNİN LOJİSTİK
MALİYETE GÖRE MODELLENMESİ**

İnş. Yük. Müh. Sevil KÖFTECİ

**F.B.E İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. İsmail ŞAHİN (YTÜ)

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel	1
1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı	3
2. KAYNAKLARIN GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ	6
3. LOJİSTİK SİSTEM ANALİZİ.....	12
3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi	12
3.2 Lojistiğin Tanımı, Önemi ve Lojistik Yönetimi.....	13
3.3 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi ve Bugünü.....	16
3.4 Lojistik Faaliyetler	20
3.4.1 Taşıma	22
3.4.2 Stok Yönetimi.....	24
3.4.3 Depo Yönetimi	26
3.4.4 Sipariş Yönetimi	27
4. YÜK TAŞIMACILIĞI SİSTEMİ VE YÜK TAŞIMACILIĞINDA TÜR SEÇİMİ29	
4.1 Yük Taşımacılığı Sisteminin Genel Yapısı.....	29
4.2 Yük Taşımacılığı Türleri.....	30
4.2.1 Yük Taşımacılığının Kullanılan Taşıyıcıya Göre Sınıflandırılması.....	31
4.2.2 Yük Taşımacılığının Taşıma Şekline Göre Sınıflandırılması	32
4.2.3 Yük Taşımacılığının Kullanılan Taşımacılık Sistemine Göre Sınıflandırılması... 32	
4.2.3.1 Karayolu Yük Taşımacılığı	34
4.2.3.2 Demiryolu Yük Taşımacılığı.....	36
4.2.3.3 Denizyolu Yük Taşımacılığı	36
4.2.3.4 Havayolu Yük Taşımacılığı	37
4.2.3.5 İç Suyolu Yük Taşımacılığı.....	38
4.2.3.6 Boru Hattı Taşımacılığı.....	39
4.2.3.7 Kombine Taşımacılık.....	39
4.3 Yük Taşımacılığında Talep Modeli Oluşturulmasının Aşamaları.....	42

4.4	Yük Taşımacılığında Taşımacılık Türü Seçimi.....	42
4.5	Taşımacılık Türü Seçiminde Karar Değişkenleri	43
4.6	Karar Değişkenlerinin Önem Derecesinin Belirlenmesinde Veri Toplama Yöntemleri.....	43
4.7	Taşımacılık Türü Seçimi Modelleri.....	47
4.7.1	Klasik Ekonomik Model	48
4.7.2	Davranışsal Model	50
4.7.3	Ödünleşme (Trade-off) Modeli	51
4.7.4	Sınırlandırılmış Optimizasyon Modeli	51
4.7.5	Teorik Envanter Modeli	52
4.7.6	Lojistik Maliyet Analizi Modeli	53
4.7.6.1	Sipariş Maliyeti	57
4.7.6.2	Taşıma Maliyeti.....	57
4.7.6.3	Depolama Maliyeti	57
4.7.6.4	Depolamada Zaman Değeri Maliyeti.....	58
4.7.6.5	Güvenlik Stoğu Maliyeti.....	58
4.7.6.6	Güvenlik Stoğu Zaman Değeri Maliyeti.....	59
4.7.6.7	Kayıp-Zarar Maliyeti	60
4.8	Taşımacılık Türü Seçiminin Lojistik Maliyete Göre Modellenmesi.....	60
4.8.1	Deterministik Lojistik Maliyet Analizi Modeli.....	60
4.8.2	Stokastik Lojistik Maliyet Analizi Modeli.....	61
5.	ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ	63
5.1	Lojistik Regresyon Analizi.....	67
5.1.1	En Çok Olabilirlik Yöntemi	71
5.2	Lojistik Regresyon Analizinde Sınama, Değerlendirme ve Başarım Ölçütleri	73
5.2.1	(-2 LogL) İstatistiği.....	74
5.2.2	Olabilirlik Oranı Testi.....	74
5.2.3	Wald Testi	76
5.2.4	Hosmer-Lemeshow İstatistiği.....	77
5.2.5	Modelin Genel Başarım Göstergesi.....	77
5.2.6	R ² Analizi	78
5.2.7	Bahis (Üstünlük) Oranı-Odds Ratio Testi.....	78
5.2.8	Tahmin Gücü Eğrisi (ROC Eğrisi)	79
6.	ÖNERİLEN TÜR SEÇİM MODELİ.....	80
6.1	Araştırmanın Aşamaları	80
6.1.1	Lojistik Maliyet Modeli	82
6.1.2	Anket Oluşturulması	88
6.1.2.1	Ana Kütle ve Örneklem Seçimi.....	89
6.1.2.2	Veri Toplama Yöntem ve Aracı	92
6.1.2.3	Anket Sorularının Hazırlanması	92
6.1.3	Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	93
6.1.4	Anket Sonuçlarının Yorumlanması	93
6.1.5	Rasgele Seçim Modeline Göre Tür Seçiminin Belirlenmesi	94
6.1.6	Modele Alınacak Değişkenlerin Belirlenmesi	96
6.1.7	Çok Değişkenli Lojistik Regresyon Modeli.....	99
6.2	Model Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	99
6.2.1	MODEL 1.....	99
6.2.2	MODEL 2.....	104
6.2.3	MODEL 3.....	106

6.3	Duyarlılık Analizi	114
6.4	Mikroekonomik Ölçekte Geliştirilmesi Önerilen Politikalar	115
6.4.1	Taşıma Fiyatını Azaltmaya Yönelik Önerilen Politikalar.....	115
6.4.2	Taşıma ve Bekleme Sürelerini Azaltmaya Yönelik Önerilen Politikalar	116
6.5	Makroekonomik Ölçekte Geliştirilmesi Önerilen Politikalar	116
6.5.1	Taşıma Fiyatını Azaltmaya Yönelik Geliştirilmesi Önerilen Politikalar.....	117
6.5.2	Taşıma ve Bekleme Sürelerini Azaltmaya Yönelik Geliştirilmesi Önerilen Politikalar	119
7.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	125
KAYNAKLAR.....		130
EKLER		136
Ek 1	Tür seçim modelinin kalibrasyonu için kullanılan anket formu.....	137
Ek 2	Tür seçim modelinin kalibrasyonunda kullanılan SPSS programı sonuçları.....	142
ÖZGEÇMİŞ.....		156

SİMGE LİSTESİ

χ^2	Ki-kare dağılımı
a	Bir seferdeki sipariş maliyeti
A	ROC eğrisi altında kalan alan
b	Taşımada kullanılan araç türü
c	Birim ürünü taşıma maliyeti
C_b	Genelleştirilmiş maliyet
CF_b	Yararsızlık etkisi
DM	Depolama maliyeti
d	Birim ürünü depolama maliyeti
d(t)	Taşıma süresinde ürünün değerini kaybetme yüzdesi
DZM	Depolamada zaman değeri maliyeti
Exp(B)	Üstünlük oranı(odds ratio) değeri
f	Yıllık faiz oranı
F	Kümülatif standart normal dağılım fonksiyonu
GDM	Güvenlik stoğu depoalama maliyeti
GZM	Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti
i	Yolculuğun başladığı yer
I	Yıllık faiz oranı
k	Teslimat (sefer) sayısı
KZM	Kayıp-zarar maliyeti
L	Lojit P_i
L(R)	Olabilirlik fonksiyonu değeri
L(F)	Üst olabilirlik fonksiyonu değeri
M	Yıllık depolama maliyeti
m	Aylık faiz oranı
n	Güvenlik stoğunda tutulan ürün miktarı
P_i	LRA'da i olayının olması olasılığı
P	Birim ürünün değeri
q	Taşıma miktarı
r	Taşıma türüne özgü katsayı
R^2	Regresyon (belirlilik) katsayısı
SE	Standart sapma
S_b	Taşıma türleri arasındaki benzerlik matrisi

SDP_j	Dağıtım sistemi kısıtı
SM	Sipariş maliyeti
SPC_j	Ürün kısıtı
SSN_j	Hizmet düzeyi kısıtı
t	Toplam taşıma süresi
T	Yıllık talep
TLM	Toplam lojistik maliyet
TM_j	Taşımacılık maliyeti
T/u	Teslimat sayısı
u	Bir teslimatta(seferde) taşınan ürün miktarı
v_{ij}	i. değişkenin j. diskriminant değişkenindeki ağırlığı
z	Bir seferlik taşımada veya depolamada zarar görmüş ya da kaybolmuş ürün oranı

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACA	Adaptive Conjoint Analysis
APK	Araştırma Planlama Koordinasyon
AT	Açıklanmış Tercihler Yöntemi
ATSO	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
AWSC	Andersen Worldwide Soci��t�� Coop��rative
CLM	Council of Logistics Management
CUTR	Center for Urban Transportation Research
DKK	Dış Kaynak Kullanımı
E��O	En ��ok Olabilirlik Yöntemi
EKK	En Küçük Kareler Yöntemi
FHWA	Federal Highway Administration
FTL	Tam Araç Taşımaları
FOB	Free on Board(��r��n��n teslim edilmesi)
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
HII	Hiyerarşık Entegrasyon Teorisi
IT	Bilgi Teknolojisi
��TO	��stanbul Ticaret Odası
JIT	Tam Zamanında
LASP	Leed's Adaptive Stated Preferences
LRA	Lojistik Regresyon Analizi
LRDSS	Uzun Vadeli Karar Destek Sistemi
LTL	Parçalı Araç Taşımaları
LY	Lojistik Yönetimi
MANOVA	��ok Değişkenli Varyans Analizi
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
NTM	Taşımacılık Dışı Maliyet
OO	Olabilirlik Oranı
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
SAS	Statistical Analysis Software
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

TM	Taşımacılık Maliyeti
TLM	Toplam Lojistik Maliyet
TOFC	Trailer on Flatcar
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
UNECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Konseyi
YT	Yapılmış Tercihler Yöntemi
EDI	Elektronik Veri Değişimi
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
NAFTA	Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
TEM	Trans European Motorway
TRACECA	Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaştırma Koridoru

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi.....	13
Şekil 3.2 Lojistik Yönetimi	16
Şekil 3.3 Lojistik kavramının gelişimi.....	21
Şekil 3.4 Mesafe-taşımacılık türü ve maliyet arasındaki ilişki.....	23
Şekil 3.5 Sipariş süreci.....	27
Şekil 4.1 Yük taşımacılığının ülke ekonomisine etkisi.....	29
Şekil 4.2 Kullanılan taşımacılık sistemine göre yük taşımacılığının sınıflandırılması.....	33
Şekil 4.3 THY kargo ve posta taşımalarının yıllara göre değişimi.....	38
Şekil 4.4 Talep analizi modeli ve gerekli temel veri tipleri	42
Şekil 4.5. Taşımacılık türü seçiminin genel model yapısı.....	48
Şekil 4.6 Tür tercihinde Klasik Ekonomik Model.....	50
Şekil 4.7 Sektörlere göre katma değer yüzdesi olarak lojistik maliyetler.....	53
Şekil 4.8. Lojistik maliyet modeli oluşturulurken verilen kararlar.....	55
Şekil 4.9 Lojistik zinciri içinde lojistik maliyet kalemleri	55
Şekil 4.10 Lojistik Maliyetlerin Değişimi.....	56
Şekil 4.11 Teslimatın düzenli yapılması durumunda depo durumu	58
Şekil 4.12 Teslimatın düzensiz yapılmasında depo durumu	59
Şekil 5.1 Lojistik fonksiyon (sigmoid) eğrisi	68
Şekil 6.1. Firma bazlı yük talebi modellemesinde tercihler	81
Şekil 6.2 Doğrudan karayolu ile taşıma	91
Şekil 6.3 Kombine taşıma	91
Şekil 6.4 Model 1 için olasılıklar histogramı	103
Şekil 6.5 Model 1 için tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi).....	103
Şekil 6.6 Model 2 için olasılıklar histogramı	105
Şekil 6.7 Model 2 için Tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi).....	106
Şekil 6.8 Model 3 için olasılıklar histogramı	109
Şekil 6.9 Model 3 için Tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi).....	110
Şekil 6.10 Anket verilerine göre taşıma miktarı ve taşıma fiyatı arasındaki ilişki.....	116

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Model yapılarında karar değişkenleri ve kullanım sayıları	8
Çizelge 3.1 Lojistik faaliyetler	22
Çizelge 4.1 Taşımacılık alt sistemlerinin özellikleri	34
Çizelge 4.2. Türkiye’de Ulaştırma türlerinin yurtiçi yük taşımasındaki payları	35
Çizelge 4.3 Yük taşımacılığında tür seçimindeki karar değişkenleri	44
Çizelge 4.4 A.T. ve Y.T. yöntemlerinin karşılaştırılması	46
Çizelge 5.1 Çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri.....	65
Çizelge 5.2 Serbestlik derecesine göre χ^2 değerleri	76
Çizelge 5.3 Modelin genel başarımını sınıflandırma tablosu.....	78
Çizelge 6.1 Her bir veri grubuna göre taşımacılık türü tercihi sayıları ve oranları.....	94
Çizelge 6.2 Tüm verilere göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları.....	98
Çizelge 6.3 Senaryo verilerine göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları	98
Çizelge 6.4 Asıl verilere göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları	99
Çizelge 6.5 Model 1 için kestirimler ve sınamalar	101
Çizelge 6.6 Model 1’in genel başarımlar göstergesi.....	101
Çizelge 6.7 Model 1’deki değişkenler için korelasyon matrisi	102
Çizelge 6.8 Model 2 için kestirimler ve sınamalar	104
Çizelge 6.9 Model 2’nin genel başarımlar göstergesi.....	105
Çizelge 6.10 Model 2’deki değişkenler için korelasyon matrisi	106
Çizelge 6.11 Model 3 için kestirimler ve sınamalar	108
Çizelge 6.12 Model 3’ün genel başarımlar göstergesi.....	108
Çizelge 6.13 Model 3’deki değişkenler için korelasyon matrisi	109
Çizelge 6.14 Model 1 ve 3’ün sonuçlarının karşılaştırılması.....	111
Çizelge 6.15 2005-2006 yıllarında iltisak hatları ve toplam hatta yapılan taşıma miktarları	119
Çizelge 6.16 Makroekonomik ve mikroekonomik ölçekte önerilen politikalar	122

ÖNSÖZ

Tez çalışmasında, müşteri gereksinimlerinin belirlenmesine dayalı olarak, yük taşımacılığında hangi faktörlerin taşımacılık sistemi tercihlerinin kombine taşımacılık yönünde değiştirilmesinde etkili olduğunu belirlemek amaçlanmaktadır.

Çalışmanın başlangıcında yük talep tahmini modelleri ve Türkiye’deki taşımacılık sistemleri incelenmiştir. Türkiye’de yurtiçi yük taşımacılığı ve bu konu ile ilgili veriler incelendiğinde, karayolunun yüksek bir paya olduğu tespit edilmiştir. Ancak karayolu taşımacılığı ile ilgili sağlıklı verilere ulaşılamamıştır. Başlangıçta karşılaşılan bu sorunu aşmak için çeşitli yollar araştırılmış, firma bazlı modelleme yapılması durumunda, belli bir güzergah için verilerin anket yolu ile elde edilmesinin, veri eksikliği sorununun giderilmesinde en sağlıklı çözüm olduğuna karar verilmiştir.

Çalışma sürecinde bir yandan modelleme çalışması yapılırken, diğer yandan hangi sektörün verilerinin kullanılacağına dair ön araştırma yapılmıştır. Kombine taşımacılık seçeneğinin incelenebilmesi için taşınan ürünün zaman değeri çok yüksek olmamalı (çabuk bozulabilir olmamalı vb.), taşıma mesafesi belli bir değerin üzerinde olmalı ve taşınan ürünün birim değeri çok yüksek olmamalıdır. Örneğin, yiyecek sektöründe ürünün zaman değeri yüksektir; bu nedenle bu sektör yapılacak çalışmaya uygun değildir. İlk aşamada madencilik sektörü çalışma kapsamına alınmış ama bu sektörün içinde bulunduğumuz dönemde özelleştirmeler sebebi ile büyük bir belirsizlik içinde olduğu görülmüştür. Kombine taşımacılığa uygun diğer sektörlerle ilgili sanayi ve ticaret odaları (İstanbul Ticaret Odası (İTO), Antalya Ticaret Odası (ATO)), meslek odaları, çeşitli resmi kurumlar, derneklerin yanı sıra sektörde bizzat yıllarca çalışmış kişilerle görüşülmüş ve çalışmanın en uygun olacağı sektörün seramik sektörü olduğuna karar verilmiştir.

Anketler, Antalya’da yapılmıştır. Böyle bir tercih yapılmasının sebebi, Antalya ilinin çok göç alması ve turizm merkezi olması sebebi ile otel ve konut inşaatının yoğun olduğu bir yerleşim merkezi olmasıdır. Anketler, anket teknikleri ile ilgili kapsamlı literatür araştırması yapılarak hazırlanmıştır. Daha sonra, Antalya ili ve çevresinde seramik piyasasında hakim olan firmalara ilişkin bilgiler (isim, adres, telefon ve faks numaraları, internet ve elektronik posta adresleri vb.) ATO (Antalya Ticaret Odası) kayıtlarından elde edilmiştir. Bu firmalarla telefonla veya yüzyüze irtibata geçilerek Çanakkale Seramik Firması ile çalışıp çalışmadıkları öğrenilmiştir. Çanakkale Seramik Fabrikası’ndan seramik getiren firmalar tespit edildikten sonra, firmaların taşıma işi ile ilgili yetkililerinden bazen doğrudan, gerekli olduğu durumlarda sektörde çalışan tanıdık kişiler vasıtası ile randevu alınmıştır. Anketlerin tamamı yüzyüze yapılmıştır. Anketlerin yüzyüze yapılmasının sebebi, soruların bazılarının detaylı bilgi içermesidir. Yetkililerin bu bilgilere ulaşması bazen zaman aldığı için görüşmeler birkaç kez tekrarlanmıştır. Ayrıca, anketlerin yüzyüze yapılması ile özellikle senaryo sorularında yetkilinin kafasında oluşabilecek karışıklıklar giderilmiştir. Böylece görüşülen 20 firmanın 14’ünden analiz için yeterli bilgiler alınabilmektedir. Elde edilen bilgilere dayalı olarak, yük taşımacılığında tür seçimi modellenmiş ve duyarlılık analizi yapılarak karayolu ve kombine taşımacılık arasında taşımacılık türü seçiminde etkili olan karar değişkenleri belirlenmiştir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında tez teslim aşamasına kadar danışmanlığımı sürdüren, ancak rahatsızlığı nedeni ile tezin teslim aşamasında danışmanlığımı bırakmak zorunda kalan değerli hocam Prof. Dr. Aydın EREL’e çok teşekkür ederim. Hocamın en kısa sürede yeniden sağlığına kavuşmasını içtenlikle dilerim.

Ayrıca tez çalışmamda değerli katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi üyeleri olan Prof. Dr. Haluk GERÇEK’e ve Yard. Doç Dr. İsmail ŞAHİN’e teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca benden desteğini esirgemeyen sevgili eşim Ahmet Nadi KÖFTECİ'ye çok teşekkür ederim. Beni bu günlere getiren anneme ve babama, ayrıca bu tezin tamamlanmasında verdikleri manevi desteklerden dolayı kardeşlerim Serpil ve Seval AY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Sevil KÖFTECİ

Aralık, 2008

ÖZET

Yük taşımacılığı, ülke ekonomileri için çok önemli bir sektördür. Yük taşımacılığının doğru bir şekilde planlanması sadece doğru yatırım alanlarının belirlenmesini değil, çevre kirliliği, ticaretin gelişmesi, ekonomik büyüme gibi yaşam kalitesini artırıcı etmenleri de olumlu etkiler.

Ülkemizde yük taşımacılığında son yıllarda ağırlıklı olarak karayolunun kullanılmasından dolayı trafik kazaları, hava kirliliği gibi birçok olumsuz etkiler meydana gelmektedir. Bir ülkenin ulaştırma sistemi planlanırken temel amaç, bütün taşımacılık türlerinden dengeli bir şekilde faydalanmak olmalıdır. Yük taşımacılığında ağırlığın karayolu taşımacılığından kombine taşımacılığa verilebilmesi için, hangi etmenlerin tür seçimi kararını etkilediğini bilmek çok önemlidir. Bu etmenlerin saptanması ve iyileştirmelerin bunlara dayalı olarak yapılması halinde, gelecekteki tür seçimi kararlarının kombine taşımacılık yönünde olacağı düşünülmektedir.

Doktora tez çalışmasının asıl amacı, müşteri gereksinimlerinin belirlenmesine dayalı olarak, yük taşımacılığında hangi faktörlerin taşımacılık sistemi tercihlerinin kombine taşımacılık yönünde değiştirilmesinde etkili olacağını belirlemektir. Günümüzde, taşımacılık faaliyetinin lojistik zincirin bir parçası olarak ele alınmasından dolayı, bu çalışmada yük taşımacılığı sistemi lojistik zinciri kapsamında ele alınmış ve lojistik maliyet modeline göre analiz yapılmıştır. Taşımacılık türü seçimi kararının modellenmesi için stokastik seçim modellerinden logit model kullanılmıştır. Elde edilen modellerin kalibrasyon işleminde, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Analiz işleminde, üretim merkezi Çan'dan, dağıtım depolarının bulunduğu Antalya ili ve çevresine, karayolu ve kombine taşımacılıkla gerçekleştirilen seramik taşımacılığı verileri kullanılmıştır. Bu veriler, 2006 yılında Antalya'daki 14 adet firma ile anket yapılarak elde edilmiştir. En yüksek tahmin başarımına sahip olduğu belirlenen model, ürünü satın alanın tercihinine göre belirlenmiş lojistik maliyete dayalı logit tür seçim modeli olarak seçilmiştir. Seçilen model duyarlılık analizi uygulandıktan sonra, karayolu ya da kombine yük taşımacılığı tür seçimi kararında etkili etmenlerin taşımacılık maliyeti, taşımacılık süresi ve aktarma gecikmesi olduğu tespit edilmiştir. Tez çalışmasının en sonunda, kombine taşımacılık tercihinin arttırmak amacı ile, kombine taşımacılığın geliştirilmesi için geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalara da dayanılarak, modelleme sonucu tespit edilen etmenleri iyileştirmek için özel sektörün vagon sahipliğinin teşvik edilmesi, ürün tipine ve miktarına bağlı olarak esnek fiyat politikası uygulanması gibi kısa, orta ve uzun vadede politikalar önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yük taşımacılığı, lojistik, tür seçimi, logit model, kombine taşımacılık.

ABSTRACT

Freight transportation is a crucial sector for national economies. Planning freight transportation appropriately influenced not only determining correct investment area but also the factors, which positively affects living conditions, such as environment, trade and economy.

Because highway transportation has been mostly used for freight transportation in our country, a number of negative impacts have occurred, such as increased traffic accidents and air pollution. Primary goal in planning of nation-wide transportation system is to utilize all of the available modes in equilibrium. In order to be able to give priority to intermodal modes instead of highway mode alone in freight transportation, it is crucial to know which factors take place in mode-choice decisions. If these factors are determined and improvements are made accordingly, it is likely that the mode choice decisions in the future would be in favour of intermodal transportation.

In this study, freight transportation system was undertaken within the context of logistics chain and analyzed by logistics cost model. For modelling mode choice decision, three logit models for different data were developed and used. In calibration process of the models, logistics regression analysis method of multivariate statistical analysis technique was used. In the analysis, data related with the ceramics transported to the city of Antalya and its surrounding area by highway and intermodal modes were used. These data were obtained in a survey conducted in 2006 with 14 ceramic merchants in Antalya. The model with the maximum forecast performance was chosen as the logit mode-choice model based on logistics cost determined according to preferences of the receiver. After sensitivity analysis carried out, for the chosen model, the most important factors for highway and intermodal freight transportation decision were determined as being the transportation cost, transportation time and transshipment delay. In conclusion, for increasing intermodal freight transportation preferences, short, medium and long term policies for changing these factors were proposed, such as encouraging the private sector to have their own railcars, and providing flexible price policy depending on product type and volume.

Key Words: Freight transportation, logistics, mode choice, logit model, intermodal transportation.

1. GİRİŞ

1.1 Genel

Teknolojideki gelişmelerin ve küreselleşmenin sosyal, kültürel ve ekonomideki etkisini yoğun olarak gösterdiği günümüzde, değişen rekabet ortamı işletmeleri değişik stratejiler kullanmaya zorlamaktadır. Firmaların artan rekabet ortamında ayakta kalabilmek için doğru ürün, doğru fiyat, doğru pazarlama teknikleri, doğru yer gibi birçok doğrunun oluşturduğu bir kümenin elemanlarının en çoğunu gerçekleştirmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede müşteri memnuniyeti sağlanabilecektir. İşletmelerin, başlıca gelir kaynağı olan müşterilerinin ihtiyaçlarına zamanında ve kusursuz olarak cevap verebilmesi, hatta talepleri öngörebilmesi, onları rakipleri karşısında avantajlı duruma getirir. Bunu sağlayabilmek için en önemli kavramlardan biri önümüze çıkmaktadır: LOJİSTİK. Lojistik, Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management-CLM) tarafından “Müşteri gereksinimini karşılamak üzere, üretim noktası ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşaması” olarak tanımlanmıştır. Lojistik, dünyada ve ülkemizde hızla gelişmekte olan bir sektördür. Lojistik faaliyeti, işletmelerin üzerinde en çok yoğunlaştığı konuların başında gelmektedir. Lojistiğin toplam maliyetleri en küçükleme, buna karşın müşteri memnuniyetini en çoklama gücü, işletmelerin en önemli stratejik silahıdır.

Lojistiğin gelişmesi, ülkelerin lojistik olanak ve yeteneklerine bağlıdır. Etkin ve verimli bir lojistik sektörü için doğru altyapı yatırımları gerekmektedir. Yüklerin zaman ve mekan faydası kazandıracak şekilde yer değiştirmesini sağlayan bir hizmet olan taşımacılık, lojistiğin en önemli bileşenidir. Taşımacılık sektörü, sanayi veya tarım sektörü gibi mal üreten bir sektör değil ancak diğer sektörlerin üretkenliği üzerinde etkili rol oynayan bir hizmet sektörüdür. Taşımacılık bir hizmet sektörü olduğundan dolayı tarım veya sanayi sektöründe olduğu gibi depolanamaz. Taşımacılık sektörü diğer sektörlerin ihtiyacı kadar üretim yapmak zorundadır. Diğer bir ifade ile bütün ihtiyaçlar, kaynaklar, ilişkiler doğru planlanarak değerlendirilmek durumundadır. Geremediği halde taşımacılık olanağı sunmak ülke ekonomisi için önemli bir kayıp teşkil eder. Bu sebepten dolayı ekonomik ve sosyal bir etkinlik olarak taşımacılık politikalarının ülke koşullarına uygun olarak iyi tanımlanması ve dikkatli bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Lojistik maliyeti içinde taşıma, %67'lere varan önemli bir paya sahip bulunmaktadır. (Ballou,1987). Taşımacılıkta lojistik anlayışının gelişmesi, çeşitli taşımacılık alt sistemlerinden en verimli şekilde yararlanılması olanağını vermektedir. Bir taşımacılık sistemi, farklı özelliklere

sahip karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu, iç suyu ve boru hattı gibi çeşitli alt taşımacılık sistemlerinden oluşur ve her biri ayrı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Lojistik tüm taşımacılık sistemlerinin altyapısını kullanabilme kapasitesine sahiptir. Her bir taşımacılık alt sisteminin ekonomik koşullarda taşıdığı eşya türü, taşıma araçları, taşıma şekilleri, taşıma mesafesi ve çevresel özellikleri farklıdır. Bu farklılıklar, her bir taşımacılık sisteminin seçimi için ölçütleri oluşturmaktadır.

Ülkemizde karayolu yük taşımacılığında, yaklaşık son elli yılda diğer taşımacılık sistemleri ile yapılan taşımacılıklara kıyasla hızlı bir gelişme olmuş, bu dengesiz gelişmenin sonucu olarak karayolu taşımasının payı, denizyolu ve demiryolu taşıma sistemlerine göre hızla artarak tüm taşımacılık sistemleri içinde %90'ın üzerine çıkmıştır. Karayolu taşımacılığı, küçük ölçekteki ihtiyaçlara karşılık verebilmesi, ürünlerin adresten alınıp adrese kadar aktarma yapılmadan taşınabilmesi ve küçük hacimli yüklerin birleştirilerek yollanmasına olanak sağlaması açısından, sistemi kullananlar açısından da tercih sebebidir. Ancak böyle bir durum karşısında yük taşımacılığı yapan firma sayıları ile taşıma kapasiteleri de hızla artmış, böylece taşımada atıl kapasite oluşurken verimli, ekonomik ve güvenli bir taşımacılığı zorlaştıran yıkıcı bir rekabet ortamı meydana gelmiş, yük ve kazanç elde etme amacıyla taşıtların aşırı yüklenmesi karayollarımızın beklenenden daha hızlı bozulmasına yol açmıştır. Karayollarındaki trafik kazalarının fazlalığının ve çevresel olarak olumsuz etkilerin yanı sıra, bakım ve onarım için gereken masrafların büyüklüğü ve enerjide dışa bağımlılık ulaştırma politikalarındaki yanlışlıkları gözler önüne sermektedir.

Gelecekte yük taşımacılığı için tek taşımacılık sisteminden daha çok, türlerin gereken ve uygun oldukları yerde hizmet sundukları kombine taşımacılık sistemlerinden yararlanılması beklenmektedir. Bir çok ülkede ulaştırma politikalarındaki eğilim bu doğrultudadır. Yük taşımacılığında kapıdan kapıya taşımanın kaçınılmaz sonucu olarak tüm olumsuzluklarına rağmen karayoluna gereksinim bulunmaktadır. Ancak artık karayolu ulaşım ağının km. olarak uzatılmasından çok nitelik olarak kalitesinin artırılması ve diğer ulaşım sistemleri ile koordinasyonunun sağlanması gereklidir. Uzun mesafeli taşımalarda ise, diğer taşımacılık sistemlerinden yararlanılmalıdır. Genel olarak, farklı taşımacılık sistemlerinin maliyet ve hizmet avantajlarından yararlanabilmek için iki ya da daha fazla taşımacılık sisteminin bir arada kullanılmasına kombine taşımacılık denilmektedir. Kombine taşımacılık maliyet, hız, güvenilirlik ve esneklik etmenlerinin çoğunun eş zamanlı eniyilemesine yönelik bir taşımacılık sistemi olup, lojistik açısından çok uygun taşımacılık seçeneklerini oluşturmaktadır.

Lojistik sektöründe coğrafi özellikler de dikkate alınarak, tüm taşımacılık sistemi seçenekleri,

uygun entegrasyon ve kombinasyonlar dahilinde kullanıma sunulmalıdır. Lojistikte başarı, önemli ölçüde taşımacılık sektörünün etkinlik ve verimliliğine dayanır. Lojistik maliyetlerini düşürmek, taşımacılık seçeneklerinin etkin bir şekilde kullanılması ile başarılabılır. Karasal yük taşımacılığının planlanmasında temel ilke, gerekli yatırımları ve düzenlemeleri yaparak uzun mesafeli kitlesel taşımalarda taşımacılığı demiryoluna kaydırmak, karayolunun kapıdan kapıya taşıma ilkesinin gereği olan başlangıç ve son kesimlerdeki taşımalarda etkin biçimde kullanılmasını sağlamak olmalıdır. Yani karayolu-demiryolu kombine taşımacılığını geliştirmek olmalıdır. Türkiye’de, yüzölçümünün büyük ve coğrafyanın uygun olması sebebi ile bir çok ülkeye göre demiryollarına uygun taşıma uzaklıkları sözkonusudur. AB ile bütünleşme bağlamında daha büyük taşıma uzaklıklarının ortaya çıkma olanağı mevcuttur. Bu durum, demiryollarının acilen geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Taşımacılık sektörünün gelişmesi, lojistik sektörüne önemli katkılar ve hizmet çeşitliliği sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, lojistik sektöründeki müşteri gereksinimlerinin iyi bir şekilde belirlenmesi de taşımacılık sektörünün gelişimi için bir kılavuz oluşturacaktır.

1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

Yük taşımacılığının ülke ekonomisi için çok önemli bir etkinlik olmasına rağmen, ülkemizde bu konuda yapılmış çalışma sayısı, AB ülkeleri ve A.B.D.’ye göre oldukça azdır. Yapılan literatür çalışmasına dayanılarak ve sektörde yıllarca çalışmış kişilerle görüşülerek varılan bu sonucun tahmin edilen başlıca sebebi, taşımacılık konusunda çalışmak için gerekli veri tabanlarının bulunmamasıdır. Özellikle karayolu taşımacılığında veritabanı konusunda çok büyük bir eksiklik mevcuttur. Halbuki yük taşımacılığının doğru şekilde planlanması, sadece yatırım altyapılarının doğru belirlenmesini değil, çevre kirliliği, ticaretin gelişmesi ve buna bağlı olarak ekonomik büyüme gibi etmenleri de olumlu etkilemektedir. Sektör çalışanlarından alınan bilgilere göre, yurtiçi yük taşımacılığında özellikle karayolu taşımacılığı için düzgün bir veri tabanının, 2005 yılında Karayolu Taşıma Yasası’nın yürürlüğe girmesiyle beraber, bu yasanın sonuçları olarak, yasanın yürürlüğe girdiği tarihten ortalama 10 yıl sonra ancak oluşturulabileceği öğrenilmiştir. Bu gelişmeden sonra, yük taşımacılığı konusunda yapılacak çalışmaların artacağı tahmin edilmektedir.

Günümüzde yük taşımacılığı, sadece ürünün taşınması olarak değil lojistik kavramında değerlendirilmektedir. Lojistik zinciri ürünün satın alınmasından teslim edilmesine kadar yapılan faaliyetleri kapsar. Firmaların piyasada rekabet gücünü arttırabilmeleri için, ürünün toplam maliyetinin önemli bir kısmını oluşturan lojistik maliyetlerini azaltmaları gerekmektedir. Taşıma,

lojistiğin en önemli bileşenidir. Kombine taşımacılık maliyet, hız, güvenlik ve esneklik etmenlerinin çoğunun eş zamanlı eniyilemesine yönelik bir taşımacılık türü olup, lojistik açısından çok uygun taşımacılık seçeneklerini oluşturabilmektedir.

AB 7. Çerçeve Programında, taşımacılık alanındaki araştırmaları desteklemek için 4,18 Milyar Avro'luk bir bütçe ayrılmıştır. Taşımacılık alanında desteklenen projelerin ana konu başlıkları şunlardır:

1. Havacılık ve havayolu ulaştırması
2. Yüzey ulaştırması
3. Avrupa Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemine Destek (Galileo) ve EGNOS

Yüzey ulaştırması ana konu başlığının bir alt başlığı, ulaştırma türü değişiminin teşvik edilmesi ve taşıma koridorlarındaki sıkışıklığın giderilmesidir. Lojistik ve kombine taşımacılık, bu konu başlığı altında önemli çalışma alanlarından birisi olarak gösterilmektedir. Lojistik ve kombine taşımacılığın sürdürülebilir kalkınmaya katkısı ve getireceği ekonomik avantajlar, bu konunun önümüzdeki yıllarda da önemini koruyacağını göstermektedir.

Farklı taşımacılık türlerinin taşıma payları arasındaki dengesizliğin giderilmesi ve taşımacılık sisteminin dengeli, sağlıklı bir yapıya kavuşturulması yönünde öneriler geliştirilmesi öncelikli ve temel amacı olan bu tez çalışmasının tüm aşamalarında sektör çalışanları ile birebir irtibat halinde bulunulmuştur. Tez çalışmasında ikinci bölümde, yapılan çalışma boyunca incelenen kaynakların bir genel değerlendirmesi sunulmuştur.

Çalışmada kara taşımacılığında taşımacılık türü seçimi lojistik maliyete dayalı olarak incelendiği için, lojistik sistemin tanıtılması gerektiği düşünülerek teze lojistik sistem analizi bölümü üçüncü bölüm olarak konulmuştur. Bu bölümde, ilk olarak tedarik zinciri yönetimi kısaca tanıtılmıştır, çünkü lojistik, tedarik zinciri yönetiminin bir faaliyetidir. Daha sonra lojistiğin tanımı, önemi, lojistiğin tarihsel gelişimi, günümüzdeki lojistik anlayışı ve lojistik faaliyetler anlatılmıştır. Lojistiğin, ileriki aşamalarda modelleme konusunda ele alınan operasyonel faaliyetleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Operasyonel olmayan faaliyetler, tez konusu dışında kaldığı için detaylı incelenmemiştir. Lojistikle ilgili temel kavramların tanıtılması amacı ile lojistikte dış kaynak kullanımı konusundan da bahsedilmiştir.

Dördüncü bölüm, yük taşımacılığında tür seçimidir. Bu bölümde ilk olarak, yük taşımacılığı sisteminin yolcu taşımacılığı sisteminden farkları ortaya konulmuş, yük taşımacılığı sisteminin genel yapısı anlatılmıştır. Daha sonra, yük taşımacılığı çeşitli şekillerde sınıflandırılarak yük taşımacılığı şekilleri tanıtılmıştır. Yük taşımacılığının sınıflandırılması, çok çeşitli şekillerde

yapılabilir. Yük taşımacılığı çok geniş bir konudur. Bu kısımda, tez konusu kapsamına uygun bir sınıflandırma yapılmıştır. Bir sonraki aşamada yk talebinin modellenmesi konusu ele alınmış, yük taşımacılığında tr seçimi modelleri incelenmiş, lojistik maliyete dayalı olarak stokastik modelleme yöntemi anlatılmış, model parametreleri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, çok değişkenli istatistiksel analiz teknikleri anlatılmıştır. Bölümün başında, kümeleme ve diskriminant analizi tekniklerinden bahsedilmiş, ilerleyen kısımlarda asıl tez çalışmasında kullanılan lojistik regresyon analizi tanıtılmış ve tez çalışmasında neden bu yöntemin tercih edildiği açıklanmıştır. Bir sonraki aşamada parametre tahmininde neden en çok olabilirlik yöntemi kullanıldığı ve bu yöntemin özellikleri anlatılmıştır. Bölümün son kısmında lojistik regresyon analizi tekniğine göre elde edilen sonuçların sına, değerlendirme ve başarım ltleri anlatılmıştır.

Altıncı bölüm, tez çalışmasının sayısal kısmını oluşturmaktadır. Bu bölümde, ilk olarak lojistik maliyetin modellenmesi aşamaları, bu aşamalarda bir takım tercihlerin neden yapıldığı açıklanarak geçmiş yıllarda oluşturulmuş modellerin parametrelerini baz alan, daha da geliştirilmiş teorik bir lojistik maliyet modeli oluşturulmuştur. Bir sonraki aşama modelin kalibre edilmesidir. Bu kısımda kalibrasyon için nasıl veri elde edildiği, bu verilerin nasıl incelendiği, elde edilen sonuçlara göre oluşturulan modellerin hangi ölçütlere göre nasıl değerlendirildiği açıklanmıştır. Daha sonra elde edilen veri tipine göre oluşturulan üç model arasından lojistik regresyon analizi sına, değerlendirme ve başarım ölçütlerine göre en başarılı sonucu veren modele, duyarlılık analizi uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre müşteri tercihlerine dayalı olarak taşımacılık türü seçim etmenleri belirlenmiş, bu seçim etmenlerine göre taşımacılık sisteminde nasıl iyileştirmeler yapılabileceğine dair önerilerde bulunulmuştur.

Yedinci bölüm, tezin sonuç ve öneriler kısmıdır. Bu kısımda, çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılmış, modelin sonuçları yorumlanmış, modelin geliştirilmesi ve uygulanması için önerilerde bulunulmuştur.

2. KAYNAKLARIN GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ

Yük talep tahmini modelleri, genel olarak yolcu talep tahmini modellerinden türetilmiştir. Yük talebinin modellenmesinin daha karmaşık olmasına rağmen, bu konuda çalışan bir çok araştırmacı yolcu taşımacılığı için kullanılan dört aşamalı genel model yapısının, yük taşımacılığı için de uygun olduğu konusunda görüş birliğine varmıştır (Pendyala vd., 2000).

Yük talep tahmininin modellenmesi ile ilgili çalışmalar, uzun yıllardır yapılmaktadır. Mazzarino (1997), yük talep tahmini modellerini makroekonomik ve mikroekonomik olarak ikiye ayırmıştır. Daha eski bir çalışmada ise Winston (1983), talep modellerini ayrışık ve ayrışık olmayan modeller olarak ikiye ayırmıştır. Yük taşımacılığında ayrışık yapıdaki en basit tür seçim modeli, Boyer (1977) tarafından kurulmuştur. Boyer bu çalışmasında, karar değişkenlerini parasal ve parasal olmayan karar değişkenleri olarak ikiye ayırmıştır. Friendler ve Spady (1980) ise, daha teorik bir yapıya sahip olan neoklasik modeli kurmuşlardır. Bu çalışmada firmanın bir taşımacılık türü için talebinin, Shepard önkuramına göre oluşturulmuş maliyet fonksiyonunun artışından türetildiği kabul edilmiştir. Ayrışık yapıya sahip yük talep tahmini tür seçiminde davranışsal modellerde, karar vericinin kişilik özellikleri modellemeye temel dayanağı oluşturmaktadır. Yine ayrışık yapıya sahip envanter modellerinde ise, firmanın envanter politikası modellemenin temelini oluşturur ve envanter modelleri lojistik maliyete dayalı tür seçiminin modellenmesinin temelini oluşturmaktadır (Baumol ve Vinod, 1970; Abdelwahab ve Sergious, 1992; Abdelwahab, 1998). Ayrışık tür seçiminin modellenmesinde en büyük problem, çok fazla veriye ihtiyaç duyulmasıdır. Sözkonusu veriler yapılmış tercihler yöntemi ile toplanabileceği gibi (Abdelwahab ve Sergious, 1992), açıklanmış tercihler yöntemi ile de toplanabilir (Danielis ve Rotaris, 1999).

Yük taşımacılığı talebinin modellenmesinde kullanılan yapılmış tercihler yöntemi de, ilk olarak yolcu taşımacılığı talebi için kullanılmıştır (Hensher, 1994; Polak ve Jones, 1997). Tür seçimi modelinde yapılmış tercihler yöntemini kullanan Fowkes ve diğerleri (1991), çalışmalarında LASP (Leed's Adaptive Stated Preferences) bilgisayar programını kullanmışlar ve taşımacılık türü seçiminde en etkili etmenlerin taşıma süresi ve güvenilirlik değişkenleri olduğunu belirlemişlerdir. Fridstrom ve Madslien (1994) veri sağlamada yapılmış tercihler yöntemini kullandıkları çalışmalarında, firmaların yük taşımacılık işlemi için kendi taşıma filolarını kullanmaları ve üçüncü parti lojistik hizmeti sağlayan firmalardan faydalanmaları durumunu analiz etmiş, bu seçimi hangi etmenlerin etkilediğini saptamışlardır. Çalışmalarında bu kararı uzun vadeli stratejik karar seviyesinde ve kısa vadeli işletme seviyesinde ayrı ayrı incelemişlerdir. Kısa vadeli işletme seviyesinde taşıma maliyeti, süresi ve ürünün zarar görme

riski, uzun vadeli stratejik karar seviyesinde araç bakımı, sürücü özellikleri gibi değişkenler seçim işlemiinde karar verici değişkenler olarak belirlenmiştir. Güney Florida Ulaştırma Araştırma Merkezinin Florida Demiryolu Ulaştırması ve Güvenliği Birimi için hazırladığı raporda (2000), yük taşımacılığının nasıl kombine taşımacılığa kaydırılacağı araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan ankette, demiryolu için çeşitli olumlu değişiklikler yapılması durumunda tercihlerin bu doğrultuda değişip değişmeyeceği sorulmuştur. Bölgesel olarak yapılacak iyileştirmelerin yanı sıra özellikle maliyet değişkeninde yapılacak iyileştirmelerin, tür seçiminde tercihleri çok etkilediği sonucu elde edilmiştir.

Yük talep tahmininin modellenmesinde tür seçimi aşamasında, ilk olarak hangi ölçütlere göre taşımacılık türünün seçileceği belirlenmelidir. Yük taşımacılığı, bir çok etmenden etkilenen çok geniş kapsamlı bir konudur. Kullanılabilecek karar değişkeni sayısı çok fazladır, bu nedenle bunlar içinde sınırlı sayıda ve en açıklayıcı özelliğe sahip olanlar seçilmelidir.

Oumn ve diğerleri (1992), Picard ve Gaudry (1997) ve Abdelwahab (1998) yaptıkları çalışmalarda, bu karar değişkenlerinin neler olduğunu araştırmışlar ve en çok kullanılanı en az kullanılanı doğru şu sıralamayı elde etmişlerdir:

1. Taşımacılık maliyeti
2. Taşımacılık süresi
3. Güvenilirlik
4. Yükün değeri

Cullinane ve Toy (2000)'da yaptıkları içerik analizi çalışmasında, bu konuda 75 adet makaleyi taramış ve Çizelge 2.1'deki sonucu elde etmişlerdir.

Çizelge 2.1 Model yapılarında karar değişkenleri ve kullanım sayıları

Karar değişkeni	Modellerde kullanılma sayısı	Modellerde kullanılma yüzdesi	Modellerde kullanılma yüzdesine göre sıralama
Taşımacılık süresinin güvenilirliği	85	22,48	1
Taşıma süresi	59	15,61	2
Toplam maliyet/ Birim taşımacılık maliyeti	54	14,29	3
Kayıp/zarar	43	11,38	4
Taşıt özellikleri	41	10,85	5
Eski tecrübeler	34	8,99	6
Esneklik	18	4,76	7
Nakliyenin izlenebilirliği	17	4,50	8
Ürünün özellikleri	11	2,91	9
Nakliye frekansı (sıklığı)	6	1,59	10
Mesafe	4	1,06	11
Envanter özellikleri	3	0,79	12
Firmanın yıllık işlem hacmi	2	0,53	13
Hizmet özellikleri	1	0,26	14

Lojistik maliyete dayalı olarak tür seçiminin modellenmesi ile ilgili ulaşılan en eski çalışma, Baumol ve Vinod (1970) tarafından yazılan makaledir. Bu makalede, envanter-teorik yaklaşıma göre basit bir lojistik maliyet modeli oluşturulmuş, kayıtsızlık eğrileri ile yük taşımacılığı için tür seçimi yapılmıştır.

Sheffi (1986), çalışmasında yük taşımacılığında arz talep dengesini incelemiş, taşıma maliyeti ile taşıma ve depolamada zaman değeri maliyetlerinden oluşan bir lojistik maliyet modeli oluşturmuş ve deterministik yöntemle göre analiz yapmıştır.

Kanafani (1984), çalışmasında, lojistik maliyete dayalı tür seçimini incelemiştir. Sayısal bir örneğin olmadığı bu çalışmada, Kanafani ilk olarak lojistik maliyet modelinin oluşumu aşamalarını anlatmış, daha sonra koridor bazında tür seçiminin nasıl yapılacağı ile ilgili

modelleme aşamalarını açıklamıştır.

Cook ve diğerleri (1999), Hindistan'da tür seçimi için lojistik maliyete dayalı bir modelleme çalışması yapmışlardır. Hindistan Demiryolları için yapılan bu çalışmada, uzun vadeli karar destek sistemi (LRDSS) oluşturmuşlardır. Stokastik yapıdaki lojit modelin kullanıldığı çalışmada, lojistik maliyet modeli olarak Vieira (1992) tarafından oluşturulmuş model aynen kullanılmıştır. Her bir ürün tipi için ayrı ayrı yapılan modelleme çalışmaları sonucunda, tür seçiminde en etkili etmen olarak kömürde taşıma fiyatı, kimyasallarda ve dayanıklı tüketim mallarında güvenilirlik (ürünün zamanında teslim edilmesi) olarak tespit edilmiştir.

Ozment (2001), Arkansas (A.B.D.) için toplam yük taşımacılığında kombine taşımacılığın payının nasıl arttırılacağını lojistik maliyete dayalı olarak araştırmıştır. Elektronik sektörü için bir sayısal örneğin yapıldığı çalışmada, deterministik yöntemle göre tür seçimi analiz edilmiştir.

Danielis (2002), İtalya'da Friuli-Venezia bölgesi için tür seçiminin modellenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada logit modelde yararlılık fonksiyonu olarak, Baumol ve Vinod (1970)'a ait lojistik maliyet modelini kullanmış, analiz işleminde logit tabanlı bir yazılım programı olan ACA v.4.0 (Adaptive Conjoint Analysis)'ü kullanmıştır. Karar değişkenleri olarak taşıma maliyeti, taşıma süresi, geç teslimat riski ve kayıp-zarar riskini seçen Danielis, analiz işleminde konjoint analizi dayalı anket yapmıştır. Sektör bazında yapılan çalışmada, bir çok sektör için ürünün zamanında teslim edilmesinin tür seçiminde en çok etkili karar değişkeni olduğu sonucuna varılmıştır. Zotti ve Danielis'in (2004) makine sektörü için yaptığı tür seçiminin modellenmesi çalışmasında en etkili karar değişkenleri taşımacılık maliyeti ve kayıp zarar oranı, ikinci sırada etkili karar değişkenleri ise taşıma süresi ve ürünün zamanında teslim edilmesi olarak belirlenmiştir. Danielis'in Marcucci ve Rotaris (2005) ile yaptığı bir başka çalışmada, tür seçiminin modellenmesinde probit model kullanılmış, taşıma süresi, güvenilirlik ve kayıp-zarar oranının taşımacılık maliyetinden daha etkili karar değişkenleri olduğu sonucuna varılmıştır.

Norojono ve Young (2004), Endonezya'da karayolu-demiryolu taşımacılığında tür seçimini etkileyen karar değişkenlerini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, yük taşımacılığında seçim işlemindeki karar değişkenlerini, Hiyerarşik Entegrasyon Teorisine (HII) göre gruplandırmışlardır. HII teorisine göre, kompleks kararlar önem sırasına göre gruplandırılarak aşamalı bir şekilde sonuca varılır. Çalışmada yapılmış tercihler yöntemine göre veri elde edilmiştir. Stokastik tür seçim modellerinden probit modelin kullanıldığı çalışmada, güvenlik, maliyet ve ürünün zamanında teslim edilmesi tür seçiminde etkili etmenler olarak

belirlenmiştir.

Shingal ve Fowkes (2002), LASP yazılımını kullanarak Hindistan'da Delhi-Bombay taşıma koridoru verileri için yük taşımacılığında tür seçimini modellemişlerdir. Taşıma maliyeti, taşıma süresi, güvenilirlik ve hizmet frekansının karar değişkenleri olarak alındığı modelleme çalışması sonunda, aracın hizmet frekansının taşımacılık türü seçiminde en etkili etmen olduğunu belirlemişlerdir.

Bolis ve Maggi (2003), lojistik kavramda yük taşımacılığı talebinin modellenmesi için mikroanaliz çalışması yapmışlardır. Karar değişkenlerini taşıma ve lojistik başlığı altında iki gruba ayırmışlardır. Taşıma başlığı altındaki karar değişkenleri taşıma maliyeti, taşıma süresi, güvenilirlik ve taşımacılık türüdür. Lojistik başlığı altındaki karar değişkenleri ise taşıma araçlarının hizmet frekansı ve esnekliğidir. Logit tabanlı LASP yazılımının kullanıldığı modelleme çalışması için İtalya ve İsviçre'de bulunan 22 firma ile anket yapılmıştır. Ödönleşme analizlerinin yapıldığı çalışma sonucunda, taşımacılık maliyeti değişkeninin tür seçiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca analizler sonucunda, yük taşımacılığı talebinin, lojistik kavramı ile çok yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Mesela analiz sonucunda, lojistik kavram olarak JIT (Just in Time) stratejisinin belirlenmesinin, talebi doğrudan etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Dullaert ve diğerleri (2007), yük taşımacılığında güvenlik stoğunun öneminin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada lojistik maliyet modelini kullanan araştırmacılar, karayolu ve denizyolu taşımacılığı için, deterministik yöntemle göre, yani toplam lojistik maliyetin minimizasyonuna göre analiz yapmışlardır. Bu analizler sonucunda, güvenlik stoğu miktarının tür seçim kararı üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Lojistik, son yıllarda ülkemizde üzerinde çok çalışılan konulardan biri olmakla beraber, bu konu daha çok işletme boyutu ile ele alınmaktadır. Üçüncü ve dördüncü parti lojistik firmaları (3 PL ve 4 PL), firmaların stok politikaları gibi konular endüstri mühendisleri, işletme mühendisleri ve işletmeciler tarafından sıklıkla incelenmektedir. Ancak lojistiğin taşıma bileşeni, henüz yeteri kadar incelenmemiştir. Özellikle yük taşımacılığında lojistik maliyete dayalı olarak tür seçiminin logit modeli ile ilgili bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Doktora tez çalışmasının asıl amacı, müşteri gereksinimlerinin belirlenmesine dayalı olarak, yük taşımacılığında hangi faktörlerin taşımacılık sistemi tercihlerinin kombine taşımacılık yönünde değiştirilmesinde etkili olacağını belirleyerek bu boşluğu doldurmaktır. Yapılan kapsamlı literatür araştırmasında, ülkemizde yük taşımacılığında lojistikte taşımacılık türü seçiminin

toplam lojistik maliyete dayalı olarak stokastik logit modelle yapılması ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

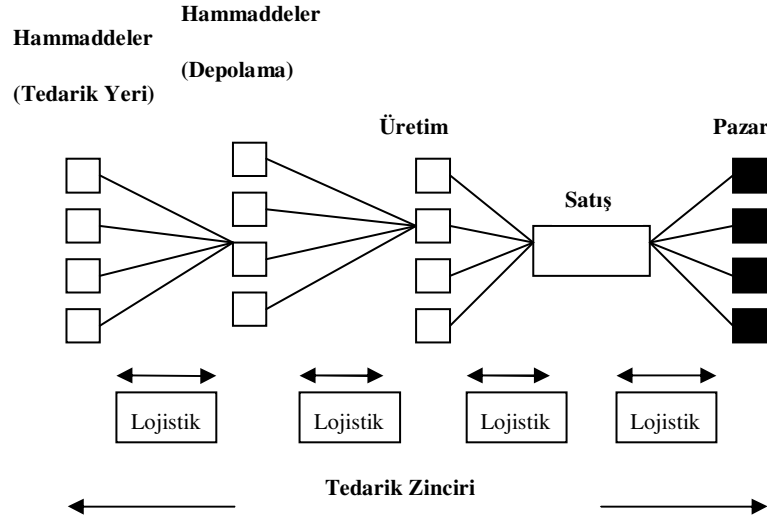
Tür seçimi için lojistik maliyete dayalı logit yapılı bir model oluşturulması amacıyla yapılmış olan çalışmalar incelenirken, oluşturulması planlanan modelin karmaşık olmaması ve istenildiğinde belli kısımlarının farklı koşullara uygun hale getirilecek şekilde esnek olması hedeflenmiştir. Modelleme çalışmasında hangi kabullerin, ne amaçla yapıldığı ile ilgili açıklamalar Bölüm 6'da yapılmıştır. Tez çalışmasındaki modellemenin, araştırmalar sırasında karşılaşılan diğer çalışmalardan ayrıldığı en önemli nokta, lojistik maliyet modellerinde çok önemli bir maliyet kalemi olarak kabul edilen ve güvenilirlik karar değişkeninin karşılığı olan güvenlik stoğu maliyetinin güvenlik stoğu zaman değeri ve güvenlik stoğu depolama maliyeti olarak iki kısımda ayrı ayrı incelenmesidir. Güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün hem depolama maliyeti, hem de bu ürüne bağlanan paranın işletilememesinden kaynaklanan zaman değeri maliyeti vardır. Bu nedenle iki maliyet kaleminin ayrı ayrı hesaplanması gerektiği düşünülmüştür. Ayrıca incelenen modeller, bir yıl içerisindeki toplam taşıma verilerine uygun şekilde oluşturulmuştur. Çalışmada ise, bir yıl içerisinde her bir sefer taşıma verileri kullanılacak şekilde modelleme yapılmıştır. Bu aşamada, zaman değeri maliyetleri hesaplanırken hangi faiz oranı değeri (yıllık, günlük ya da aylık) alınacağı çok araştırılmıştır. İlk başlarda günlük faiz oranı değerinin alınmasına karar verilmiş, ancak finans sektöründeki kişilerle yapılan görüşmelerde günlük faiz oranlarının çok değiştiği öğrenilmiş, bu nedenle yıllık faiz oranı değerinin kullanılmasının daha doğru olduğuna karar verilmiştir. Firmaların bir yıl içerisinde yaptıkları taşıma sayıları (sefer sayıları) çok farklıdır. Modellemede yıllık faiz oranı 365'e bölünüp (365/sefer sayısı) ile çarpılarak, her bir firma için o zaman dilimi değerine ait faiz oranı değeri elde edilmiştir. Tez çalışmasında veri eksikliği, karşılaşılan en büyük problemdir. Bu problemi aşmak amacı ile Antalya'da 14 adet firma ile 2005 yılı verileri için, 2006 yılında anket çalışması yapılmış, kalibrasyon işlemi bu verilerle gerçekleştirilmiştir.

3. LOJİSTİK SİSTEM ANALİZİ

3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi

Dünya genelinde tüketici istekleri sürekli değişmekte, mal ve hizmet üreten firmalar ağır küresel rekabet koşulları altında bu istekleri karşılamaya çalışmaktadırlar. Sürekli değişen tüketici taleplerinin karşılanabilmesi ve aynı zamanda firmaların büyüebilmeleri ancak tedarik zincirinin doğru bir şekilde yönetilmesiyle mümkündür. Tedarik zinciri; iş ortakları, tedarikçiler, imalatçılar, perakendeciler ve müşteriler arasında; iletişimin sağlanması, projelerin ortak bir alan üzerinden takip edilmesi ve yönetilmesi, müşteri isteklerinin en etkin ve verimli bir şekilde karşılanması, kaynakların en etkin bir biçimde kullanılması, verimliliğin artırılması, maliyetlerin azaltılması, planlı, hızlı ve esnek bir tedarik, üretim ve dağıtım zincirinin ortaya çıkarılması temelleri üzerine ortaya çıkmış bir kavramdır. Bir şirketin tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamullerin işlenmiş ürüne dönüştürülmesi yani imalat işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlar ve bunun ardından bitmiş ürünleri dağıtım kanallarında en son tüketiciye kadar ulaştırılması sırasında değer yaratan bütün unsurlardır.

Lojistik Yönetimi Konseyi'ne (Council of Logistics Management, CLM) göre Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY); tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli başarımlarını arttırmak amacıyla, sözkonusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur. Dolayısıyla TZY, ilk tedarikçiden son kullanıcıya kadar, müşteriye değer katan ürün, hizmet ve bilgilerin sağlandığı iş süreçlerinin entegrasyonudur. TZY, Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi (Gianpaolo, 2003)

TZY'deki dört temel karar; yerleşim, üretim-pazarlama, envanter yönetimi ve taşımacılıktır. Tedarik Zinciri Yönetimi yapabilecek bir şirket veya birimin, son kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda tüm zincir boyunca yer alan birden fazla şirket arası bilgi ve malzeme akışını planlaması (ortaklaşa planlama), yürütmesi ve kontrol etmesi gerekir. Günümüz iş dünyasında rekabet, rakip şirketler arasında değil, rakip şirketlerin içinde bulunduğu tedarik zincirleri arasında yaşanmaktadır, bu nedenle zincirin en düşük maliyette, en yüksek kalitede ve en yüksek yanıt hızında olması çok önemlidir. En hızlı, en güçlü, en iyi çözüm üreten, en uygun fiyatta en kaliteli hizmet verebilen şirketler başarılı olmaktadır.

Günümüzde Lojistik ile Tedarik Zinciri Yönetimi arasında anlam karmaşası oluşmuştur. Lojistik, noktalar (tedarikçi-üretici veya üretici-müşteri) arasındaki tüm taşıma, depolama, gümrük, vb. faaliyetlerin bütünleşik şekilde yapılması işlemidir. Üretimi ve pazarlamayı kapsamaz. Tedarik Zinciri Yönetimi ise, tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar sözkonusu olan tüm faaliyetlerin, üretimi ve pazarlamayı da içine alacak şekilde yönetilmesidir (Şekil 3.1).

3.2 Lojistiğin Tanımı, Önemi ve Lojistik Yönetimi

Lojistik sektörü, ekonomideki temel hizmet sektörlerinden biridir ve bir ülkenin ticari ve imalat faaliyetleri için hayati önem taşımaktadır. Lojistik, bilişim teknolojileri ve gen teknolojileri ile birlikte yeni yüzyılda dünyadaki hızla gelişmekte olan üç sektörden biridir. Dünya Bankası 2002 yılı verilerine göre Dünya Gayri Safi Hasılası 32.000 milyar\$ ve lojistik pazarı 2.500 milyar\$ olup, lojistik pazarın gayri safi hasıladaki oranı %7,8 olarak tespit

edilmiştir. 1995 verilerine göre bu oran %5'dir. Lojistik kavramının tek bir tanımını yapmak oldukça güçtür. Çeşitli kurumlar ve araştırmacılar farklı tanımlamalarla farklı noktalara işaret etmişlerdir.

Lojistik, mamüllerin ve bilgilerin taşınmasının ve depolanmasının yönetimidir. Başarılı bir lojistik faaliyet; maliyetleri azaltır, işleri hızlandırır ve müşteri hizmetlerini iyileştirir (Stock vd., 1999).

Lojistik, malzeme akışının ve depolanmasının, üretimdeki stokların, tamamlanan mamüllerin, bunlarla ilişkili hizmetlerin ve bilgilerin, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla üretim noktasından tüketim noktasına kadar planlanan, uygulanan ve etkinliği kontrol edilen bir süreçtir.*

Lojistik; işletmelerin kar maksimizasyonu amacı ile madde ve malzemeleri, parçaları ve tamamlanan mamulleri stratejik bir şekilde depolayan, akışını sağlayan ve kontrol eden bir sistemdir (Wood vd., 1995).

Lojistik, uygun müşteri hizmet seviyesinin en düşük maliyetle sağlanması için yer ve zaman engellerini aşmak amacıyla, hammaddenin elde edildiği noktadan son tüketim noktasına kadar hareket faaliyetlerinin ve bu hareket için gerekli bilgi akışının planlanması, organizasyonu ve kontrolüdür (Dilworth, 1992).

Bir başka genel tanım da literatüre “SevenRs” olarak geçmiş olan Yedi Doğru tanımıdır. Bazı kaynaklarda bu tanım “Layperson” tanımı olarak isimlendirilmektedir. Bu tanım şu şekildedir: Doğru ürünün, doğru miktarda, doğru şartlarda, doğru yerde, doğru zamanda ve doğru müşteri için doğru maliyetlerle elde edilebilirliğini sağlamaya yönelik faaliyetlerin tümü birden lojistik olarak ifade edilir (Fawcett ve Fawcett, 1995).

Yapılan bir araştırmada Kuzey Amerika firmalarının %89'u ve Batı Avrupa firmalarının %90'ı lojistiği rekabet avantajı sağlamada stratejik bir araç olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Konuyla ilgili uzmanlar, lojistik sistemini iyi yöneten firmaların lojistik maliyetlerini %15~50 arasında azaltabildiklerini ifade etmektedirler (Langley vd., 2001).

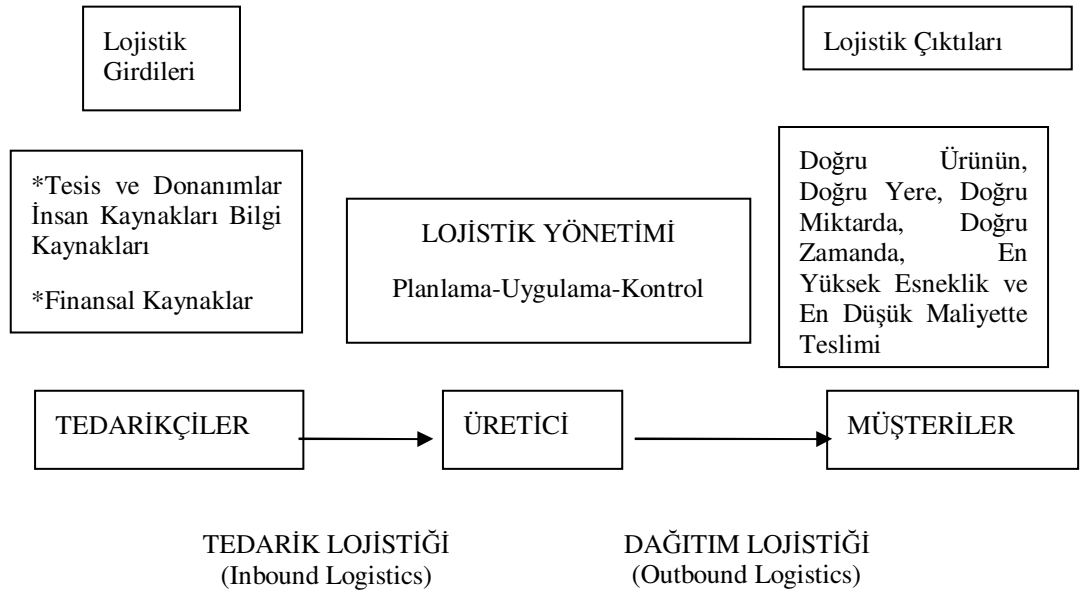
Lojistik Yönetimi (LY), fiziksel dağıtım yönetiminden doğmuş bir kavramdır. Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management, CLM), Lojistik Yönetimi kavramını; müşteri gereksinmelerini karşılamak üzere, üretim noktaları ve tüketim noktaları arasındaki

* Logistics and Supply Chain Management; <http://dtiinfo1.dti.gov.uk>

mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yönlerdeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşaması olarak tanımlanmaktadır. LY'nin temel amacı, uygun müşteri hizmet seviyesine en düşük maliyetle ulaşmak için hammaddenin üretim noktasından son tüketildiği noktaya kadar olan tüm süreçlerinin planlanması, uygulanması ve kontrolüdür.

CLM'nin tanımladığı lojistik daha doğru olarak “işletme lojistiği” olarak ifade edilebilir. Lojistik genel anlamda düşünüldüğünde, ayrı bir lojistik sistemi olarak insanların hareketini de eklemek gerekecektir. İnsan taşımacılığına yönelik lojistik esas itibarıyla malzeme taşımacılığına dayalı lojistikten farklıdır, bu yüzden işletme lojistiğinin genel lojistikten farkını belirtmek önemlidir. Malzeme taşınırken sahiplik unsuru vardır, malzeme kendi kendine gitmez, insanlar ise kararlarını kendi verirler. İnsanlar genellikle gidiş-dönüş yaparken, malzeme nadiren gidiş-dönüş yapar, gittiği yerde tüketilir. Ayrıca malzeme bir yerden bir yere hareketini, içinde yer aldığı süreç boyunca şekil değiştirerek sürdürür. İnsanların seyahat biçimlerinde de farklılıklar vardır. İnsanların yolculuk ettikleri yerler ağırlıklı olarak tatil yerleri ya da şehirler iken, malzemeler hammadde kaynaklarından sanayi bölgelerine ve sanayi bölgelerinden yolun sonunda insanlar tarafından tüketildikleri şehirlere taşınma eğilimindedir. Taşımacılık türleri farklıdır. Karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığı hem insanlar, hem de malzemeler için kullanılmaktadır. Taşımacılık şirketlerinin hem insan hem de malzeme taşıma durumları az görülen olaylardır. Sadece hava taşımacılığında malzeme ve yolcuların aynı uçakta taşınma durumu yaygın bir uygulamadır.

Lojistik Yönetimi, iki nokta (tedarikçi-müşteri) arasındaki mal, hizmet ve bilgi akışını içeren tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Tedarikçi ile Üretici arasında olan lojistiğe Gelen Lojistik (Inbound Logistics), Üretici ile Müşteri arasında olan lojistiğe Giden Lojistik (Outbound Logistics) denilmektedir (CLM, 2002). Şekil 3.2’de, Lojistik Yönetiminin kapsadığı faaliyetler görülmektedir. Girdi lojistiği, iç malzeme akışının etkinliğinin sağlanması üzerine yoğunlaşır. Bunun sağlanması için girdi lojistiği; üretkenlik, tedarik zamanları, lojistik maliyetleri gibi konular ile ilişkilendirilir. Çıktı lojistiği ise ürünün en son müşteriye kadar olan akışını kapsamaktadır.



Şekil 3.2 Lojistik Yönetimi (Tanyaş, 2003)

LY’de başlıca başarı ölçütleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Tanyaş, 2003):

- Maliyetlerin (depolama, taşıma, vb. gibi) düşürülmesi
- Zamanında teslim oranının arttırılması
- Temin süresinin (Lead Time) azaltılması
- Esnekliğin artırılması, çözüm seçeneklerinin arttırılması
- Veri güvenilirliğinin ve hızlı erişim oranının yükseltilmesi (miktar, zaman, yer, vb. gibi), bilgi/evrak eksikliğinin azaltılması
- Bozulma/hasar/kayıp oranının azaltılması
- Tedarik zinciri içindeki toplam stokların mümkün olduğunca azaltılması
- Lojistik faaliyetlerin etkinlik (planlara uyma) ve verimlilik (çıktı/girdi) oranlarının arttırılması
- Müşteri ilişkilerinin geliştirilmesi, müşteri odaklılığın arttırılması
- Riskin ve kazancın adil paylaşımı
- Lojistik yönetim giderlerinin azaltılması

3.3 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi ve Bugünü

Lojistik, Yunanca “Logistikos” kelimesinden gelmekte olup, “hesap kitap yapma bilimi”, “hesapta beceriklilik” anlamına gelmektedir. Askeri anlamda lojistik ise; savaşta veya askeri harekatta yol, haberleşme, sağlık, yiyecek, içecek ve silah sağlama gibi çok yönlü hizmetleri en akılcı, etkili ve seri bir biçimde plan ve programa bağlayıp uygulayan hizmetler bütünü anlamına gelmektedir.

Lojistik yönetiminin uygulandığı tedarik zinciri içindeki hizmetler, dünya üzerinde tarih öncesi çağlardan beri yapılmaktadır. İnsanoğlu yerleşik düzene geçmeden önce de; avlanan hayvanların, toplanan meyvelerin ve diğer gıdaların taşınması, ileride tüketilmek üzere

kurutulması, saklanması ve tekrar taşınması işlemleri yapılmaktaydı. Yerleşik düzene geçildikten sonra coğrafi avantajların getirdiği farklı üretim teknikleri gelişmiş, kişisel tüketimin hatta yerel tüketimin ötesinde takas ve ticaret için üretim, taşıma ve depolama çalışmaları başlatılmıştır. Ortaçağda gemilerle, kervanlarla ülkeler hatta kıtalar arası ticaret başlamış ve sömürgecilikle ucuz hammadde üretimi, taşınması ve dağıtımı başlamıştır. Tüccar ülkeler zenginleşmiş, yeni kıtaların bulunması ile de denizyolları önem kazanmış, karayolları iyileştirilmiş, büyük limanlar, geniş depolar inşa edilmiştir.

İnsanoğlunun tarihindeki savaşlar incelendiğinde lojistiğin önemi bir kez daha anlaşılmaktadır. Çünkü savaşların büyük bir kısmı ya lojistik yeterlilik ve beceri sonucunda kazanılmış, ya da eksikliklerinden dolayı kaybedilmiştir. Balkan Savaşlarında Osmanlı İmparatorluğu'nun yenilgi nedenlerinden en önemlisi lojistik faaliyetlerin yetersizliğidir. Dünya savaşları sırasında askeri anlamda lojistik kavramı oluşmaya başlamış; taşımanın, stoklamanın ve dağıtımın optimizasyonu ve kontrolü önem kazanmıştır. Bu dönemlerde daha hızlı taşıma, gerektirdiği kadar depolama, ürünün ihtiyaç anında hazır olması, raf ömrünü kaybetmemesi, geri dönüşlerinin sağlanması gibi lojistik yönetiminin temel esasları ortaya çıkmıştır (Yıldıztekin, 2001). II. Dünya Savaşının sonucunda, lojistik uzmanlık ve çabalar şüphesiz anahtar etmenler olmuşlardır. Savaşta ABD'nin personeli ve malzemeleri etkin hareket ettirme ve saklama becerisi, müttefiklerin savaşma gücüne çok fazla katkıda bulunmuştur (Viswanathan ve Bhatnagar, 2000). Bugünkü ticari lojistiğin başlangıcı, II. dünya savaşı sırasında gerçekleşen askeri gelişmelere bağlanabilir.

Lojistiğin bir bilim olarak dikkatleri üzerine çekmeye başlaması, 1900'lerin başında tarım ürünlerinin taşınması ile olmuştur. 1901 yılında John Crowel, Amerikan Hükümetine bağlı Endüstri Komisyonu'nun bir raporunda tarım ürünlerinin dağıtımını etkileyen etmen ve maliyetlerden bahsetmiştir. 1916 yılında Arch Shaw, bir çalışmada lojistik faaliyetlerinin stratejik yönlerini anlatmıştır. Aynı yıl içerisinde L.D.H. Weld, pazarlama araçlarının içerikleri ve dağıtım kanalları ile ilgili çalışmalar yapmıştır (Stock vd.,1999).

Lojistik kelimesi ilk kez 1922 yılında Fred Clark'ın "Principle of Marketing" isimli çalışmada kullanılmıştır. 1950'li yıllara kadar lojistikle ilgili pek bir gelişme olmamıştır. Ticari lojistik konusundaki gelişmelerin ihmal edilmesi, gecikmesi ve daha sonraki dönemlere kalmasındaki nedeni, bilgisayarların sıradan bir gereç olduğu ve sayısal tekniklerin geniş bir şekilde kullanıldığı dönemlerden önce lojistikle ilgili faaliyetlerin yerine getirilmesinin önemli bir fayda yaratmayacağı inancının hakim olmasıdır. Bu dönemde sadece lojistik alanında değil, diğer yönetim alanlarında da pek fazla bir gelişme olmamıştır. Zaten bu

yılların savaş yıllarına denk gelmesi, ancak askeri lojistiğin gelişmesine neden olmuştur (Christopher, 1992).

1950'lerden sonra teknolojik ve ekonomik ihtiyaçlar hızla değişmiştir. 1960'lı yıllarda dünya ticaretindeki değişen eğilimler lojistik kavramının gelişmesi için uygun bir zemin hazırlamıştır. Özellikle pazarlamanın gelişmesiyle, pazarlamanın önemli destekleyici faaliyetlerinden biri olarak ele alınan lojistik kavramı da gündeme oturmuş ve önemini pekiştirmiştir. Lojistik konusunda ilk bilimsel makale ise, 1960'ların başında hem ekonomi yazarı hem de özel şirketlere danışmanlık yaptığı bilinen Peter Drucker tarafından hazırlanmıştır. Drucker, organizasyon yapısı problemini belirleyerek, şirketlere lojistik ve dağıtım konularındaki olanaklara ve sorunlara odaklanma konusunda yardımcı olmuştur. 1962'de konu ile ilgili olarak şöyle yazmıştır: “Bugün dağıtım hakkındaki bilgimiz, Napolyon'un aydınlarının Afrika içleri hakkındaki bilgisinden daha azdır. Orada olduğunu ve büyük olduğunu biliyoruz, hepsi bu.” Aynı makalede Drucker lojistiğin kurumsal etkinlik arayan üst yönetim için bir keşif alanı olduğunu ileri sürmüştür. Şirketlerin ulusal ve uluslararası pazarda rekabet güçlerinin artması için, lojistik faaliyetlerini geliştirmelerinin önemini vurgulamıştır (Christopher, 1992).

1960'ların başında ABD'de şirketler, önce üretime ve finansa, sonra pazarlamaya odaklanmışlardır. Bu dönemde dağıtım ve lojistik problemlerini çözmek, daha sonraki aşamalarda göz önüne alınan faaliyetler olarak görülmüştür. 1961'de Edward Smkay, Donald Bowersox ve Frank Mossman lojistik yönetimi üzerine ilk kapsamlı çalışmayı “Logistics Management” adlı kitaplarında yapmışlardır. Bu yaklaşım, lojistiğe sistematik bir bakış açısı getirmiş, firmanın tamamı bazında bir analizi öngörmüş ve toplam lojistik maliyet anlayışına dayandırılmıştır. 1963 yılında lojistik sürecinin daha iyi anlaşılması, lojistik yönetiminin daha üst seviyelere çıkarılması, profesyonel anlamda diyalogların kurulabilmesi amacı ile Council of Logistics Management kurulmuştur (Persson, 1997). Bu arada 1956-1965 arasındaki dönemde “bütünleşik lojistik” kavramı berraklaşmaya başlamıştır. Bu on yıllık dönem içinde ortaya çıkan dört ana gelişim lojistik işlevinin kavramsallığını güçlendirmiştir. Söz konusu gelişmeler şunlardır:

- Müşteri hizmetlerine önem verilmesi,
- Sistem yaklaşımı uygulanması,
- Toplam maliyet analizinin gelişmesi,
- Pazarlama kanalları üzerindeki çalışmaların tekrar gözden geçirilmesi.

1970'li yıllar lojistiğin süregelen gelişiminde çok önemli 10 yıldır. O yıllarda bir çok etmen

dikkati lojistiğe çekmiştir. 1972 tarihli “Accounting and Control in Physical Distribution Management” çalışması ile Micheal Schiff lojistiğin maliyet kavramını irdelenmiştir. 1978’de La Londe ve Zinszer’in lojistiği pazarlama ile beraber ele aldığı “Customer Service: Meaning and Measurement” çalışmaları, lojistiğe sistematik bir yaklaşım getirmiştir. Aynı yıl ABD’de Ulusal Fiziksel Dağıtım Yönetimi Konseyi (National Council of Physical Distribution Management) kurulmuştur. 1971’den 1979’a kadar olan yıllar, işletme faaliyetlerinin hemen her boyutunda belirsizliğin yoğun olarak hissedildiği bir dönemdir. Bu dönemde enerji kısıtlamaları, yükselen enerji fiyatları ile birlikte petrole ve yakıt kullanımına bağlı hizmetler ve pek çok mamul ürünün yaygınlaşmasında yavaşlamalar görülmüştür. OPEC petrol ambargosu ile birlikte lojistik faaliyetler de, yaşanan krizden belli oranda etkilenmiştir (Bowersox ve Closs,1996).

1980’li yıllarda lojistik, taşımacılık sektöründeki değişimlerden oldukça etkilenmiştir. 1980’lerde çok önemli dört etmen lojistik organizasyonları etkilemiştir (Fawcett vd.,1998).

- Ticaretin globalleşmesi
- Hükümetlerin düzenlemelerindeki değişiklikler
- Ticaretteki yapısal değişiklikler
- Hızla değişen teknoloji

Bu dönemde taşımacılar artan rekabet sonucunda fiyatta önemli değişimlere zorlanmışlar, rota ve çizelgelemede çok daha fazla esnekliğe sahip olmuşlardır. Bu gelişmeler taşıyıcıların pazarlamaya odaklanmaları sonucunu doğurmuştur. Pazarlama odaklı kaydedilen ilerlemelerin ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin paralelinde lojistikle ilgili çok fazla yazılım geliştirilmiştir. Lojistik yönetiminde bilgisayar kullanımıyla, tüm lojistik faaliyetlerin çok daha hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi, ayrıca üretim, planlama, envanter kontrolü ve sipariş işleme faaliyetlerinin de aynı hız ve esnekliğe sahip olması, şirketlerin lojistiğe bakış açısının değişmesine neden olmuştur.

1990’lı yıllarda 3. parti lojistik firmalar ortaya çıkmış ve bu şirketler “önde giden lojistik organizasyonlar” olarak tanımlanmıştır. Bu şirketlerin kullanımı, 2000’li yıllarda gittikçe yaygınlaşmıştır. Gelişen küreselleşme ile birlikte şirketler arasındaki uluslararası rekabet, müşteri odaklı ürünlerin daha kısa sürede ve zamanında müşterilere teslim edebilmelerine bağlı hale gelmektedir. Lojistik, bu konuda rekabet avantajı sağlayan önemli bir parametredir. Özellikle Avrupa Birliği ve NAFTA; ülkeler arasında yapılan ticari anlaşmaların gelişmesine ve artmasına neden olmuştur. Elektronik ticaretin gündeme gelmesi, bu sistemin lojistiğin bir parçası olması sonucunu beraberinde getirmiştir. Özellikle EDI (elektronik veri değişimi),

internet, GPS (global positioning systems) gibi yeni bilgi teknolojilerinin gelişmesi sonucu lojistik alanında planlama yetkinlikleri gelişmiştir. Bilgi teknolojileri, lojistik ve fiziksel dağıtımın çok daha etkin ve hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. 1970'lerde, tedarik zincirindeki stokların ve hazırlanma zamanlarının azaltılmasına yönelik bir felsefe olan Tam Zamanında Üretimle (JIT production) birlikte, zamana duyarlı stratejilerin kullanımı yaygınlaşmıştır.

3.4 Lojistik Faaliyetler

Lojistiğin faaliyet alanı ve rolü son yıllarda çarpıcı bir şekilde değişmiştir. Geçmişte pazarlama ve imalat gibi temel fonksiyonları destekleyici bir rol oynayan lojistik, günümüzde ise geleneksel taşıma ve depolama faaliyetlerinin ötesinde satın alma, dağıtım, stok yönetimi, paketleme ve hatta müşteri hizmetlerini kapsayan disiplinler arası bir alan halini almıştır. Daha da önemlisi lojistik pasif konumdan sıyrılarak, şirketler arası rekabet avantajı sağlayan kritik bir etmen olarak, maliyet azaltıcı bir TZY fonksiyonu olmuştur. Lojistiğin temel hedefi, müşteri hizmetlerinde yüksek bir seviyeye ulaşılması, kaynak ve yatırımların optimum kullanımı ile rekabet avantajının yaratılmasıdır.

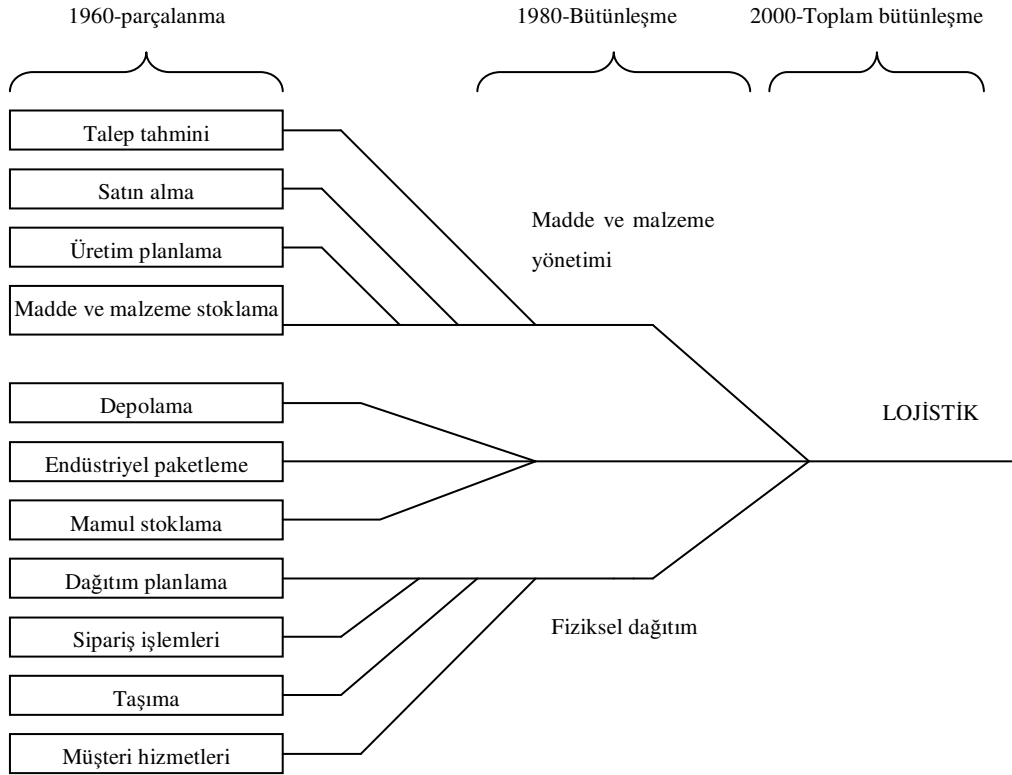
Ballou, İşletme Lojistiği isimli kitabında lojistik faaliyetleri anahtar faaliyetler ve destek faaliyetler olmak üzere iki kısma ayırmıştır. Ballou bu ayrımı yaparken işletmenin temel görevlerini yerine getirecek faaliyetleri anahtar faaliyetler, diğer faaliyetleri ise ana faaliyetlerin gerçekleşmesi için yapılabilecekler olduğu düşüncesi ile destek faaliyetler olarak ele almıştır. Anahtar faaliyetler olarak, müşteri hizmeti, taşıma, stok yönetimi, bilgi akışı ve sipariş sürecini, destek faaliyetler olarak ise depolama, materyal taşıma, satın alma ve ambalajlamayı kullanmıştır (Ballou, 1987). Lambert ve Stock, müşteri hizmetleri, ulaştırma, depolama operasyonları, sipariş süreci ve stok yönetimini lojistik faaliyetler olarak ele almışlardır. Bowersox ve Closs ise lojistik faaliyetler olarak talep tahmini ve sipariş yönetimi, taşıma, stok yönetimi, depolama ve ambalajlama faaliyetlerini kullanmışlardır (Bowersox ve Closs, 1996).

Aslında lojistiği oluşturan faaliyetlerin kavramsal gelişimini temelde üç kısma ayırmak mümkündür (Coyle vd., 1992). Şekil 3.3'den de anlaşılacağı gibi 1960'lı yıllarda lojistiği oluşturan faaliyetler ayrı ayrı yapılmaktaydı. 1980-2000 yılları arasında lojistik faaliyetler;

- Madde ve malzeme yönetimi
- Fiziksel dağıtım

şeklinde iki ana başlık altında toplanmıştır. 2000'li yıllardan sonra halen devam etmekte olan

bu süreçte bütün faaliyetler lojistik kavramı adı altında toplanmıştır.



Şekil 3.3 Lojistik kavramının gelişimi (Coyle, 1992)

Bu çalışmada, lojistik faaliyetler operasyonel faaliyetler ve operasyonel olmayan faaliyetler olarak ele alınmaktadır. Bu ayrım yapılırken; işlevsel özelliği olan lojistik faaliyetler operasyonel faaliyetler olarak değerlendirilirken, lojistiğin daha çok planlama, uygulama, denetim işlevleri olarak da kabul edilecek faaliyetleri ise operasyonel olmayan faaliyetler olarak değerlendirilmiştir. Taşımacılık türünün seçiminin modellenmesinde operasyonel faaliyetler dikkate alınmıştır. Operasyonel ve operasyonel olmayan faaliyetler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Lojistik faaliyetler

Operasyonel Faaliyetler	Operasyonel Olmayan Faaliyetler
1.Taşıma	1.Talep tahmini
2.Stok yönetimi	2.Müşteri hizmetleri
3.Depo yönetimi	3.Yer seçimi
4.Sipariş yönetimi	4.Üretim planlaması
	5. Satın alma
	6.Diğer faaliyetler

3.4.1 Taşıma

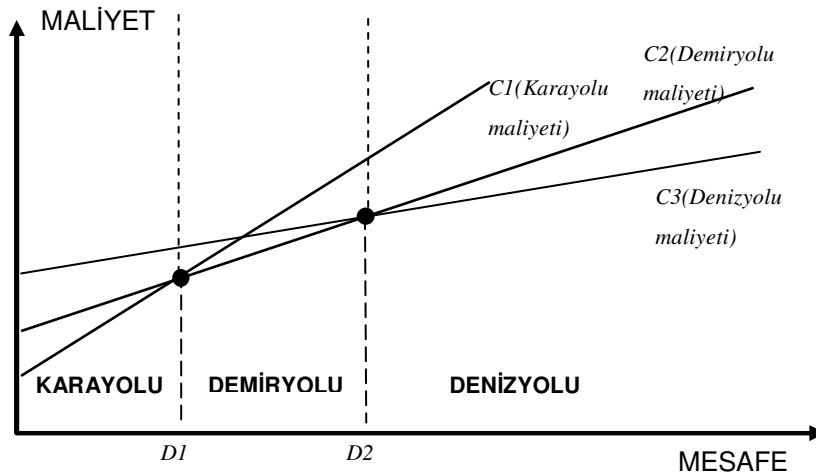
Lojistik, malzemeleri ihtiyaç duyuldukları yere ulaştırma işi olarak görülebilir ancak taşımacılık ile aynı şey değildir. Lojistik çok daha geniş kapsamlıdır, taşımacılık sadece lojistiğin önemli bir fonksiyondur. Lojistik; ağ tasarımı, bilgi akışı, stok ve depo yönetimi vb. gibi taşımacılığı kontrol altında bulunduran ve kuşatan bir çok faaliyetin koordinasyonunu gerektirmektedir (Bowersox, 1996).

Yük taşımacılığı dar anlamda bir nesnenin (eşya, ürün vb.) bir yerden başka bir yere nakli demektir, yani bu faaliyet nesnenin fiziksel hareketini içerir. Geniş anlamda taşımacılık, müşteri ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla üretilen malların ihtiyaç duyulan yerlere zamanında ulaştırılmasıdır. Taşıma faaliyeti, şirketlerin coğrafi olarak dağılmış operasyonlarının birleştirilmesini sağlar. Taşımacılık, hammadde tedarikçilerini, üreticileri, depoları, dağıtım kanallarını ve müşterileri birbirine bağlayan fiziksel bir faaliyettir. Bu faaliyet ürünlerin istenilen yerde ve istenilen zamanda olmasını sağlayarak işletmeye yer ve zaman katma değeri sağlar. Ayrıca taşımacılık, yüklere zaman ve mekan faydası kazandıracak şekilde yer değiştirmesini sağlayan bir hizmettir. Taşıma ile lojistik sistemde üretim noktasından tüketim noktasına kadar ürünlerin akışı sağlanmaktadır. Taşıma faaliyetinin önemli etmenleri şu şekilde sıralanabilir (Millen vd., 1999):

- Taşımanın şekli
- Dağıtım operasyonunun tipi
- Yükleme planlaması
- Rota planlaması

Taşımacılık sadece tedarikçiden tesise hareketi değil, depodan müşteriye hareketi de içerir. İşletmeler için taşıma, lojistik maliyetleri açısından lojistik yönetimi fonksiyonlarının en önemlisidir. Bütün lojistik faaliyetlere harcanan tutarın yaklaşık üçte ikisini taşıma maliyetleri oluşturmaktadır (Ballou,1987). Taşıma sisteminin şekli, taşıyıcıların seçimi, taşıyıcıların önceden belirlenmiş düğüm noktalarına göre kombinasyonu ve taşıma tarifeleri karmaşık bir yapı oluşturur. Bu nedenle lojistik yöneticisinin taşımacılık sistemi hakkında ayrıntılı bir bilgiye sahip olması gereklidir.

Taşımacılıkta lojistik anlayışının gelişmesi, çeşitli ulaşım alt sistemlerinden en verimli şekilde yararlanılması olanağını vermektedir. Bir ulaşım sistemi, farklı özelliklere sahip karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu, iç su yolu ve boru hattı gibi çeşitli alt taşımacılık sistemlerinden oluşur ve her biri ayrı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Her bir ulaşım alt sisteminin ekonomik koşullarda taşıdığı eşya türü, taşıma mesafesi ve çevresel özellikleri farklıdır. Örneğin demiryolları, yük taşımacılığında uzun mesafede, özellikle dökme yüklerde, kendi değeri ve zaman değeri düşük olan yük cinslerinde, kapıdan kapıya taşınma gereksinmesi öne çıkmayan, büyük miktardaki ve sürekli taşımalarda tercih edilmesi gereken bir taşıma türü olurken; kısa mesafeli, parça yükler, kırılabilir ve bozulabilir mallar, zaman değeri yüksek olan, kapıdan kapıya taşınması gerekli olan malların taşınmasında ise genellikle karayollarının kullanılması uygun olmaktadır. Şekil 3.4’de, mesafe-maliyet ve taşımacılık türleri arasındaki ilişki görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, kısa mesafeli taşımalarda karayolu, orta mesafeli taşımalarda demiryolu, uzun mesafeli taşımalarda ise denizyolu en ekonomik taşımacılık şekli olmaktadır.



Şekil 3.4 Mesafe-taşımacılık türü ve maliyet arasındaki ilişki (Beresford, 1999)

Tüm dünyada son yıllarda görülen genel yaklaşım, taşımacılığı tek bir bütün olarak ele alıp,

aynı taşımacılıkta her ulaşım sisteminden en etkin şekilde yararlanma yoluna gitmektir. Kombine taşımacılık, bir yükün çıkış noktasından itibaren birden fazla taşımacılık sistemi kullanılarak müşteriye ulaştırılmasıdır. Böylece, taşımacılıkta etkinliği olanaklı hale getirirken, diğer taraftan ulaştırma türleri arasında dengeli dağılım sağlanmaktadır. Kombine taşımacılıkta yaygın olarak kullanılan taşımacılık sistemi kombinasyonlarından bazıları şöyledir:

- Denizyolu-demiryolu-karayolu
- Denizyolu-karayolu (Ro-ro taşımacılığı)
- Karayolu-demiryolu

3.4.2 Stok Yönetimi

Üretim ve tüketim noktalarının birbirinden ayrı olması, üretim ve tüketim sürecinde dolaylı ya da dolaysız olarak yer alacak tüm fiziksel varlıkların elde bulundurulmasını zorunlu kılar. Stoklar, taşıma, üretim ve işletme operasyonları arasında ekonomik ve etkili sistem kurulmasını sağlayan bir tampon görevi taşırlar. Tedarik veya üretim yoluyla elde edilen, kullanılmadan veya müşteriye arz edilmeden önce az veya çok belirli bir süre bekletilen mal miktarına stok denilmektedir. Sipariş üzerine çalışan küçük ölçekli işletmelerde stok bulundurmaya pek fazla gerek olmaz. Zira sipariş alındıktan sonra hammadde ya da malzemeler tedarik edilir ve ürün üretildiğinde müşteriye derhal teslim edilir. Üretim sistemi büyüdükçe, hele ürün çeşidi arttıkça tedarik, talep ve ürüne ilişkin etmenlerdeki belirsizlik ve aralarındaki ilişkinin karmaşıklığı stok bulundurmayı zorunlu kılar.

Ürünler, üretildikleri yerde ve sahada, çeşitli yerlerde yani müşteriye yakın, hatta müşteri tesislerinde muhafaza edilebilirler (Collins vd., 2001). Muhafaza edilen mamül, sistemin talepteki, çıktılardaki veya beklenmeyen değişimlerine cevap vermek için kullanılır ve sistemin etkin operasyonu için kritiktir.

Stok yönetimi, hammaddeden en son tüketiciye kadar sürecin herhangi bir anında yer alan fiziksel varlıkların planlanması ve kontrol edilmesinden sorumlu lojistik alt fonksiyonudur. Stok yerine literatürde çoğu zaman envanter kavramı da kullanılmakla beraber, envanterin muhasebe alanında kullanımından doğan sorunlar için tez çalışmasında stok kelimesi kullanılacaktır.

Stok, işletmeler için kar sağlayan önemli etkinliklerden birisi ve aynı zamanda önemli bir sermaye kullanım şeklidir. Firmalar finansal yönden; stok, tedarik, satışlar ve üretim arasında uygun bir denge kurmak zorundadırlar. Eldeki stok düzeyinin yüksek veya az olmasının yararları ve zararları vardır. Eldeki stok düzeyinin düşük olması, işletmeleri stok tükenmesi

ile karşı karşıya bırakır. Bu durum tüketici doyumsuzluğuna ve satışlarda kayıplara neden olur. Ayrıca stok noksanlığı, özellikle hammadde stoklarının azlığı sebebi ile üretim sisteminde gecikmelere ve hatta üretimin durmasına neden olur. Stok fazlalığının işletmeye olan maliyeti, stokların finansman gideri, depolama ve saklama gideri, stok hizmet gideri, sigorta gideri, çalınma gideri gibi giderlerin toplamı olacaktır. Ayrıca belirtilen maliyetlerin dışında fırsat maliyeti de denilen ve başka bir alanda yapılabilecek yatırımdan kazanılabilecek kaybı ifade edilen kalemin de gider toplamına eklenmesi gerekmektedir.

Farklı işletmeler farklı tip stoklara sahiptirler. Ancak, işletmelerin stok yapıları ve süreçleri ne kadar farklı olursa olsun stok yönetiminde temel amaç, en iyi müşteri hizmetini karşılamak, üretim operasyonlarının en düşük maliyetle gerçekleşmesini sağlamak ve en düşük stok yatırımı ile çalışmaktır. Dolayısı ile aslında stok yönetimi, bir işletme açısından başarımlı ölçütüdür. Stoklar sistemi belirsizlik durumuna karşı koruyarak müşteri hizmetini arttırmaya yardımcı olurlar. Talebin stok miktarını aşması ya da talebin tam olarak tahmin edilememesi gibi durumlarda, firmalar iki seçenek ile karşı karşıya kalırlar. Bu seçenekler, ya stok bulundurmama maliyetine katlanma (bunun sonucunda müşteri güveni kaybı, pazar kaybı gibi maliyetler ortaya çıkar) ya da güvenlik stoğu bulundurmaktır. Genel olarak, bir stok planı önceden tahmin edilen gereksinimlere dayanır ve ürünün özelliklerine göre farklı stok stratejilerini içerebilir. Genel olarak stoklar, iki grup içinde sınıflandırılabilir: tahmini gereksinimlere göre belirlenen ve temel mevcutluğu sağlayacak olan aktif stoklar ve tahmin edilen miktarı aşan talebi ve beklenmeyen durumları karşılayan güvenlik stokları. Aktif stoklar, belirli devrelerde sipariş edilen ve mevcut talebi o devrede karşılamak için elde bulundurulan stoklardır. Diğer bir deyişle aktif stok iki sipariş arasındaki sürede ortalama talebi karşılamak için bulundurulan stoklardır. Güvenlik stoğu, normal koşullar altında oluşabilecek dalgalanmaları karşılamak ve stok tükenme giderini en aza indirmek amacı ile oluşturulur (Stock vd., 1999). Yani elde bulundurulan fazla stoklara güvenlik stoğu adı verilir. Güvenlik stoğu bulundurmama, işletmeler için katlanılması güç dalgalanmalara sebebiyet verebilme olasılığı nedeniyle, işletmeler emniyet stoğu olarak da isimlendirilen güvenlik stoğu bulundurmaya tercih ederler.

Bir firmanın güvenlik stoğu politikası, elde bulundurmanın önemli bir özelliğidir. Güvenlik stokları, tahmin hatalarını ve baz stok yenileme teslim gecikmelerini gidermek için kullanılır. Genel bir kural olarak, stok tükenmesinden korunma isteği ne kadar artarsa, gereken güvenlik stok miktarı da o kadar artmaktadır. Buna bağlı olarak, güvenlik stoklarının büyük miktarda olması, genel olarak, ortalama envanterin daha fazla olması anlamına gelmektedir. Çeşitliliğin

çok fazla olduğu durumlarda, güvenlik stoğu miktarı, firmanın ortalama stok miktarının yarısını oluşturabilir.

3.4.3 Depo Yönetimi

Stokların saklanması ve korunması için yeterli büyüklük ve nitelikte yerin sağlanması lojistik ve stok kontrolünde önde gelen şarttır. Depolama, kabaca hammaddelerin, yarı ürünlerin ve bitmiş ürünlerin fiziksel olarak belirli bir alanda tutulması sürecidir. Depolama süreçleri, göndericiden eşyaların alınması ve bu işlerin organizasyonu ile başlamaktadır. Hammade ya da yarı mamulün depoya girmesi, fiziksel depolamanın gerçekleştirilmesi, ambalajlama-etiketleme-konsolidasyon işlemlerinin yanısıra dağıtım öncesi son kontrollerinin yapılması ve depolanıp son kullanıcıya uygun şekillerde ulaştırılması, depolama süreçlerinin temel halkalarını oluşturmaktadır. Malzemelerin elleçlenmesi, ambalajlanması ve depolanması sırasında güvenlik, koruma ve maliyet etmenleri ön plandadır. Gerek tedarik sistemlerinden işletmeye, gerekse işletme içi dağıtım sistemlerinde, sürekli bir malzeme hareketi bulunmaktadır.

Depo yönetiminde temel amaç, etkin maliyet düzeyi ile çalışabilmek ve müşteri hizmet seviyesini arttırmaktır. Depolama, beklenmedik zamanda ve istenilen nicelikteki talebi anında karşılayabilme olanağı sağladığı için fiziksel dağıtımda gereklilikten çok ekonomik bir güvence olarak kabul edilmektedir. Depo fiziksel bir birim olarak düşünüldüğünde durağan, işlevleri açısından bakıldığında devinimsel bir yapıya sahiptir. Ürünlerin depoya getirilmesi, yerleştirilmeleri ve depodan yollanmaları sırasında birçok eylem söz konusu olmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde depolamanın aslında devinimsel bir süreç olduğu görülmektedir.

Müşteri istek ve ihtiyaçlarına uygun depo seçimi, eşyaların stoklanması, istenilen zaman, miktar ve kalitede dağıtımların gerçekleştirilmesi depo yönetimindeki temel sorumluluk alanlarıdır. Depo yönetiminde siparişlerin düzenli takibi için örneğin; kara ve hava taşımacılığında sıklıkla kullanılan eşya takip sistemlerine (bar-kod vb.) sahip olma, bilgisayar ve internet olanakları ile müşterileri sürekli bilgilendirme ve böylece onlarla sağlıklı ve düzenli bir iletişim içinde olunması, hizmet kalitesini yükseltici etmenlerdir (Çancı, 2003).

Lojistikte depolama, JIT'in sıfır stok (veya sıfıra yakın stok) amacı ile doğrudan ilişkilidir. Depolar işlevlerine göre çeşitli sınıflara ayrılır. Her türlü ürünün saklanabileceği genel amaçlı depolar; bozulabilirlik oranı yüksek meyve, sebze, dondurulmuş yiyecekler, bazı kimyasal maddeler ve ilaçların bulunduğu soğuk hava depoları; buğday, tütün, pamuk gibi dış etmenlerde kolaylıkla etkilenebilecek özellikteki ürünler için uzmanlaşmanın gerektiği özel

depolar, ev eşyaları veya mobilyalar için tasarlanmış depolar başlıca depo tipleridir. Ayrıca antrepolar ve yeddiemin depoculuğu da özel depolama sistemleri olarak değerlendirilmektedir. Antrepo, mal ve eşyanın miktar, kalite ve özelliklerinin incelenip, kıymet tespiti yapıldığı ve uygun şartlarda korumanın gerçekleştirildiği, Gümrük Kanunu ile Gümrük Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen özellikleri taşıyan yerleri ifade eder.

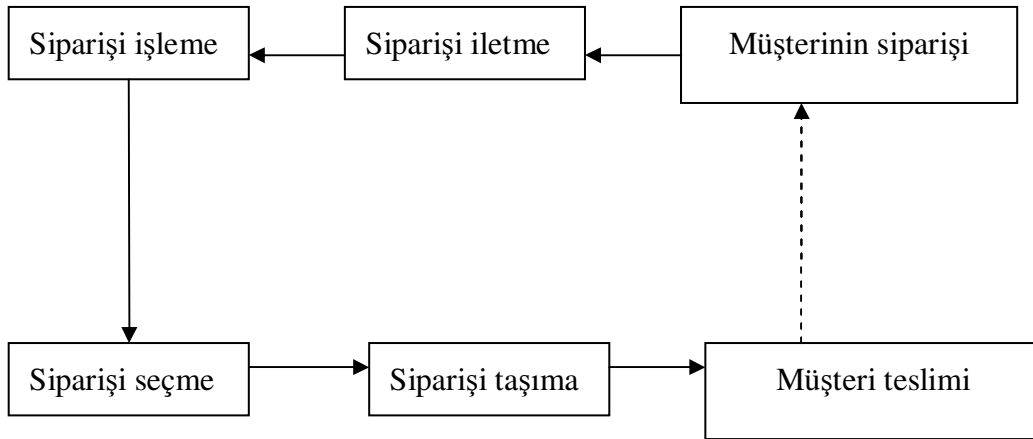
3.4.4 Sipariş Yönetimi

Sipariş, üretim sisteminin ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin en uygun fiyat ve kalite ile güvenilir kaynaklardan temin edilmesinin, yani sipariş edilen ürünün neden olduğu maliyettir. Sipariş işlerinde lojistik açıdan en önemli olay, müşteri siparişlerinin yerinde ve zamanında müşteriyi memnun edecek bir sonuçla teslim edilmesidir.

Sipariş işlemi öncesinde yapılan başlıca işlemler şunlardır:

- Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi
- Sözleşme görüşmeleri
- Fiyat, kalite ve hizmet karşılaştırılması
- Satın alınan malları alım şeklinin belirlenmesi
- Satın almanın zamanlanması
- Sözleşme koşullarının belirlenmesi

Sipariş süreci, Şekil 3.5'den de anlaşılacağı gibi bir döngü oluşturmaktadır.



Şekil 3.5 Sipariş süreci (Ghiani vd., 2003)

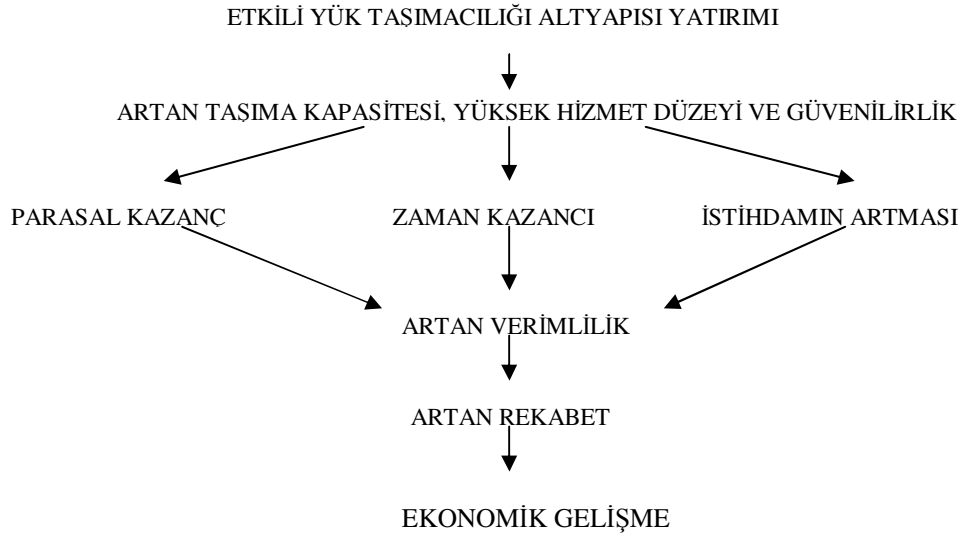
Sipariş yönetimi, müşteri siparişlerinin istenen yerde ve istenilen zamanda teslim edilmesi ile ilgili faaliyetleri içerir. Sipariş yönetimi bazı ek masraflar gerektirse bile, oluşturulacak

güvenilir sipariş zinciri taşımacılık maliyetlerini azaltabilir. Günümüzde sipariş işleme süreçleri artık internet üzerinden verilmektedir. Bu durum, siparişin önceden planlanması ile en uygun taşıt planlamasına olanak vermektedir.

4. YÜK TAŞIMACILIĞI SİSTEMİ VE YÜK TAŞIMACILIĞINDA TÜR SEÇİMİ

4.1 Yük Taşımacılığı Sisteminin Genel Yapısı

Yük taşımacılığı, bir ülke için çok önemli bir ekonomik etkinliktir. İşlenmemiş ürünlerin üretim yerinden (maden, çiftlik, vb.) işleme tesislerine (fabrika, vb.) taşınması, daha sonra buralardan alınıp dağıtım merkezlerine ya da doğrudan toptancıya götürülmesi ve son olarak tüketiciye taşınması, kabaca yük taşımacılığının adımlarını göstermektedir. Şekil 3.1’de yük taşımacılığının ülke ekonomisine etkisi, şematik olarak görülmektedir.



Şekil 4.1 Yük taşımacılığının ülke ekonomisine etkisi (Abdelwahab vd., 2006)

Bazı açılardan yük hareketi yolcu hareketi ile benzer karakteristiklere sahip olsa da, yük taşımacılığının kendine özgün farklılıkları vardır. Yük ve yolcu taşımacılığı arasında karşılaştırma yapılırsa genel anlamda ortak noktalar şunlardır:

1. Yolcu ve yük taşımacılığının ikisi de taşıtlara bağımlıdır,
2. Haftanın günleri ve mevsimler içinde zirve değerlere sahiptirler
3. Yük ve yolcu taşımacılığı, ekonomik etkinlik ile ulaştırma hizmetinin düzeyine duyarlıdır.

Bununla birlikte yük ulaşım talebinin tahmininde kullanılan modellerin teorilerinin ve formülasyonlarının seçimini etkileyen bazı farklılıklar söz konusudur. Bunlar:

1. Yüklerin hareketi için değişik türde taşıtlara ve daha özgülleşmiş servis ve donanımlara gereksinim duyulur,
2. Yük hareketi için yaratılan talep, tüketim yerlerinin gereksinimlerine bağlı olarak ortaya çıkar , yolcu taşımacılığında bu durum söz konusu değildir.

3. Yüklerin hareketi sanayi, tarım, ticaret, ulaşım ve teknoloji ile ilgili değişik özel ve kamu firmalarını içeren daha fazla ekonomik etkinlik ile ilgilidir,
4. Yük hareketi dışsal ekonomik etkilere daha duyarlıdır ve yönetim ya da firmanın politika ve kararlarıyla daha çok ilişkilidir.

Bu nedenle, yük taşımacılığı talebinin analizi için kapsamlı bir modelin geliştirilmesi yolcu taşımacılığına göre daha zordur. Yük hareketlerinin modellenmesinin bir başka zorluğu da talep anazinin karmaşıklığıdır. Yük taşımacılığı talebi mekansal, fiziksel, ekonomik ve sosyal etmenlerin bir kombinasyonudur ve bu durum, kaynakların dağılımında heterojenliğe neden olmaktadır.

Yük taşımacılığı talebi, özel ekonomik etkinliklerin sonucunda oluşmaktadır. Bu etkinlikler şunlardır:

- Çeşitli sektörlerde bölgesel ekonominin büyümesi veya yapısal değişimi (Örneğin yeni üretim tesislerinin inşası, doğal kaynakların geliştirilmesi vb.)
- Ekonomik düzenlemelerdeki, yönetim politikasındaki ya da yük tüketimindeki değişimler (Örneğin ithalat-ihracat politikasındaki ayarlamalar, hammadde fiyatlarındaki değişimler ve sanayideki teknolojik yenilikler vb.)
- Nüfusun ve yüklerin değişik coğrafik bölgelere dağılımındaki değişimler (Örneğin yeni bölgelerin oluşması, yeni kentlerin kurulması vb.)

Bu etkinliklerin tümü, yük ulaşım talebinin analizinde birçok ekonomik etmenin araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ekonomik talep teorisine göre, yük ulaşımı bir üretim faktörüdür. Firma üretim, depolama ya da tüketim tesisinin yerinin seçimi ya da ulaşım servislerinin temini konularında, kârını maksimize etmek ya da toplam maliyetini minimize etmek amacıyla kararlar verecektir. Bunun sonucu olarak, talep tahminleri yapılırken firmanın karşı karşıya olduğu üretim, dağıtım ve yerleşim problemleri gözönüne alınmalıdır.

Yük talep tahmini modellerinin çoğunda gelecekteki kısa vadeli lojistik tercihler yapılır. Bu tercihler genellikle üretim noktasındaki üretim miktarı, tüketim noktasındaki tüketim miktarı, taşımanın hangi taşımacılık türü ya da kombinasyonu ile yapılacağı, ne miktarda taşıma işlemi yapılacağı, hangi güzergahların izleneceği gibi kısa dönemli lojistik tecih ile ilgilidir.

4.2 Yük Taşımacılığı Türleri

Taşıma dar anlamda bir nesnenin (eşya, ürün, yük veya mal) bir yerden başka bir yere nakli demektir. Geniş anlamda taşımacılık, müşteri ihtiyaçlarının giderilmesi amacı ile üretilen ürünün ihtiyaç duyulan bölge ve merkezlere zamanında ulaştırılmasıdır. Bu yönüyle taşımacılık, ulaştırma sürecinin yanında yükün taşınması için gerekli araçların (yük, taşıma

aracı, sürücü, gümrük, vb.) hazırlanmasından müşteri deposuna teslimine kadar, çeşitli hizmetleri de içeren daha kapsamlı ve karmaşık bir sistem haline gelmiştir. Bu karmaşık sistem, lojistik zincirinin adımlarını oluşturmaktadır.

Taşıma sistemi içerisinde yer alan karayolları, demiryolları, denizyolları, iç su yolları ve boru hatları, somut ve görünür ulaştırma ağlarını ifade etmektedirler. İki nokta arasındaki alternatif yollar ise rota/güzergah adını almaktadır. Taşıma sisteminde bir ulaşım ağı içerisinde bir çok yol ve rotanın kesiştiği ara noktalar ve merkezler bulunmaktadır. Taşıma terminalleri olarak adlandırılan bu merkezlerde taşımacılık hizmetleri (yükleme, indirme- boşaltma, elleçleme, depolama, vb.) ve aktarma işlemleri yapılmaktadır.

Yük taşımacılığı sistemi çok kapsamlı bir sistem olduğu için, tüm bileşenlerinin tanımlanması doktora tezi çalışmasının kapsamının dışına çıkmaktadır. Bu bölümde, tez çalışması konusu ile yakından ilgili yük taşımacılığı sistemi bileşenleri tanıtılacak ve sınıflandırılacaktır.

4.2.1 Yük Taşımacılığının Kullanılan Taşıyıcıya Göre Sınıflandırılması

Yük taşımacılığında ulusal ve uluslararası taşıma hizmeti veren işletmeler başlıca dört kategoride sınıflandırılmaktadır (Coyle vd., 1992):

1. Genel taşıyıcılar
2. Sözleşmeli taşıyıcılar
3. İstisnai taşıyıcılar
4. Özel taşıyıcılar

Genel taşıyıcılar, taşıyıcı tipleri arasında ekonomik yönden en düzenli olanıdır. Büyük lojistik firmaları, genel taşıyıcılar kategorisinde hizmet vermektedirler. Bu tip firmaların birçok ürün tipini taşıyabilmelerini sağlayan özel donanımlı araç filoları bulunmaktadır.

Sözleşmeli taşıyıcılar, genel hizmete açık olmayan ,özel anlaşmalar yaptıkları belirli firmalar için çalışan kiralık taşıyıcılardır. Sözleşme hükümleri genel olarak ücret, sorumluluk, hizmet özellikler, donanım gibi hususları kapsar. Taşıma ücretleri genel taşıyıcılara göre daha düşüktür. Sözleşmeli taşıyıcılar genel hizmet vermedikleri için kanalize oldukları sektör ile hizmetlerini biçimlendirebilirler. Bu nedenle genel maksatlı araçlara sahip değildirlir.

İstisnai taşıyıcılar, yasal düzenlemeler dışında kalan kiralık taşıyıcılardır. Taşıma ücretleri ve hizmet özellikleri tamamiyle rekabet koşullarına göre belirlenir. Sayıları ve faaliyet alanları kısıtlıdır. Bu tip taşıyıcılar, küçük ölçekli firmalara hizmet etmektedirler. İstisnai taşıyıcılar,

ancak sadece bu tip taşıyıcıların mümkün olduğu bazı ürünler için belirgin tercih olmuşlardır. Taşıdıkları ürüne ve faaliyet gösterdikleri alana göre sınıflandırılırlar. Ucuz olmaları tercih edilme nedenleri olsa da, sanayi ürünleri için geçerli hizmet veremezler.

Özel taşıyıcılar; üretici firmanın kendi iç imkanları ile taşıma hizmeti vermesidir. Bu taşıyıcılar kiralık taşıyıcılar değildirler ve hiç bir yasal düzenlemenin kapsamına girmezler. Bir işletmenin özel taşımacılığa yönelmesinin nedeni, maliyet ve hizmettir. Kiralık taşıyıcıların ücretlerinin artması, taşıma maliyetlerini kontrol için firmaları özel taşımacılığa yönlendirebilir. Özel taşımacılığın tek sakıncası, malı teslim eden aracın geriye boş dönmesidir. Bu sorun genellikle işletmelerin kendi bünyelerinde taşımacılık şirketleri kurması yöntemiyle aşılmaya çalışılmaktadır.

4.2.2 Yük Taşımacılığının Taşıma Şekline Göre Sınıflandırılması

Yük taşımacılığında, aracın taşıdığı ürün çeşidine ve aracın doluluk oranına göre yük taşıma şekilleri başlıca iki grupta toplanabilir:

1. Tam araç taşımaları (FTL-Full truck load)

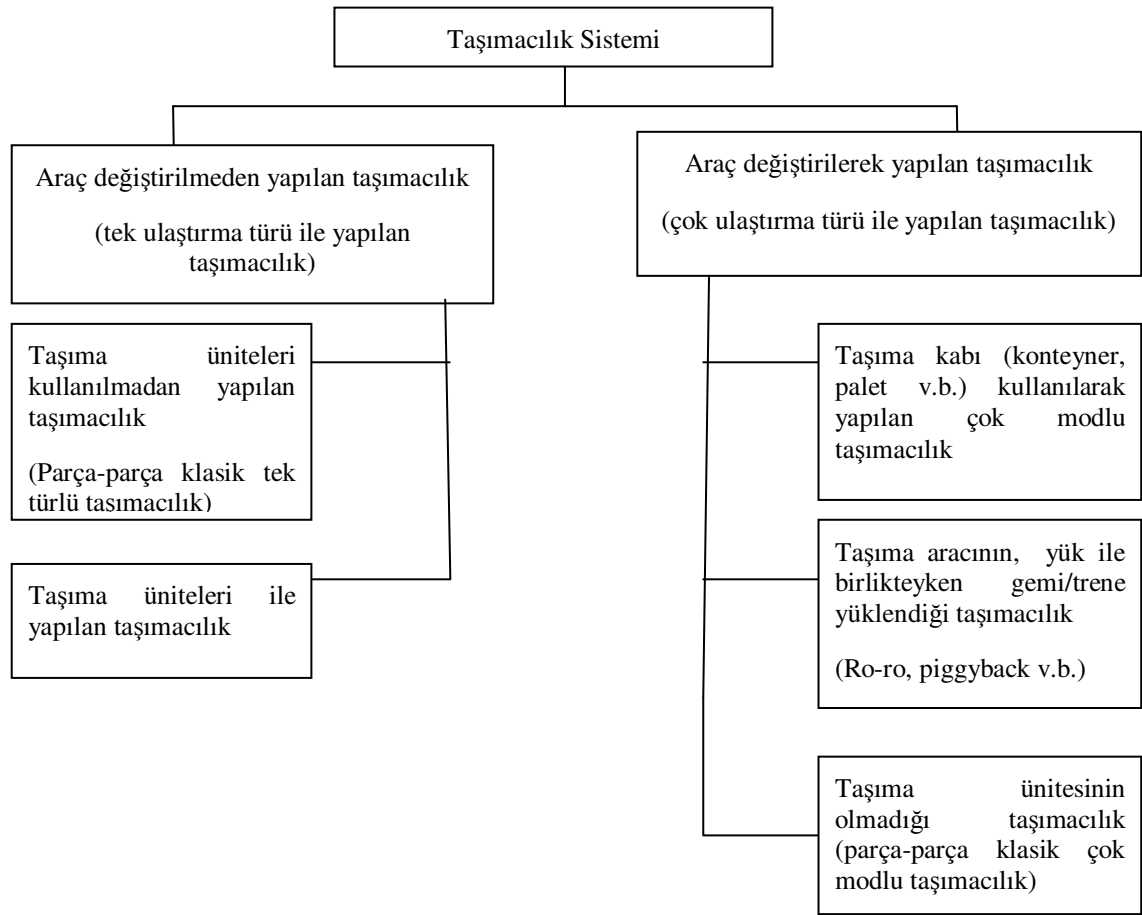
Taşınamak olan ürün, hacmi ve ağırlığı esas alınarak ancak bir araca yüklenebiliyor veya özel şartlar altında taşınması gerekiyor ise, araç sadece o ürünü yükler ve hareket eder. Bu tip taşımalara komple araç taşımaları denir.

2. Parçalı (Groupage) araç taşımaları (LTL-Less truck load)

Taşınamak ürün bir aracı komple dolduramayacak nitelikte ise ve ürün birden fazla firmanın ürünü ile bir araya getirilerek taşınıyor ise bu tip taşımaya parsiyel taşıma denir. Bu taşıma sisteminde, taşımacı firmalar ürünleri, değişik bölgelerde, kendilerinin veya acentalarının depolarına küçük ara taşıma araçları ile toplamaktadırlar. Toplanan ürünler büyük araçlara yüklenerek ana taşıma yapılmaktadır. LTL taşımada, ara taşıma yapılması sebebi ile taşımanın süresi FTL taşımaya göre daha uzundur. Ayrıca aktarma olması sebebi ile de ürünün kaybolma ve hasar görme riski daha fazladır.

4.2.3 Yük Taşımacılığının Kullanılan Taşımacılık Sistemine Göre Sınıflandırılması

Bir ürünün bir yerden başka bir yere taşınmasında, doğrudan tek bir taşımacılık türü kullanılabildiği gibi, birden fazla taşımacılık türünün entegrasyonu ile de taşıma işlemi gerçekleştirilebilir. Kullanılan taşımacılık sistemine göre yük taşımacılığının sınıflandırılması, Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2 Kullanılan taşımacılık sistemine göre yük taşımacılığının sınıflandırılması (FHWA raporu, 1996)

Yükün tek taşıma türü kullanılarak taşınmasına “tek ulaştırma türü ile yapılan taşımacılık” denir. Lojistik anlamda, tek bir sistemin kullanılması, işlem ve prosedür sadeliğini sağlasa da bu taşıma şekli her zaman verimli olmayabilir. Bir ürünün uluslararası veya ülke içinde bir yerden bir yere taşınmasında kullanılan taşımacılık türleri şunlardır:

- Karayolu Yük Taşımacılığı,
- Demiryolu Yük Taşımacılığı,
- Denizyolu Yük Taşımacılığı,
- Havayolu Yük Taşımacılığı,
- İç Su Yolu Yük Taşımacılığı,
- Boru Hattı Taşımacılığı

Bu taşımacılık türlerinin her biri, yük taşımacılığının birer alt sistemi olarak adlandırılırlar. Taşımacılık alt sistemleri özellikleri göre Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1 Taşımacılık alt sistemlerinin özellikleri (Roberts vd., 1981)

Ölçüt	Karayolu	Demiryolu	Denizyolu	Havayolu
Hız	Yüksek	Düşük	Düşük	Çok yüksek
Kapıdan kapıya iletim	Çok yüksek	Düşük	Çok düşük	Düşük
Güvenilirlik	Çok yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek
Güvenlik	Yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek
Erişebilirlik	Çok yüksek	Düşük	Çok düşük	Düşük
Enerji tasarrufu	Düşük	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok düşük

Çok türlü taşımacılık ise, bir taşıma faaliyeti için farklı taşıma türlerinin entegrasyonuna yönelik bir sistemdir. Farklı taşıma türleri uzun yıllardır var olmasına karşılık, çok türlü taşımacılık son yılların yük taşımacılığındaki en önemli gelişmelerinden biridir.

4.2.3.1 Karayolu Yük Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı, yük taşımacılığında üretim ve tüketim noktaları arasında aktarmasız bir ulaşım olanağı vermesi, taşıma kapasitesi ve güzergah seçiminde esneklik sağlaması, parça yüklerin daha kolay ve belli mesafelere kadar daha hızlı taşınabilmesi sebebi ile, diğer taşıma türlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Bu özellikleri yanında, genelde aktarmalı taşımının söz konusu olduğu demiryolu, denizyolu ve havayolu taşımalarında tamamlayıcı bir tür olması sebebi ile de tüm dünyada karayolu taşımacılığı diğer taşıma türlerine göre daha hızlı bir gelişme göstermiştir.

Karayolu taşımalarının belirtilen avantajlarına karşılık, petrole dayalı enerjiyi kullanmasından kaynaklanan hava kirliliğine sebep olması, trafik kazalarının getirdiği büyük manevi ve maddi kayıplar, meydana getirdiği gürültü kirliliği, kentlerde yaşanan trafik tıkanıklıkları, çok büyük miktarlardaki yüklerin taşınmasında karayolu nakil araçlarının boyutlarının yetersizliği ve bu nedenle çok fazla aracın yola çıkması, kıtalararası taşımalarda ve denizaşırı yük iletiminde karayolunun kullanılamaması, ufak miktarlarda yük taşınabildiğinden birim taşıma maliyetinin yüksek olması, ülkelerarası taşımalarda politik ortamdan kaynaklanan problemler karayolu taşımacılığının en büyük dezavantajlarıdır. Ayrıca mesafe başına taşınan yük

kıyaslaması yapıldığında, karayolu taşımacılığının ortalama olarak demiryolundan 5, denizyolundan 25 kez daha pahalı olduğu ortaya çıkmıştır (www.und.org.tr).

Türkiye’de ABD’nin Marshall yardımının desteği ve 1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü’nün kurulması ile karayolları hızlı gelişme durumuna girmiştir. 1950 yılından sonra en pahalı taşıma türü olan karayolu taşımacılığını destekleyen politikalar, her hükümet döneminde devam ederek Türkiye’de ulaşım karayoluna bağımlı hale getirilmiştir. Böylece günümüzde yurtiçi yük taşımacılığı, yaklaşık %92 karayolu oranı ile dengesiz ve pahalı bir yapıya dönüşmüştür. Bu olumsuz gelişmenin sık sık gündeme karşın, durum değişmemekte hatta daha kötüye gitmektedir. Çizelge 4.2’ de 1950-2002 yılları arasında Türkiye’de yük taşımacılığında taşımacılık türlerinin kullanılma oranları görülmektedir.

Çizelge 4.2. Türkiye’de Ulaştırma türlerinin yurtiçi yük taşımasındaki payları (DİE İstatistikleri, 2001-2002)

Yıllar	Karayolu %	Demiryolu %	Denizyolu %	Havayolu %	Toplam Ton- km(milyar)
1950	17,1	55,1	27,8	-	5,6
1960	38,0	48,0	14,0	-	9,7
1970	65,7	21,6	12,7	-	28,2
1980	73,6	10,4	15,9	0,1	49,6
1989	81,6	9,5	8,8	0,1	81,4
1995	92,5	7,1	0,2	0,2	121,7
1996	93,0	6,8	0,0	0,2	133,0
1998	94,6	5,3	0,0	0,2	161,0
1999	89,9	5,0	4,9	0,2	167,9
2000	89,9	5,5	4,4	0,2	179,7
2001	90,5	4,5	4,8	0,2	167,4
2002	91,6	4,1	3,5	0,2	164,1

Yük taşımacılığında kapıdan kapıya taşımaların kaçınılmaz sonucu olarak tüm olumsuzluklarına rağmen karayoluna gereksinim bulunmaktadır. Ulaştırma bir bütün olduğundan ülke hedefleri, gereksinimleri ve potansiyelleri ile örtüşecek biçimde ulaşım türlerinin birbirinin rakibi olmadan, birbirini besleyecek ve tamamlayacak şekilde

bütünleşmesi gerekmektedir.

4.2.3.2 Demiryolu Yük Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı, kitlesel yük taşımacılığında, denizyolu ile birlikte en etkili taşıma türü, denizden yararlanma olanağının bulunmaması durumunda tek seçenek konumunu kazanmaktadır. Enerjiyi verimli ve dışa bağımlı olmaksızın kullanabilmesi ve özellikle çevre dostu olması demiryolunun en büyük kozunu oluşturmaktadır. Demiryolu ile büyük miktarlarda yük taşımak mümkündür. Demiryolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığından sonra en ucuz ulaşım şeklidir. Özellikle kara taşımacılığındaki en ucuz taşımacılık türü demiryoludur. Ayrıca demiryolu ile kaza oranı, karayoluna oranla oldukça azdır.

En eski ulaşım türlerinden biri olan demiryolu taşımacılığı, diğer taşıma türlerine oranla zaman içinde daha az gelişmiştir. Özellikle taşıma maliyetindeki büyük avantajına rağmen altyapı maliyetinin büyüklüğü, bu gelişmedeki olumsuz etkenlerden olmuştur. Ayrıca özellikle zaman değeri yüksek olan yükleri demiryolu ile taşımak mümkün değildir. Demiryolları esas itibarıyla uzun mesafeli, düşük değerli, büyük miktardaki malların taşınmasında tercih edilir. Demiryolu taşımacılığının en büyük dezavantajlarından birisi de erişilebilirliğinin düşük olmasıdır. En fazla demiryolu ağına sahip olan bir ülkede bile her müşteriye ulaşma imkanı kısıtlıdır.

4.2.3.3 Denizyolu Yük Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı, günümüz ekonomilerinin temel taşıdır. Kıta ve ada ülkeleri için çoğu zaman alternatifi olmayan bir taşımacılık tipidir. Denizyolu taşımacılığı ülkeler arası politik sorunlardan, diğer taşımacılık sistemlerine göre daha az etkilenir. Taşımacılık türleri arasında çevreyi en az kirletmesi, yolcu-km ve ton-km başına tükettiği enerjinin en az olması, bakım onarım kolaylığı ve yatırım maliyetinin düşük olması, diğer büyük avantajlarıdır. Taşımacılık türleri içerisinde birim maliyeti en düşük ve en güvenli, büyük hacimli/kitle tipi (bulk) ürünler için (tahıl, kömür, petrol vb.) en uygun taşımacılık türü denizyolu taşımacılığıdır. Dünya ticareti içerisinde yük taşımacılığının %80'den fazlası denizyolu ile yapılmaktadır. AB ülkelerinin dış ticaretinin %70'i, iç ticaretinin ise %41'i denizyolu ile gerçekleştirilmektedir. Denizyolu taşımacılığı, havayoluna göre 22, karayoluna göre 7, demiryoluna göre 3,5 kat daha ucuz olmasından dolayı dünyada en çok tercih edilen taşımacılık şeklidir (Orhan, 2003). Bu taşımacılık türünde kural ve yönetmelikler uluslararası örgütler tarafından oluşturulmakta ve sistem ulusal normlardan çok uluslararası normlara göre

işletilmektedir.

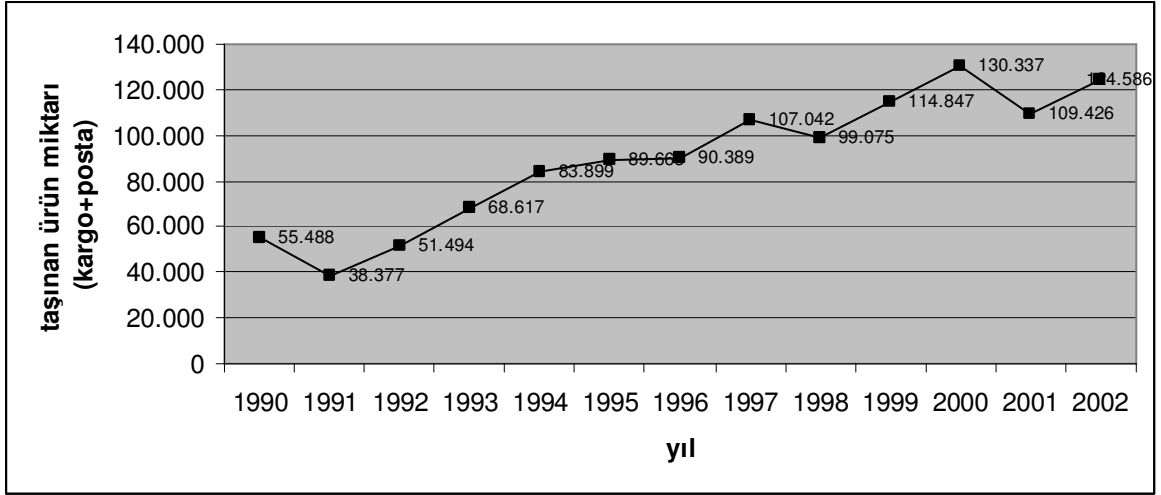
Denizyolu taşımacılığı, mesafe başına taşınan yük bakımından avantajlı olmakla birlikte oldukça yavaş bir taşımacılık tipidir. Ayrıca doğa koşullarından en çok etkilenen taşıyıcılar denizyolu taşıyıcılarıdır. Erişebilirlik açısından, kıyı bölgelerden uzak üretim birimleri için kombinasyon gerektirdiğinden genellikle tercih edilmez. Denizyolu taşımacılığında kullanılan gemiler genelde çok pahalıdır ve büyük yatırımlar gerektirir.

Türkiye’de denizyolu taşımacılığı, dış ticaret taşımalarında %86,7 oranında kullanılmaktadır. Türkiye’nin üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen ülke içi taşımalarda (kabotaj) denizyolu taşımacılığı yok denecek kadar azdır.

4.2.3.4 Havayolu Yük Taşımacılığı

Sosyo-ekonomik gelişmeler, dünya ticaret hacmindeki artışlar, küreselleşme, insanların konfora ve zamana daha fazla kıymet vermeleri gibi sebeplerle havayolu yolcu ve kargo taşımacılığı son yıllarda hızla gelişen taşıma türü olmuştur. Yapılan tahminlere göre, bu gelişmenin süreceği beklenmektedir.

Havayolu taşımacılığının temel işlevi yolcu taşımaktır. Yük taşımacılığında havayolu taşımacılığı çok hızlı bir gelişme gösterememiştir. Havayolu taşımacılığı her türlü yükün nakli için uygun değildir. Havayolu taşımacılığı hız avantajı nedeni ile genellikle acil talepler için kurtarıcıdır. Havayolu, iki nokta arasındaki mesafeyi en kısa yoldan ve en kısa kateden bir taşımacılık sistemi de olsa, erişebilirlikleri havaalanları ile sınırlıdır. Ayrıca taşıma ücretleri çok yüksektir. Hava koşullarından en çok etkilenen taşımacılık sistemi olması, havayolu taşımacılığının diğer bir dezavantajlı durumdur. Fakat günümüzde yaşanan uluslararası rekabet bu türün gelişmesini hızlandırmakta; modern havaalanları, son teknoloji ürünü araçlar, geliştirilmiş kapasiteler, ileri depolama sistemlerinin varlığı havayolu taşımacılığının yaygın bir biçimde yapılmasına olanak sağlamaktadır (Çancı ve Erdal, 2003). Kargo ve posta taşımalarında THY bazında yıllara göre değişimi Şekil 4.3’deki gibidir.



Şekil 4.3 THY kargo ve posta taşımalarının yıllara göre değişimi (DHMI ve THY Ar-Ge Müdürlüğü, 2004)

4.2.3.5 İç Suyolu Yük Taşımacılığı

İç su yolu taşımacılığı, nehirler üzerinde yapılan bir taşımacılık türüdür. Diğer taşımacılık türlerinden en önemli farkı, taşımacılığın nehrin geçtiği bölgelerde sınırlı kalmasıdır. Bu taşımacılık türünde özel taşıma araçlarına ihtiyaç duyulup, araç kapasiteleri genellikle suyun derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Dünyanın pek çok nehrinde taşımacılık yapılmaktadır. Ancak herhangi bir mühendislik çalışması yapılmadan pek az sayıdaki nehirlerde modern anlamda taşımacılık yapılabilir. Özellikle 1970’li yıllardan sonra dünyada nehir taşımacılığı yeniden ön plana çıkmıştır. Çünkü nehir taşımacılığında; yakıt tüketimi, gerekli insan, toprak kaybı ve çevreye zararlı etkisi azdır. Avrupa’da nehir taşımacılığı yaygın olarak kullanılmaktadır. Polonya’da 3.898 km., Hollanda’da 4.387 km., Fransa’da 8.568 km. su yolu taşımacılık amacıyla kullanılmaktadır.

Türkiye, üç tarafı denizle çevrili, akarsuları bol olan bir ülke olmasına rağmen çeşitli nedenlerle su yolu taşımacılığında gerekli gelişmeyi kaydedememiştir. Türkiye’de nehir yolu taşımacılığının geliştirilememesinin başlıca nedeni nehirlerin akarsu rejimlerinin ulaşım için uygun olmamasıdır. Ciddi mühendislik çalışmaları ile bu sorun aşılabılır. Geçmişte, Aşağı Sakarya Nehri’nde taşımacılığın geliştirilmesi düşünülmüş olmakla birlikte, bugüne kadar bu konuda uygulamaya geçirilememiştir ancak bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Ancak Karadeniz ve Marmara’yı birleştirecek Sakarya Kanalı Projesi gerçekleştiğinde; İstanbul Boğazı’nın deniz trafiğinin rahatlaması yanında, Marmara Denizi’nin liman sıkışıklığı da önemli ölçüde hafifleyecektir.

4.2.3.6 Boru Hattı Taşımacılığı

Son derece spesifik bir taşımacılık şekli olan boru hattı taşımacılığı, yaygın olarak petrol ve doğalgaz taşınmasında kullanılmaktadır. Boru hattı taşımacılığının sabit maliyetleri çok yüksek ancak değişken maliyetleri oldukça düşüktür. Sabit maliyetleri hat terminalleri ve pompa istasyonları oluşturur. Bu taşımacılık tipinin karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılıklarına göre ilk yatırım maliyetinin daha yüksek olmasına karşılık, işletme aşamasında daha ekonomik, daha hızlı ve daha güvenilir olması, yapılan yatırımı daha kısa sürede geri ödemesi gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Ayrıca kesintisiz bir taşımaya olanak vermektedir. Boru hattı taşımacılığında ürünleri iletim hızı son derece yüksektir. Taşımacılık esnasında kayıp ya da hasar asgari düzeydedir. Boru hattı taşımacılığı ile taşımaya uygun ürünlerin büyük miktarlarda sevki mümkündür ve düzenli miktarda yük iletimi yapılabildiğinden, yükle ilgili önceden program hazırlanabilir.

Ancak boru hattı taşımacılığının erişebilirliği son derece sınırlıdır. Sadece boru hattına bitişik konumdaki taşıtıcılar bu yöntemi direkt kullanabilir. Aksi durumdaki taşıtıcılar ise kombine ya da bağlantılı taşımacılık kullanarak boru hattı taşımacılığından aktif olarak yararlanabilir.

4.2.3.7 Kombine Taşımacılık

Kombine taşımacılığın tanımı “bir taşımanın yapılması için farklı taşıma türlerinin entegre bir şekilde kullanılması” şeklinde yapılabilir. UNECE (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Konsey)i ise şu şekilde bir tanım yapmaktadır: “Kombine taşımacılık, aynı taşıma kabı veya karayolu taşıtı ile iki veya daha fazla taşıma türü kullanılarak yapılan ve taşıma türü değişimlerinde yükün herhangi bir elleçlemeye maruz kalmadığı taşıma şeklidir.” Kombine taşımacılık genelde dökme yükten daha değerli, havayolu taşıma yükünden daha değersiz orta değerli yükler için kullanılır. Kombine taşımacılıkta en çok kullanılan taşıma türleri kara, demir ve denizyoludur. Kombine taşımacılığın amaçları şunlardır:

- Müşteriye daha iyi hizmet vermek için kapıdan kapıya ekonomik taşıma hizmeti sunmak,
- Karayollarındaki sıkışıklığı azaltmak,
- Trafik kazalarını azaltmak,
- Çevre ve gürültü kirliliğini azaltmak,
- Güvenlik,
- Enerji tasarrufu sağlamaktır.

Kombine taşımacılıkta üç temel bileşen bulunmaktadır: Bunlar taşıma araçları, taşıma terminalleri ve taşıma üniteleridir. Kombine taşımacılıkta bir yükün iki veya daha fazla araç değiştirmesi, birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Yükün değişik taşıma türleri içinde birinden diğerine aktarılması sırasında görebileceği hasar, zaman kaybı, bozulma vb.

olumsuzluklar kombine taşımacılığın gelişimine uzun yıllar en olumsuz etken olmuştur. Yükün taşımacılık türleri arasında aktarılması sırasında yaşanan bu olumsuzlukların asgari düzeye indirilebilmesi için, yükün uygun bir şekilde ambalajlanması ve taşıma için hazırlanması gerekir. Bu konuda özellikle son yıllarda önemli gelişmeler sağlanmış ve çeşitli biçimde taşıma organizasyonları, yük birimleştirme teknikleri, taşıma-yükleme-boşaltma ve aktarmayı kolaylaştıracak her türden mekanik araç geliştirilmiştir. Günümüzde kombine taşımacılık başlıca iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki çekicisi olmadan yapılan taşımalar. Bu tip taşımacılık sisteminde aktarma işlemi için özel amaçlı terminaller kullanılır. Bu tip taşımada, kullanılan taşıma kaplarına göre şu şekilde sınıflandırma yapılır:

- Paletlerle yapılan kombine taşımacılık
- Römork – yarı römorkla yapılan kombine taşımacılık (TOFC)
- Ayaklı konteyner (Swap Body) ile taşımacılık
- Konteynerle yapılan kombine taşımacılık

Diğer kombine taşımacılık şekli, çekicisi ile beraber yapılan taşımalar. Bu taşımaların yaygın olarak üç şekli kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Türkiye’de de sık kullanılan Ro-Ro taşımalarıdır. Ro-Ro taşımaları, kamyon-treyler gibi karayolu taşıma aracının denizyolu aracına tamamen bindirilerek yükle beraber taşınması esasına dayanır. Bu taşımacılık şeklinin demiryoluna uygulanması, RO-LA taşımacılık sistemi olarak adlandırılır. Diğer bir çekici ile taşıma türü de bi-modal taşımacılıktır. Bi-modal taşımacılık, iki ulaşım biçiminin birlikte kullanılması anlamına gelmektedir. Bu sistemde demiryolu ve karayolu taşımacılığının avantajları birleştirmek amacı ile karayolu taşıtı demiryolu taşıtına dönüştürülür.

Kombine taşımacılıkta önemli olan nokta farklı taşıma türlerini kullanırken, taşımalar arasındaki entegrasyonun en etkin ve verimli bir şekilde sağlanmasıdır. Dolayısıyla işletme ve yönetim konuları, donanımlardan daha önemlidir. Tek ulaştırma türü ile yapılan taşımacılıkta bir taşıyıcı, bağımsız bir şirket gibi çalışır. Denizyolu taşımacılık şirketi, karayolu taşımacılık şirketi ve diğer taşımacılık şirketlerinin tümü öncelikle kendi faaliyetlerine odaklanır. Kombine taşımacılıkta, göndericiden alıcıya kadar, taşıma sırasında görev alan kara taşıma firmaları, armatörler, liman işletmecileri, demiryolu işletmeleri v.b.’nin işbirliği yapması gerekmektedir. Bu taşıma organizasyonunun kurulmasını bir forwarder işletmesi veya bir taşıma firması üstlenebileceği gibi, gönderici ya da alıcı da taşıma sistemi içinde bulunan tüm unsurlarla ayrı ayrı sözleşmeler yaparak ürünün yerine ulaşmasını sağlayabilir.

Kombine taşımacılığın başlıca özellikleri şunlardır:

1. Tedarik zincirinde bulunan süreçleri verimli bir şekilde bütünleştirilmesi,
2. Standart taşıma ünitelerinin kullanılması,

3. Taşıma ünitelerinin yükleme, taşıma ve boşaltmaya uygun nitelikte olması,
4. Taşıma sistemi içindeki zincirin teknolojik, yasal ve organizasyonel açıdan da birbiriyle uyumlu olması,
5. Taşıma kabı içerisindeki ürünlerin elleçlenmemesi.

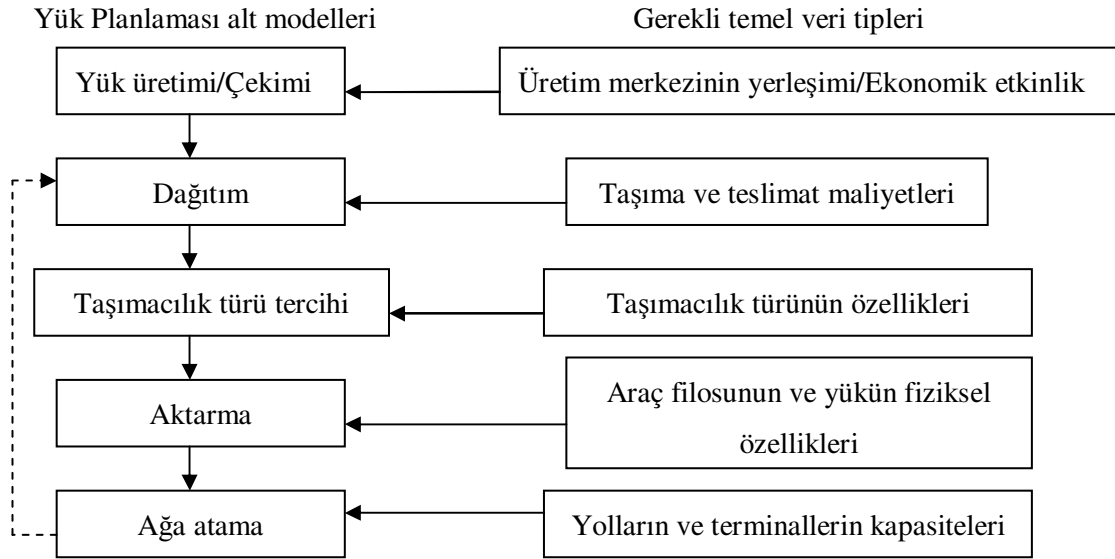
Kombine taşımacılık türleri arasında özellikle konteyner ile yapılan kombine taşımacılık, ulaşım türleri arasında aktarmada getirdiği kolaylık, yük standardizasyonu, yükleme ve boşaltma işlerinde zaman tasarrufu, yolculuk boyunca yük için maksimum korunma avantajlarına sahiptir. Bu özellikleri nedeni ile konteyner taşımacılığı dünyada büyük gelişme göstermektedir. Örneğin günümüzde denizlerde yapılan genel yük taşımacılığının %60'dan fazlası konteynerler ile gerçekleştirilmektedir. Gelişmiş ülkeler arasındaki ticarete bu oran %80'in üzerindedir.

Kombine taşımacılık maliyet, hız, güvenlik ve esneklik etmenlerinin çoğunun eş zamanlı eniyilemesine yönelik bir taşımacılık türü olup, lojistik açısından çok uygun taşımacılık seçenekleri oluşturabilmektedir. Türkiye'nin uzun dönemde bölgesinin lojistik merkezi olma çabaları, kombine ve transit taşımacılığın önemini ortaya koymaktadır. Lojistik sektöründe coğrafi özellikler de dikkate alınarak, tüm taşımacılık türü seçenekleri, uygun entegrasyon ve kombinasyonlar dahilinde kullanıma sunulmalı, kombine ve transit taşımacılık olanakları artırılmalı, ülkemizin en uygun kombine ve transit taşımacılık hatları belirlenmelidir.

Kombine taşımacılık sistemi, gerek toplumsal gerekse de çevresel boyutu ile Avrupa Birliği Ulaştırma Bakanları Komisyonu ve Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Konseyi tarafından geliştirilmesi için teşvik edilen bir taşıma biçimidir. Avrupa Konseyi 15-16 Haziran 2001 tarihli deklarasyonunda, taşımacılık modelleri arasında bir denge yaratmanın, sürdürülebilir bir gelişme stratejisi oluşturmanın temel şartı olduğunu belirtmiştir. Bu konuda yeterli önlemlerin alınmaması durumunda karayolu taşımacılığının, 2010 yılında %50 oranında artacağı vurgulanmıştır. Avrupa Konseyi Eylül 2001'de kabul ettiği Beyaz Kitap ile ilk kez ulaştırmada kullanıcı gereksinimlerini gözönüne alarak stratejilerinin temelini oluşturmuş ve bu anlayışla 60 önlem geliştirmiştir (Avrupa Konseyi Marco Polo Programı). Bu önlemlerin birincisi, demiryollarını, denizyollarını ve iç su yollarını canlandırmak ve bunlar arasında bağlantılar kurarak 2010'a kadar ulaştırma türleri arasındaki dengeyi oluşturmaktır. Böylece Avrupa vatandaşı için yüksek kaliteli ve güvenli bir hizmet ve sürdürülebilir kalkınmaya somut bir destek sağlanması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda çevre üzerindeki baskıları azaltmak üzere, uzun dönemde ekonominin büyümesi ile ulaştırmanın büyümesi arasındaki sıkı ilişkiyi kurmak amaçlanmaktadır.

4.3 Yük Taşımacılığında Talep Modeli Oluşturulmasının Aşamaları

Yük taşımacılığı modelleri, genel olarak yolcu taşımacılığı modellerinden türetilmiştir. Bu konuda çalışan bir çok araştırmacı (Örneğin, Pendyala vd., 2000, D’Este ve Meyrick, 1991 vb.) yolcu taşımacılığı için kullanılan dört aşamalı genel model yapısının, yük taşımacılığı için de uygun olduğu konusunda görüş birliğine varmıştır. Şekil 4.4’de yük taşımacılığı talebinin modellenmesinin aşamaları ve her bir aşama için gerekli veri tipleri görülmektedir. Ancak yük taşımacılığı talep modellerinde bu dört aşamanın her bir adımı, yolcu taşımacılığı modellerinden farklı oluşturulur. Yük taşımacılığı talep modellerinin oluşturulmasının dört adımı şu şekildedir:



Şekil 4.4 Talep analizi modeli ve gerekli temel veri tipleri (FHWA Raporu, 1999)

4.4 Yük Taşımacılığında Taşımacılık Türü Seçimi

Yük taşımacılığı yapılırken seçilecek taşımacılık türlerinin ekonomik yönden değerlendirilmesi, karşılaştırması ve gözönüne alınacak hatlar için ekonomik taşımacılık sisteminin belirlenmesi gerekmektedir. Tüm taşımacılık seçenekleri için teknik, ekonomik ve işletme parametreleri ile dışsal maliyet etkenlerinin yanısıra ülkenin coğrafi, tekno-ekonomik ve sosyal kısıtları ile mevcut ulaşım ağını da dikkate alınmalıdır. Ulaştırma türlerinin, teknik ve ekonomik açıdan en etkin oldukları yerlerde kullanılmasını esas alan ve AB ulaşırma politikalarının temelini oluşturan “Kombine Taşımacılık” stratejisi doğrultusunda, özellikle yük taşımacılığında düzenlemeler yaparak karayolu yükünün uzun mesafeli kitlesel taşımalar durumunda demiryoluna ve denizyoluna kaydırılması, karayolunun, kapıdan kapıya taşıma

ilkesinin gereği olan başlangıç ve son kesimlerdeki taşımalarda etkin biçimde kullanılması gerekmektedir.

Yük taşımacılığında belli bir güzergah için minimum maliyetle ve maksimum hizmet kalitesi ile hizmet verecek taşımacılık türünü belirlemek çok önemli bir konudur. Her bir taşımacılık türünün diğerine göre avantajları ve bunların getirdiği ek maliyetler vardır. Bu nedenle, sunulan hizmet ile ortaya çıkan maliyetler arasında ödünleşmenin optimum denge noktasını belirlemek gereklidir. Yük taşımacılığında hangi taşımacılık türünün seçileceği ile ilgili araştırmaların başlangıcı yaklaşık 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu konuda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiş ve bunlara göre modeller oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amacı, yük taşımacılığında taşımacılık türü seçimi yöntemlerini ve karar değişkenlerini analiz etmek ve değerlendirmektir.

Taşımacılık türü tercihinde diğer bir önemli konu da, modelleme çalışmasında hangi karar değişkenlerinin kullanılacağını ve bunların önem derecelerini belirlemektir. Tür seçimi ve karar değişkenleri, birbirleri ile çok yakın iki konudur. Karar değişkenleri ile ilgili yapılan eski çalışmalarda, maliyet değişkeninin en önemli etmen olarak ele alındığı görülmüştür. Ancak günümüzde tedarik zinciri yönetimi kavramının gelişmesi sonucunda hizmet düzeyi ile ilgili ölçütlerin maliyetten daha önemli hale geldiği görülmüştür.

4.5 Taşımacılık Türü Seçiminde Karar Değişkenleri

Yük taşımacılığı hizmeti incelendiği zaman, taşımacılık türü tercihinin bir çok etmenin etkilediği görülmektedir. Yük taşımacılığı, başlıca Çizelge 4.4’de görülen karar değişkenleri ile karakterize edilir.

4.6 Karar Değişkenlerinin Önem Derecesinin Belirlenmesinde Veri Toplama Yöntemleri

Yük taşımacılığında karar değişkenlerinin ve bunların önem derecesinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan veri sağlama yöntemleri başlıca 3 gruba ayrılır (Danielis, 2002)

Klasik Yöntem: Bu yöntemde, ilk olarak incelenecek karar değişkenleri belirlenir ve bu karar değişkenlerine ne derecede önem verildiğinin saptanmasını sağlayacak basit bir ölçek oluşturulur. (Örneğin 1=Önemli değil, 2=Önemli, 3=Çok önemli). Daha sonra taşınan ürünün sahibinden belirlenen ölçeğe karar değişkenlerini puanlandırması istenir ve elde edilen

sonuçlar yapılacak çalışmada veritabanı olarak kullanılır.

Yapılmış Tercihler (Revealed Preferences) Yöntemi: Bu yöntemde yük taşımacılığı hizmetinde karar değişkenlerinin önem derecesinin belirlenmesi için mevcut veritabanları kullanılır.

Açıklanmış tercihler (Stated Preferences) Yöntemi: Bu yöntemde, karar değişkenlerinin belirlenmesi için klasik yöntemle göre çok daha kapsamlı bir ölçek oluşturulur ve taşınan ürünün sahipleri ile görüşmeler yapılır. En yaygın kullanılan açıklanmış tercih tekniği, taşınan ürünün sahiplerini her bir karar değişkeni için ne kadar ek ödeme yapmayı göze alacağını sorulmasıdır. Yani senaryo analizlerinin yapılmasıdır.

Çizelge 4.3 Yük taşımacılığında tür seçimindeki karar değişkenleri (CUTR Raporu, 2000)

Toplam lojistik maliyetler	Sipariş ve elleçleme maliyetleri
	Taşımacılık ücretleri
	Kayıp ve zarar maliyetleri
	Taşımacılıktaki zaman değeri maliyeti
	Tüketim noktasında envanterdeki zaman değeri maliyetleri
	Donanımın mevcut olmayışının maliyeti
	Hizmet güvenilirliği maliyeti
	Doğrudan ifade edilemeyen hizmet maliyetleri (örn. Faturalama işlemleri)
Taşınan ürünün fiziksel özellikleri	Taşınan ürün miktarı
	Paketleme özellikleri
	Taşınan ürünün raf ömrü
	Taşınan ürünün parasal değeri
	Taşınan ürünün yoğunluğu
Taşıma tipinin özellikleri	Taşımının frekansı
	Taşımının yapıldığı mesafe
Taşımacılık türü özellikleri	Kapasite
	Yolculuk süresi ve güvenilirliği
	Donanımın mevcut oluşu
	Müşteri hizmeti
	Elleçleme kalitesi-zarar/kayıp konusunda firmanın itibarı

Açıklanmış tercihler (A.T.) yöntemine dayalı veritabanı oluşturulmasında, yararlılık fonksiyonunu oluşturmak için, sistemi kullananların tercihleri çeşitli anket teknikleri kullanılarak birebir belirlenir. Açıklanmış tercihler yönteminde en sık kullanılan anket tekniği yöntemi senaryo analizidir. Gelecek için birçok olası durum vardır ve herhangi birine gitmek için izlenecek yol da her zaman bir tane değildir. Bu söz konusu potansiyel gelecek görüntüsü ve ona ulaşmak için izlenecek yol “senaryo” olarak tanımlanır. Senaryo analizi, tahmin yapılırken uzun vadeli belirsizliklerle etkin bir şekilde baş edebilmek için 1970’lerden bu yana artan bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu analiz tekniğinde oluşturulan senaryolar, anket yapılan kişiye gelecekle ilgili birbirinden farklı birçok değişik görüntü sunabildiği için, çevresel belirsizlikler karşısında daha donanımlı olunmasını sağlar. Zira senaryolar, gelecekte olabileceklere dair öyküler ya da “anlık fotoğraflardır”. Karar vericiler bu birbirinden farklı olası gelecek görüntülerini, şu anda yapılabilecekler ile karşılaştırmak için kullanırlar. Ancak bu görüntülerin, gelecek ile ilgili en olası görüntüler olması gerekmez. Söz konusu görüntüler gelecekteki herhangi bir durumu yansıtabileceği gibi mevcut durumun beklenen gelişimi göstermesi sonucu varılabilecek noktayı da tanımlayabilir. Senaryolar yardımıyla, karar vericiler karar verirken bir dizi olası gelişmeyi dikkate almış olurlar. Senaryolar gerçekler ile algılanan dünyanın birleşiminden oluşurlar. Analizi yapanlar, mevcut durumu ve gerçekleri araştırmanın yanı sıra karar vericilerin gelecek beklentilerini ve buna ilişkin algılamalarını da dikkate alırlar.

Yapılmış tercihler (Y.T.) yönteminde ise, daha önce yapılmış sayımlardan ya da pazar araştırmalarından elde edilmiş hazır verilerden faydalanılır. Her iki yöntemin avantajları ve dezavantajlarının tartışıldığı bir çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar, öncelikle pazar araştırması(marketing research) alanında yapılmış, daha sonra çevre, ulaştırma gibi diğer alanlarda da bu konu çalışılmıştır(Kopp ve Smith, 1993; Louviere, 1988).

A.T. yöntemine dayalı veritabanı, özellikle pazar araştırması alanında çok kullanılan bir veritabanıdır. İşletmeler ürettikleri mal veya hizmetlerin sahip olduğu pazar payını yükseltmek için tüketicilerin tercihlerini öğrenmek isterler. A.T. yöntemi ile, üretilen mal veya hizmete olan talebin oluşmasında, araştırmacı tarafından önceden belirlenen özelliklerin ne derece rol oynadığı veya geliştirilmesi düşünülen alternatif ürün veya hizmetlerden hangi niteliklerin geliştirilmesinin daha önemli olduğu tüketicilerden elde edilen yanıtlarla ortaya konur. Aynı mantık yük taşımacılığı için ortaya konursa, tezin amacı firmaların ürünlerini

karayolu yerine kombine taşımacılık ile taşıtmaları için sözkonusu karar değişkenlerinin firmalar için ne derecede önemli olduğu ve buna bağlı olarak kombine taşımacılığın geliştirilmesi için hangi özelliklerinin iyileştirilmesi gerektiğinin belirlenmesidir. Yani tez çalışmasında, açıklanmış tercihler yönteminin kullanılması uygundur.

Ulaştırma alanında yapılan çalışmalarda, ilk zamanlarda ağırlıklı olarak Y.T. yönteminden yani mevcut bir veritabanından faydalanılmıştır(belirli bir yıla ait yolculuk matrisleri, belirli bir taşıt grubu için belirli bir yıla ait ton-km değeri tabloları, v.b.) Fakat son yirmi yıldır A.T. yöntemine dayalı veritabanı yaygın olarak kullanılmaktadır. A.T. yöntemine dayalı veritabanı kullanılarak yolcu taşımacılığında talebin modellenmesinde bir çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, yük taşımacılığında talebin modellenmesinde çalışma sayısı son derece sınırlıdır. Her iki yöntemle oluşturulan veritabanlarının avantajları ve dezavantajları aşağıdaki çizelgede görülmektedir.

Çizelge 4.4 A.T. ve Y.T. yöntemlerinin karşılaştırılması (Bell, 2000)

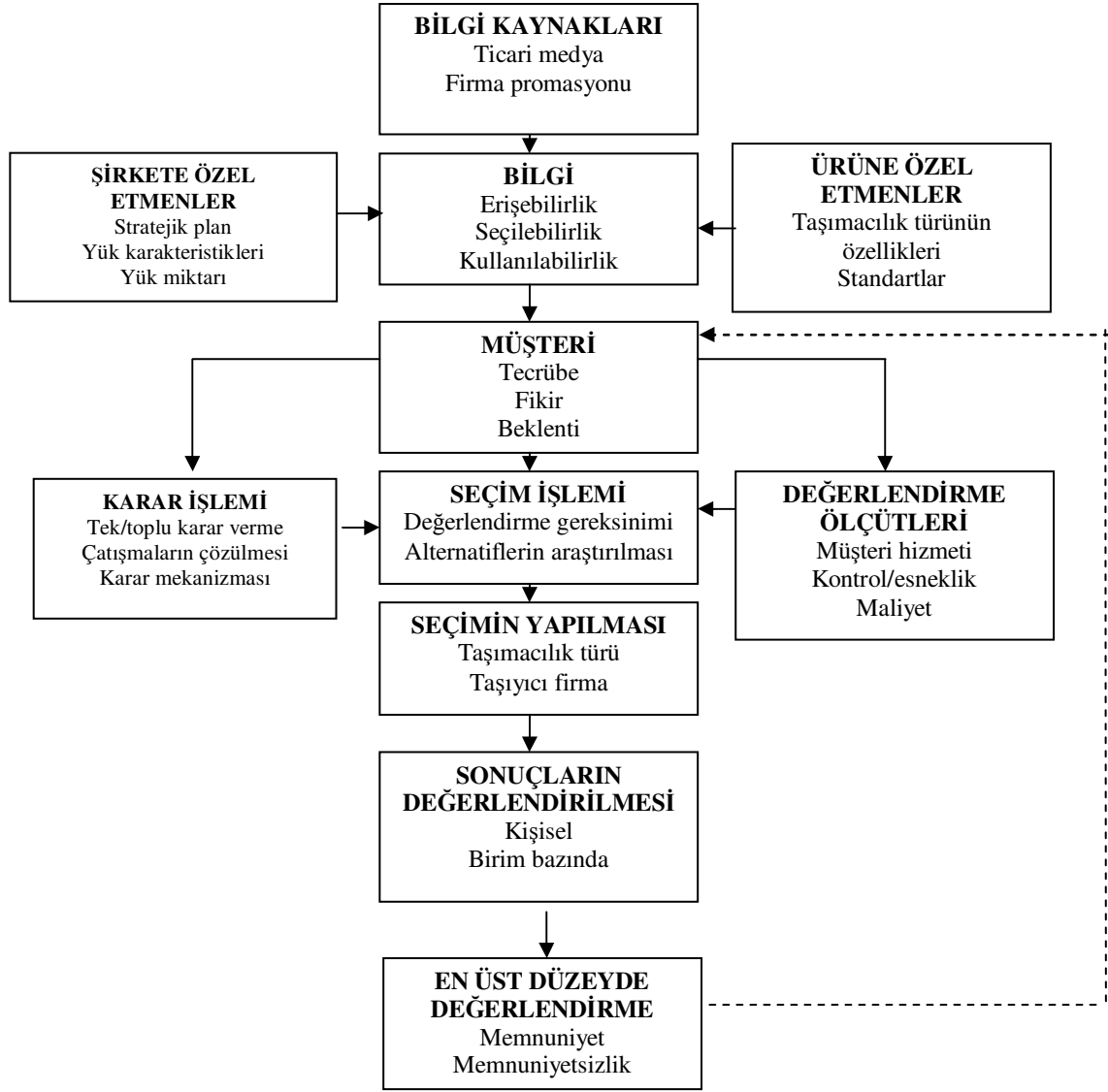
Üstünlük	Sakınca
Açıklanmış tercihler yöntemine dayalı veritabanı - Ankette sorulan her bir soru ile hipotetik olarak yapılması muhtemel tercihler belirlenir. - Karar değişkenleri arasında ödünleşmenin analiz edilmesi imkanı vardır. - Sadece mevcut seçenekler değil, olası seçenekler de analize katılabilir. - Kesin olarak belirtilmiş seçim olasılıkları irdelenir. - Maliyeti düşüktür. - Birden fazla seçim formatı mevcuttur(sıralama, puanlama, direkt seçim yapma)	Gerçek seçimlere değil, hipotetik seçimlere dayalıdır.
Yapılmış tercihler yöntemine dayalı veritabanı Gerçekten yapılmış ve bunlara dayanılarak oluşturulmuş bir veri tabanıdır.	- Sadece belli karar değişkenleri ölçülebilir. - Veritabanı oluşturmak çok pahalı bir yöntemdir. - Veritabanı oluşturmak zor bir işlemdir çünkü bir takım verilere ulaşmak zordur. - İncelenen nitelikler arasında korelasyon olabilir.

4.7 Taşımacılık Türü Seçimi Modelleri

Yük taşımacılığında, kısa mesafelerde genellikle karayolu taşımacılığı kullanılmaktadır. Uzun mesafe taşımacılıklarda ise, birden fazla taşımacılık türünün kullanılması en ekonomik yöntem olmaktadır. Yük taşımacılık sisteminin analizinde öncelikle başlıca taşıma türü (karayolu, demiryolu, su yolu, havayolu, boru hattı veya hepsinin kombinasyonu) belirlenir. Tür seçimi işlemi, hizmet tipinin yanısıra teknolojik gelişmelerle de yakın ilişkilidir.

Bir taşımacılık sisteminde en uygun taşımacılık türünü bulmak, zor bir karar verme işlemidir. Sunulan hizmet ile ortaya çıkan maliyetler arasında ödünleşmenin optimum denge noktasını belirlemek gereklidir. Yük taşımacılığında hangi taşımacılık türünün seçileceği ile ilgili araştırmaların başlangıcı yaklaşık 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu konuda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiş ve bunlara göre modeller oluşturulmuştur.

Bir yük taşımacılığı sistemi için bir çok model geliştirilmiştir. Bu modellerin ortak amacı; taşımacılık maliyetlerini ve riski azaltarak hizmet gereksinimlerini yerine getirmektir. İdeal bir taşımacılık türü seçimi modeli geçmişteki etkinlikleri tanımlamalı ve gelecekteki davranışı tahmin etmelidir. taşımacılık türü seçimi ile ilgili Krapfel ve Mentzer (1982) tarafından genel model yapısı Şekil 4.5'deki gibidir.



Şekil 4.5. Taşımacılık türü seçiminin genel model yapısı (Krapfel ve Mentzer, 1982)

Yük taşımacılığında türü seçimi modelleri gelişim sıralarına göre 5 şekilde gruplanabilir:

1. Klasik Ekonomik Model
2. Sınırlandırılmış Optimizasyon Modeli
3. Davranışsal Model
4. Ödünleşme (Trade-off) Modeli
5. Teorik Envanter Modeli
6. Lojistik Maliyet Analizi Modeli

4.7.1 Klasik Ekonomik Model

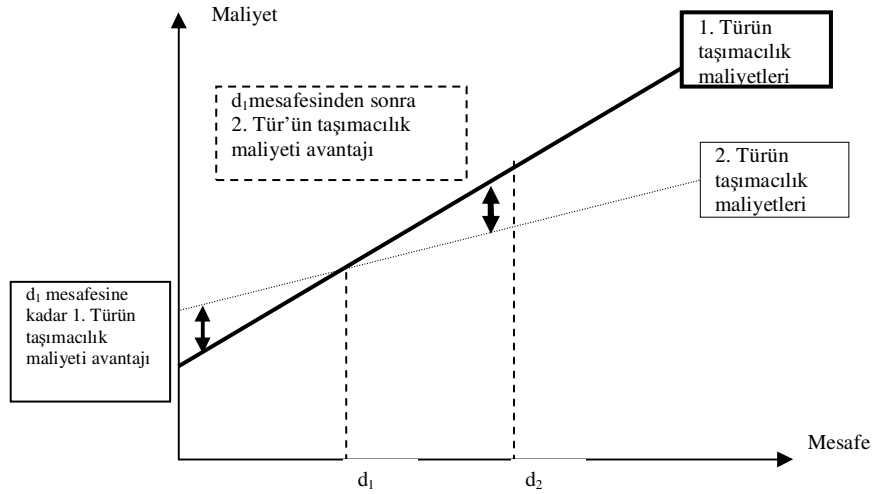
Yük taşımacılığında taşımacılık türünün seçiminin modellenmesi ile ilgili, ilk model tipidir. Bu modelde, rekabet halindeki taşımacılık türlerinin sabit ve değişken maliyetleri

değerlendirilmekte ve teorik mesafe ile ilişkisi belirlenmektedir. Şekil 4.6'da x eksen mesafeyi, y eksen maliyeti göstermektedir (McGinnis, 1989). Grafikte d_1 mesafesine kadar, tür 1'in maliyeti tür 2'den daha azdır. Mesafe arttıkça tür 2'nin maliyetinin tür 1'den daha az olduğu görülmektedir (Beresford, 1999).

Klasik Ekonomik Model yaklaşımına göre, verilen bir trafik kesiminde taşımacılık alanındaki rekabet düzeyi, taşıyıcıların maliyet düzeylerinin birbirlerine benzerlikleri ile ölçülür. Yani bir kesimde yapılan taşıma işlemlerinin maliyetleri birbirlerine yaklaştıkça, o kesimde taşımacılık sektöründe rekabetin şiddeti artar.

J.R.Meyer'in "The Economics of Competition in the Transportation Industries" isimli kitabında, bu yaklaşım türü kullanılarak taşımacılık sektöründeki rekabetin derecesi analiz edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı bu yayın, kendi alanında klasik niteliği taşır. Meyer'in çalışmasına göre taşımacılık işlemi yapanlar 100 mil'den daha az mesafeli taşımalarda karayolu ile yaptıkları taşımalarda net maliyet avantajı elde ederler. 200 mil'in üstündeki mesafeli taşımalarda demiryolu ile taşımacılık yaparlarsa net maliyet avantajı elde ederler (McGinnis, 1989).

A.L.Morton tür seçiminde klasik ekonomik teori ile ilgili 2 problem öne sürmüştür. Bunlardan birincisi, taşımacılıkta meydana gelen bir çok maliyet farklı niteliklere sahip olduğundan, her bir taşıma için bu maliyetlerin belli kurallar çerçevesinde belirlenmesi zordur. Klasik yaklaşım tamamen maliyete dayalı rekabet esasına göre oluşturulduğu için, tür seçiminde yanlış sonuçlar verebilir. Bu yöntemle ilgili 2. problem, hizmet düzeyinin tamamen ihmal edilerek sadece maliyet değerlerinin göz önüne alınmasıdır. Taşımacılık sektöründe gittikçe kabul edilen görüş, taşımacılık işleminin toplam dağıtım sisteminin sadece bir alt elemanı olduğu doğrultusundadır. Artık firmalar sadece maliyet minimizasyonuna göre taşımacılık türünü tercih etmemektedirler. Bir taşımacılık türünün tercihi, bir çok karar değişkeninin en iyi kombinasyonu esasına dayanmaktadır ve maliyet, bu karar değişkenlerinden sadece bir tanesini oluşturmaktadır (Cunningham, 1982).



Şekil 4.6 Tür tercihinde Klasik Ekonomik Model (McGinnis, 1989)

Sonuç olarak klasik yöntemle ilgili yapılan diğer eleştiriler şu şekilde özetlenebilir:

1. Bu yaklaşıma göre, taşıyıcı firmaların yansıttığı maliyetler piyasada geçerli maliyetlerdir. Gerçekte bu maliyetler talep ya da hizmet kalitesine göre belirlenir.
2. Geleneksel yaklaşıma göre, taşımacılık işleminde sabit maliyetler göz önüne alınmaktadır. Halbuki taşımacılıkta fırsat maliyeti gibi değişik maliyetler de sözkonusudur. Tamamen maliyet esasına dayalı bir tür seçimi işleminde bazı maliyet tiplerinin ihmal edilmesi, yanlış sonuçlar ortaya çıkmasına neden olur.

Bu yönteme göre, taşımacılık işleminde maliyet tipleri arasında kesin bir ayırım yapılmaması sebebi ile taşıma miktarına ve yük tipine bağlı olarak taşımacılık maliyetleri net olarak ortaya konulmamaktadır. Benzer maliyet düzeyindeki taşımacılık işlemlerinin sektör içinde rekabet yaratacağı kabul edilmektedir ancak gerçekte bu mümkün değildir.

4.7.2 Davranışsal Model

Bu model yapısına göre, taşımacılık türü seçiminde tüm etkenler tamamen hesaplanamaz. Taşımacılık türü seçiminde sadece sayısal veriler sözkonusu değildir. Karar verici kişinin kişisel tercihleri de (mesela alışkanlık) taşımacılık türünün tercihinde belirleyici etkindir. Mesela bir firma hep aynı taşımacılık türünü tercih ediyor kabul edelim. Belli bir süre sonra, maliyetlerin artması, daha değişik seçeneklerin ortaya çıkması, ya da karar vericinin tamamen kişisel tercihi sonucu taşımacılık türü değiştirilebilir. Davranışsal modellerde bilgi sistemi, başarımlı değerlendirme, memnuniyet düzeyi gibi yeni karar değişkenleri ortaya çıkmaktadır (Cunningham, 1982).

Davranışsal modeller, daha çok taşımacılık türü seçiminde verilen kararın gerçekliğini yansıtır. Karar verici mevcut seçenekleri karşılaştırdığında, tam hesaplanabilir bir şekilde hareket etmezler. Bunun yerine her karar vericinin taşımacılık türünün başarımı hakkında kişisel bir görüşü de mevcuttur. Mesela Evers ve diğerleri (1996) bu kişisel görüşleri geçmiş tecrübeler, karar verici beklentileri ve bilgi eksikliği olarak sınıflandırmıştır. Krapfel ve Mentzer (1982), karar vericilerin havayolu taşımacılığı seçeneğini ekonomik analiz yapmadan pahalı olduğu gerekçesi ile göz önüne almadıklarını belirlemişlerdir.

4.7.3 Ödünleşme (Trade-off) Modeli

Bu model yapısında maliyetler 2 kategoride toplanmıştır: Taşımacılık maliyetleri (TM) ve taşımacılık dışı maliyetler (NTM). Taşımacılık maliyetleri, doğrudan yükün taşınması ile ilgili yapılan navlun, yükleme-boşaltma, sigorta primleri gibi maliyetlerdir. Güvenilirlik, taşıma süresi, kayıp ve zarar maliyeti, gönderici firmanın pazar görüşü, taşınan ürünün özellikleri, sipariş ve elleçleme maliyetleri gibi maliyetler, taşımacılık dışı maliyetler kategorisinde sınıflandırılır. Bir gönderici firma için herhangi iki taşımacılık türünde bu maliyetlerinin toplamının eşit olması durumunda, hangi taşımacılık türünün seçildiği fark etmez. Bu durum şu şekilde ifade edilir:

$$TM_1 + NTM_1 = TM_2 + NTM_2$$

Taşıma talebinde bulunan firmalar, herhangi bir taşımacılık türü için taşımacılık maliyetlerinde çok fazla değişme yapılamadığı için NTM'lerde azaltma yapma yoluna gitmekte ve buna göre taşımacılık türünü belirlemektedir. Bu nedenle NTM, taşımacılık türü tercihinde kilit rol oynamaktadır. Bu modelin eleştirildiği nokta, taşımacılık türü seçiminin sadece hesaplanabilir verilere göre belirlenmesidir. Bu model yapısında pazar özelliklerindeki değişimleri ve davranışsal etkiler dikkate alınmamaktadır.

4.7.4 Sınırlandırılmış Optimizasyon Modeli

McGinnis, Corsi ve Roberts tarafından geliştirilen modelde taşımacılık türü seçimi, kısıtlanmış optimizasyon problemidir. Bu modelde, genellikle TM değişkenleri amaç, NTM değişkenleri kısıt fonksiyonlarını oluşturur (Danielis, 2002).

Model yapısı için şu kabuller yapılır:

1. Bir çok NTM değişkenleri niteldirler

2. Bazı NTM değişkenleri niceldirler ve TM'den farklı şekilde ölçülebilir niteliktedirler.
3. Bazı değişkenlerin maliyetlerinin belirlenmesinde bir çok metodolojik problem mevcuttur.
4. Bir çok NTM değişkeni amaç veya kısıt olarak ifade edilir.
5. NTM amacı karşılanmadıkça taşımacılık türü seçilemez.
6. NTM değişkenleri durumu bağlı olarak belirlenir.

Problem şu şekilde ifade edilir:

Minimize edilecek	TM_j	Taşımacılık maliyeti
Şu kısıtlar altında	SPC_j	Ürün kısıtı
	SDP_j	Dağıtım sistemi kısıtı
	SSN_j	Hizmet düzeyi kısıtı

4.7.5 Teorik Envanter Modeli

Teorik Envanter Modeli, yük taşımacılığında envanter kavramının ilk olarak ele alındığı model tipidir. Bu model, aşağıdaki maliyet fonksiyonuna dayanır:

C = Doğrudan taşıma maliyeti + sipariş maliyeti + güvenlik stoğu maliyeti + alıcının envanter maliyeti

Bu modelin ilk yapısına göre brüt gelirler tür seçiminde etkilenmezler ve optimum taşımacılık türünün seçimi en düşük maliyetli taşımacılık türünün belirlenmesi ile çok basit hale gelir. Modeli geliştiren Marcus ve Roberts'e göre optimal taşımacılık türünün seçimi lojistik stratejiye bağlıdır. Satın alma-sipariş ve taşımacılık maliyetleri arasında ödünleşmeyi gerçekleştiren toplam lojistik maliyetin optimizasyonu ile elde edilen algoritma, lojistik stratejiyi oluşturur. Buradaki ödünleşme, optimum lojistik maliyet elde edilene kadar, kontrol edilebilir karar değişkenlerinin değerlerinin değiştirilmesi ile elde edilir. Burada kontrol edilebilir karar değişkenler R (tekrar sipariş noktası), Q (sipariş miktarı), M (kullanılan taşımacılık türü) (Bell, 2000).

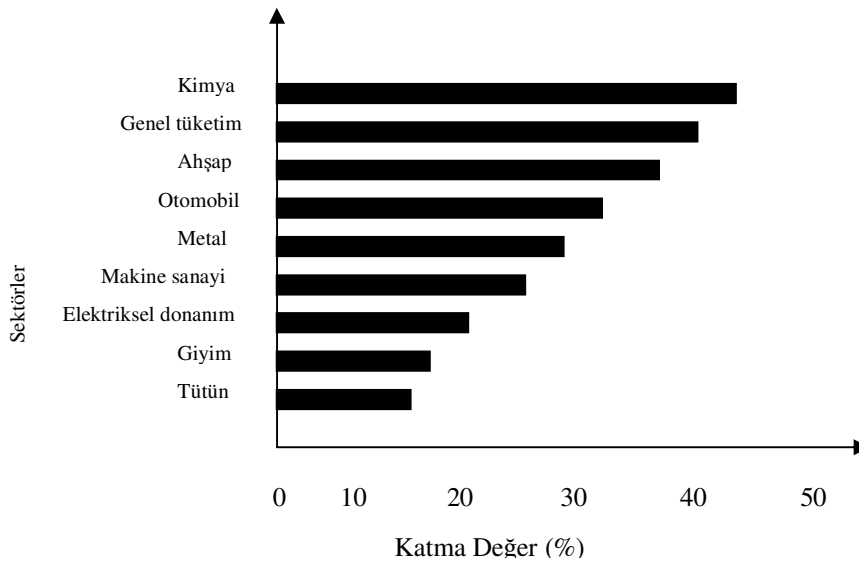
Bu modelin 3 adet kusuru vardır:

1. Taşımacılık türü tercihinde stoksuz kalma maliyeti dikkate alınmamıştır.
2. Bu modelin oluşturulması için çok miktarda veriye ihtiyaç vardır
3. Taşınan üründe yüksek seviyeli müşteri hizmetinin etkisi ihmal edilmiştir.

Bu model yapısı, klasik ekonomik modele göre bir çok ölçütü de göz önüne alması sebebi ile daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Yakın zamanlarda daha gelişmiş hale getirilen lojistik maliyet analizi ile model çok daha kullanışlı hale gelmiştir.

4.7.6 Lojistik Maliyet Analizi Modeli

İşletmelerin son dönemdeki yoğun rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmesi ve kar edebilmesinin yolu, lojistik giderlerini en aza indirmekten geçer. Şekil 4.7’de, A.B.D.’de yapılan bir çalışmaya göre; çeşitli sektör gruplarında lojistik faaliyetlerin taşıdığı önem, ifade edilen katma değer olarak verilmiştir.

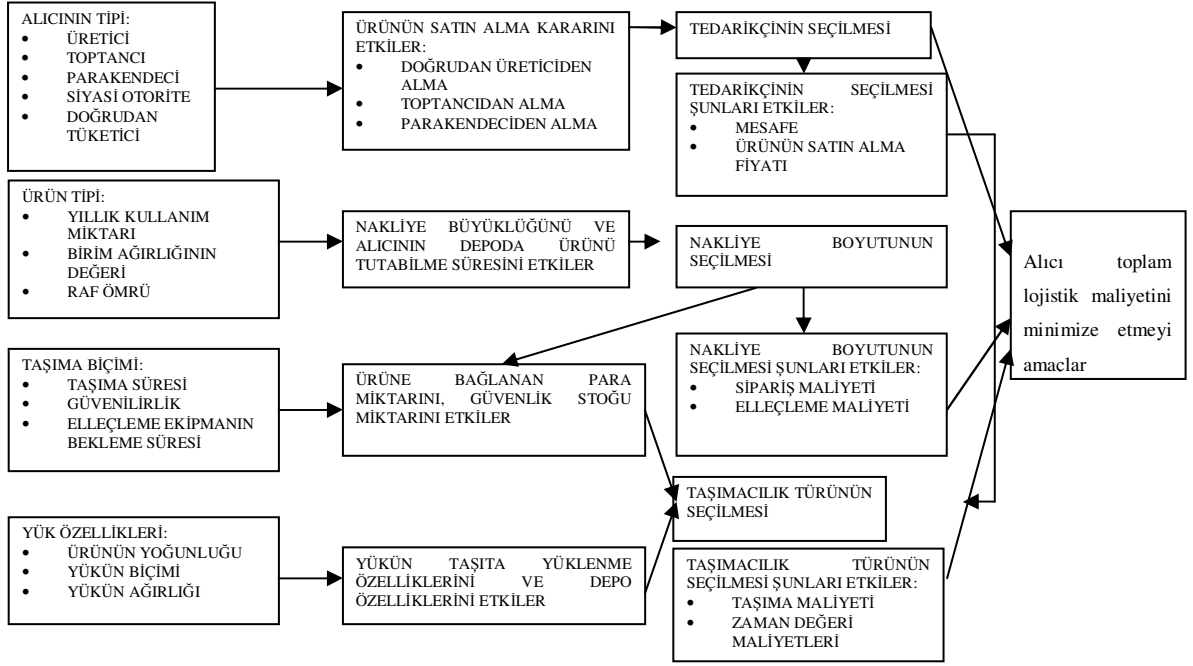


Şekil 4.7 Sektörlere göre katma değer yüzdesi olarak lojistik maliyetler (Stock,1999)

A.B.D.’de yapılan bir çalışmada, lojistik maliyetlerindeki % 5’lik azalmanın karlılık üzerine etkisi, satışların % 20 arttırılması sonrası karlılık da elde edilecek etkiye eşit veya daha fazladır saptaması yapılmıştır (Long, 2003). Lojistik maliyetin, karlılık üzerindeki bu etkisi fark edildikten sonra, lojistik sistem maliyet açısından tekrar ele alınmış ve teorik envanter modeli geliştirilerek lojistik maliyet analizi modelleri oluşturulmuştur. Lojistik faaliyetlerdeki olası değişiklikler değerlendirilirken tüm sistemin toplam maliyetini dikkate almak önemlidir. İşletmeler lojistik faaliyetlerin maliyetlerini tek tek azaltmak yerine, toplam lojistik maliyeti azaltma yoluna gitmelidirler. Depolama, stok yönetimi, taşıma v.b. gibi tüm lojistik maliyetler birbirleri ile doğrudan bağlantılıdır. Herhangi bir maliyet kaleminde yapılacak bir değişikliğin, daha yüksek bir toplam maliyete sebep olabileceği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

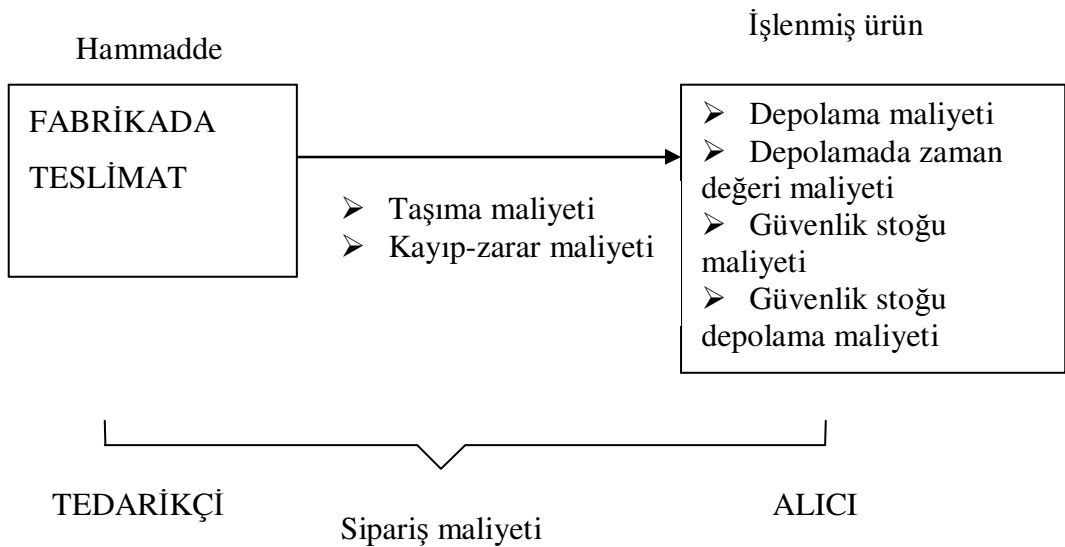
Lojistik maliyeti azaltmada toplam maliyet kavramı olumlu sonuçlar vermekle beraber yalnız başına yeterli değildir. İşletmede, lojistik bir sistem olarak ele alındığında, lojistik maliyetleri bu sistemin girdilerini, nihai tüketiciye sağlanan hizmet düzeyi ise çıktılarını oluşturmaktadır. Hizmet düzeyi, siparişin alınması ile nihai tüketicinin eline geçmesi arasında geçen süre olarak tanımlanabilir. İdeal olan, müşteriye yüksek düzeyde hizmet götürebilmektir. Bir şirketin yüksek kullanım oranları için bir tüketim merkezine büyük miktarda ürün gönderirken 3 PL firmalarından faydalanması ya da daha düşük miktarlarda ürün taşımak için kendi filosundan faydalanması kararı şirketin maliyet yapısını, stok düzeylerini ve müşteriye sunabileceği hizmeti etkilemektedir. Ancak hizmet düzeyinin artırılması, lojistik maliyetlerinin de artması demektir. Halbuki bütün işletmeler maliyetlerinin azalması çabasıdadır. İşletmeler karşılaştıkları bu problemi aşmak amacı ile, en uygun hizmet düzeyini, minimum maliyetle gerçekleştirecek lojistik sistemlerini kurmaya çabalarlar.

Lojistik maliyet analizi, sistem analizi kavramının bir sonucudur. Sistem analizi seçilmiş değişkenlerin bütün sistemdeki etkilerini anlamak için karmaşık ilişkileri analiz eder, iç etkileşimleri inceler. Maliyet analizi, bu sürecin bir uzantısıdır. Şekil 4.8’de sistem analizi kapsamında, lojistik maliyet modeli oluşturmada önce verilen kararlar görülmektedir. Firmalar, rakipleri karşısında avantajlı bir konuma geçebilmek için tedarik sürecini ve lojistik faaliyetlerini iyi yönetmek zorundadırlar. Konuyla ilgili uzmanlar, lojistik sistemini iyi yöneten firmaların lojistik maliyetlerini %15~50 arasında azaltabildiklerini ifade etmektedirler (Bloomberg vd., 2002).



Şekil 4.8. Lojistik maliyet modeli oluşturulurken verilen kararlar (Roberts ve Chiang, 1981)

Lojistiğin faaliyet alanı ve rolü son yıllarda çarpıcı bir şekilde değişmiştir. Geçmişte pazarlama ve imalat gibi temel fonksiyonları destekleyici bir rol oynayan lojistik, günümüzde ise geleneksel taşıma ve depolama faaliyetlerinin ötesinde satın alma, dağıtım, stok yönetimi, paketleme ve hatta müşteri hizmetlerini kapsayan disiplinler arası bir alan halini almıştır. Bir ürünün sipariş verilmesinden nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen süreçte meydana gelen maliyetler, lojistik maliyetler olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.9’da şekilsel gösterimle lojistik zinciri içinde lojistik maliyet kalemleri görülmektedir.

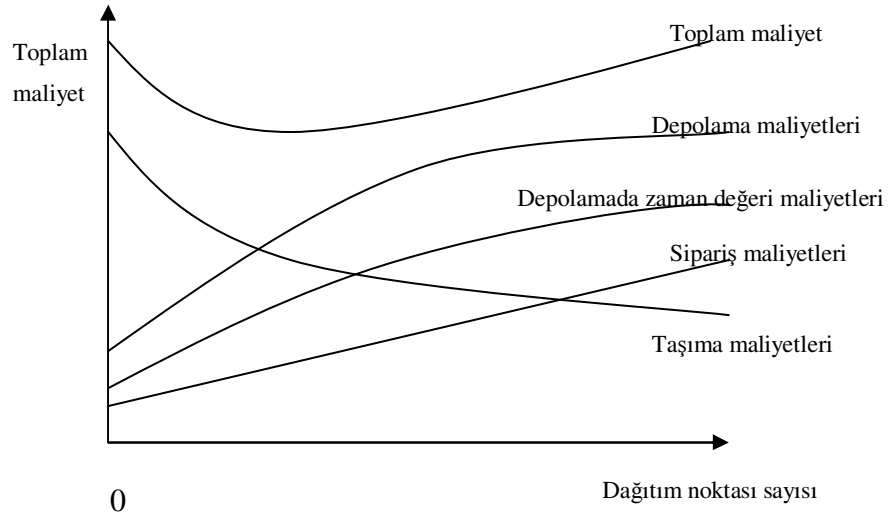


Şekil 4.9 Lojistik zinciri içinde lojistik maliyet kalemleri

Başlıca lojistik maliyet kalemleri şunlardır:

1. Sipariş maliyeti
2. Taşıma maliyeti
3. Depolama maliyeti
4. Depolamada zaman değeri maliyeti
5. Güvenlik stoğu maliyeti
6. Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti
7. Kayıp-zarar maliyeti

Lojistik sistemler, toplam sistem maliyetini minimum yapacak şekilde tasarlanmalıdır. Sipariş, taşıma, depolama ve depolamada zaman değeri maliyetleri dikkate alınarak oluşturulmuş minimum maliyetli bir lojistik sistem Şekil 4.10' da görülmektedir.



Şekil 4.10 Lojistik Maliyetlerin Değişimi (Stock vd., 2001)

Şekil 4.10'da görüleceği üzere, depo sayısının arttırılması taşıma maliyetlerinde bir azalmaya neden olurken, diğer maliyetleri arttırıcı bir etki yapmaktadır. Depolama maliyetlerinin azaltılması durumunda, stoktaki aksaklıklar ve gecikmeler üretim hattının durmasına yol açabilecektir. Lojistik sorumlusu üretim hattını besleyecek hammadde ve diğer girdileri istenilen zamanda ve istenilen miktarda temin etmek durumundadır. Bunu yaparken de depolamada zaman değeri maliyetlerini dikkate almak zorundadır. Stoğa gereğinden fazla bağlanan para bir fırsat maliyetidir. Minimum maliyetli lojistik sistem oluşturulurken, bütün maliyet kalemleri arasındaki ödünleşmeler dikkate alınmalı, mevcut seçenekler arasında optimum koşulları sağlayan seçenek seçilmelidir.

4.7.6.1 Sipariş Maliyeti

Sipariş maliyeti, üretim sisteminin ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin en uygun fiyat ve kalite ile güvenilir kaynaklardan temin edilmesinin, yani sipariş edilen ürünün neden olduğu maliyettir. Sipariş işlerinde lojistik açıdan en önemli olay, müşteri siparişlerinin yerinde ve zamanında müşteriyi memnun edecek bir sonuçla teslim edilmesidir. Sipariş işlemi, sipariş öncesi ve sipariş sonrası başlıca iki kısımdan oluşur. Sipariş işlemi öncesinde yapılan başlıca işlemler şunlardır:

- Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi,
- Sözleşme görüşmeleri,
- Fiyat, kalite ve hizmet karşılaştırılması,
- Satın alınan ürünün alım şeklinin belirlenmesi,
- Satın alınan zamanlanılması,
- Sözleşme koşullarının belirlenmesi.

Ürünün teslimatının takip edilmesi, ürünün teslim alınması, incelenmesi ve ilgili tüm dokümantasyonun yapılması ise sipariş sonrası yapılan işlemlerdir. Tüm bu işlemler için görevli bir ekip gereklidir. Sipariş işlemlerinde görevli ekibin ve işlemlerin gerçekleştirilmesi ile takibinin oluşturduğu maliyetler, sipariş maliyeti oluşturur. Sipariş maliyeti, genellikle siparişin büyüklüğü ile değil, sipariş sayısı ile değişir.

4.7.6.2 Taşıma Maliyeti

Taşıma maliyeti, ürünün iki coğrafi alan arasında hareket için yapılan ödemeler ve yönetimle ilgili yapılan harcamalardır. Bu harcamalar, ürünün taşınması ve elleçlenmesinden kaynaklanmaktadır. Doğrudan aracın giderlerinin yanısıra sözkonusu aşamalarındaki personel giderleri de bu maliyet kaleminin içerisindedir. Taşıma maliyeti, kullanılacak taşıma sistemine bağlı olarak değişir. En ucuz taşıma her zaman en düşük maliyetle sonuçlanmayabilir. Taşıma türünün seçimi, kısa sürede pahalı taşıma yöntemi ya da daha yavaş ancak daha az maliyetli taşıma yöntemi arasında maliyet analizi gerektirir.

4.7.6.3 Depolama Maliyeti

Gerek tedarik sisteminden işletmeye, gerekse işletme içi dağıtım sistemlerinde sürekli bir malzeme hareketi bulunmaktadır. Depolama süreçleri, göndericiden eşyaların alınması ve bu işlemin organizasyonu ile başlamaktadır. Hammaddeler ya da yarı mamülün depoya girmesi, fiziksel depolamanın gerçekleşmesi, ambalajlama-etiketleme-konsolidasyon işlemlerinin yanısıra dağıtım öncesi son kontrollerinin yapılması ve depolanıp son kullanıcıya uygun şekilde ulaştırılması depolama iş süreçlerinin temel halkalarını oluşturmaktadır. Depolama

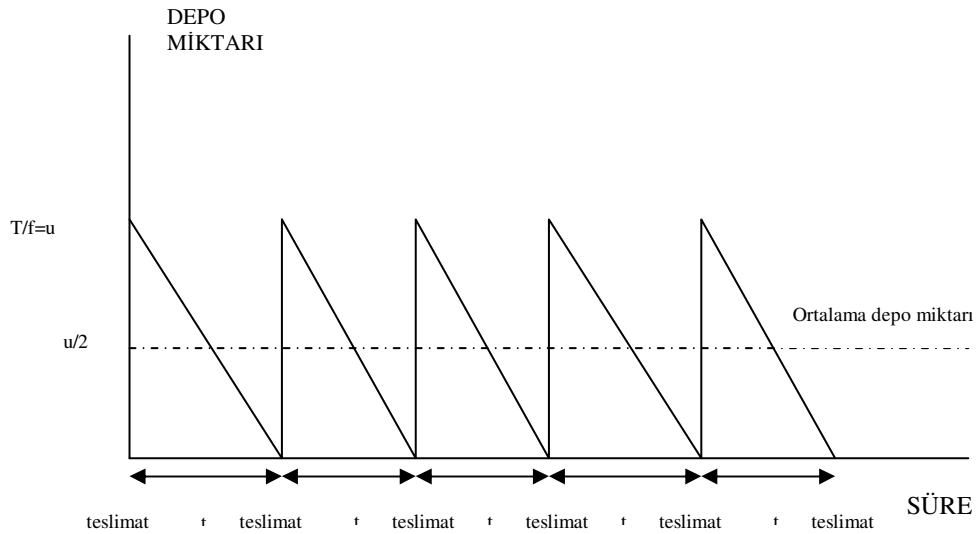
sürecinde ürünün depolarda tutulması ve bu süreçte elleçlenmesi aşamasında ortaya çıkan maliyetler, depolama maliyetini oluşturmaktadır. Varsa kira gideri de, bu maliyet kaleminin içinde yer almaktadır.

4.7.6.4 Depolamada Zaman Değeri Maliyeti

Depolama aşamasında, depoda tutulan ürüne bağlanan para ile yapılabilecek diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir. Literatürde depolamada fırsat maliyeti olarak da geçer. Envanter düzeyine, depolanan ürünün değerine ve yıllık faiz oranına bağlıdır.

4.7.6.5 Güvenlik Stoğu Maliyeti

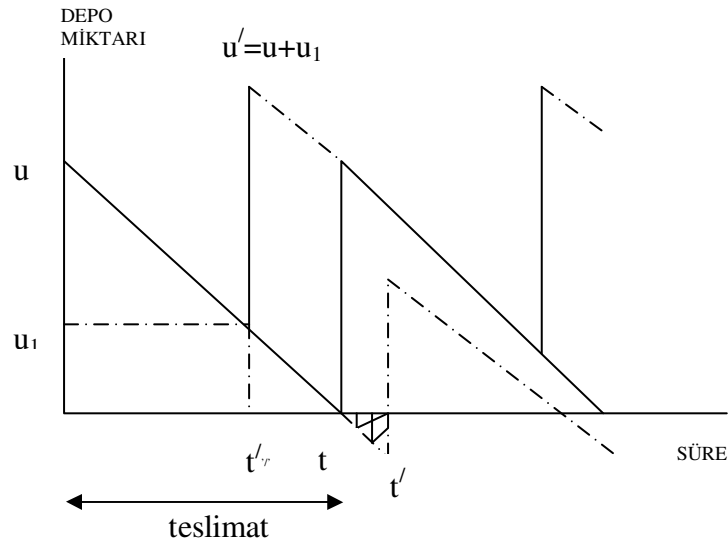
Bir işletmenin güvenlik stoğu bulundurmasının amacı, ortalama talebi aşan veya belirsiz temin sürelerinin olduğu durumlarla karşılaşıldığında yok satma durumuna düşmemektir. Güvenlik stokları, tahmin hatalarını ve aktif stok yenileme teslim gecikmelerini gidermek için kullanılır. Teslimatın düzenli yapılması durumunda depo durumu, Şekil 4.11'deki gibidir.



Şekil 4.11 Teslimatın düzenli yapılması durumunda depo durumu (Kanafani, 1984)

Burada oluşturulan sistemde; t , ürünün bir seferlik taşımada teslimat süresini, T , belirli bir süreç için talep edilen ürün miktarını, f , taşıma frekansını, u ise bir seferde taşınan ürün miktarını göstermektedir. Depoda tutulan ürün miktarı, bir seferde taşınan ürünün yarısı olarak kabul edilmiştir. Modelleme çalışmalarında, depoda tutulan ürün miktarı, bir seferde taşınan ürünün yarısı olarak kabul edilmektedir. Teslimatın düzenli yapılması durumunda, depodaki ürünün bitmesinin hemen ardından yeni ürünün gelmesi, işletmenin stoksuz kalma durumu ile karşılaşmamasını sağlamaktadır. Herhangi bir sebepten dolayı teslimatın

gecikmesi durumunda, Şekil 4.12'deki depo durumu ortaya çıkacaktır.



Şekil 4.12 Teslimatın düzensiz yapılmasında depo durumu (Kanafani, 1984)

Ürün herhangi bir gecikme olmaması durumunda (t) sürede teslim edilmektedir. Teslimat süresinin (t)'den (t') ne çıkması durumunda, taralı alan kadar bir miktar stoksuz kalma durumu ortaya çıkacaktır. Bu şekilde stoksuz kalma durumundan kaçınmak için, ürünün (t) süresinden daha erken olan (t'') süresinde geldiği kabulü yapılarak (u_1) miktarındaki stok depoda güvenlik stoğu olarak tutulur. Güvenlik stoğu miktarının modellenmesi bu esasa dayanmaktadır.

Güvenlik stoğu maliyeti, yük taşımacılığı tür seçimi karar değişkenlerinden güvenilirliği karşılayan maliyet kalemidir. Güvenilirlik bir çok şekilde tanımlanabilir ancak bunların hepsi, doğrudan veya dolaylı olarak mamül veya maddelerin ihtiyaç olduğu yerde beklenen zamanda bulunmasını ölçer. Firma stoksuz kaldığı takdirde satış kaybı, gelecekte oluşabilecek kardan kayıp, işletme içinde makine ve işgünün boş kalması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar. Ayrıca isteği karşılanamayan müşteri, başka firmaya giderse orada kalabilir ve bir kez geri çevrilen bir müşteri kaybedilmiş olabilir. Bu da firmalar için büyük risktir. Bu durumların oluşmaması için, bir miktar ürün güvenlik stoğu olarak tutulur. Güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün depoda tutulmasından ve elleçlenmesinden kaynaklanan depolama maliyetleri, güvenlik stoğu depolama maliyetini oluşturur. Bu maliyet kalemi, taşıma boyutu, ürünün alınacağı yer ve taşıma türü konusundaki seçimden etkilenmektedir.

4.7.6.6 Güvenlik Stoğu Zaman Değeri Maliyeti

Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti, güvenlik stoğu olarak tutulan ürüne bağlanan para ile

yapılabilecek diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir. Literatürde, güvenlik stoğu fırsat maliyeti olarak da geçer. Stoklara bağlanan para işletmenin hareket kabiliyetini kısıtlayacağı için, gerek depolama, gerekse güvenlik stoğu depolama maliyeti işletmeler için önemli maliyet kalemleridir.

4.7.6.7 Kayıp-Zarar Maliyeti

Taşıma türü belirlenirken eşya ve onun hareketi ya da depolanması esnasında oluşabilecek hasarlar hakkında bir ön değerlendirme kaçınılmazdır. Taşıma veya depolama esnasında ürünün zarar görmesinden veya kaybolmasından dolayı ortaya çıkan maliyetler bu maliyet kalemi içindedir.

4.8 Taşımacılık Türü Seçiminin Lojistik Maliyete Göre Modellenmesi

Lojistik maliyete göre yapılan modelleme çalışmalarında, sistemin elemanlarının tek tek minimizasyonundan çok sistemin bir bütün olarak maliyetlerinin minimizasyonu tercih edilen bir durumdur. Lojistik maliyete göre taşımacılık türü seçiminin modellenmesinde başlıca iki yöntem mevcuttur:

1. Deterministik yöntem (Maliyet minimizasyonuna dayalı yöntemler)
2. Stokastik yöntem

4.8.1 Deterministik Lojistik Maliyet Analizi Modeli

Deterministik tür seçimi modeli yaklaşımına göre, lojistik maliyet modelindeki tüm parametreler, tamamen gözlenebilir. Toplam lojistik maliyet modeli şu şekilde ifade edilir:

$$TLM_{ibq} = SM_q + TM_{ibq} + DM_{bq} + DZM_{bq} + GDM_{bq} + GZM_{bq} + KZM_{bq} \quad (4.1)$$

Bu model yapısında simgeler şu değişkenleri göstermektedir:

TLM:Toplam lojistik maliyet

i: Yolculuğun başladığı ter

b:Taşımada kullanılan araç türü

q:Taşıma miktarı

SM:Sipariş maliyeti

TM: Taşıma maliyeti

DM:Depolama maliyeti

DZM:Depolamada zaman değeri maliyeti

GDM:Güvenlik stoğu depolama maliyeti

GZM:Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti

KZM:Taşımada kayıp-zarar maliyeti

Deterministik model yapısına göre, mevcut seçenekler içinde toplam lojistik maliyetin minimum olmasını sağlayan i,b,q kombinasyonunu sağlayan seçenek tercih edilir. Bu durumun TLM eşitliğindeki gösterimi şu şekildedir:

$$TLM_{ibq} = \min_{i,b,q} (SM_q + TM_{ibq} + DM_{bq} + DZM_{bq} + GDM_{bq} + GZM_{bq} + KZM_{bq}) \quad (4.2)$$

Bu durumun istatistiksel ifadesi şu şekildedir:

$$P_r \langle ibq | A \rangle = 1; \quad \text{eğer } TLM_{ibq} \leq TLM_{i'b'q'} \quad \forall_{i'b'q'} \in A \quad (4.3)$$

= 0, aksi taktirde.

Bu ifadede i,b,q lojistik tercihte optimal stratejiyi sağlayan seçenektir. A, olası orjin, taşıma türü ve taşıma miktarı kombinasyonlarını göstermektedir. P_r ise, olayın gerçekleşme olasılığını göstermektedir.

4.8.2 Stokastik Lojistik Maliyet Analizi Modeli

Ayrık tercihe dayalı olan stokastik lojistik maliyet analizi modeli yapısında, gözlenebilen ve gözlenemeyen değişkenlerden oluşan bir yararlılık fonksiyonu mevcuttur. Gözlenebilen değişkenler deterministik, gözlenemeyen değişkenler de stokastik değişkenler olarak adlandırılmaktadır. Deterministik bileşen, dikkate alınan tüm karar değişkenlerinin (zaman, maliyet, vb.) parasal etkilerinin toplamını yani genelleştirilmiş maliyeti simgelemektedir. Stokastik bileşen ise, davranışsal ve olasılıksal etkileri simgelemektedir.

$$w_{ibq} = w_{ibq}^o + w_{ibq}^u \quad \forall_{ibq} \in A \quad (4.4)$$

w_{ibq} : Yararlılık fonksiyonu

w_{ibq}^o : Deterministik bileşen

w_{ibq}^u : Stokastik bileşen

Stokastik tür seçimi modelleri lojit ve probit model olarak ikiye ayrılır. Modelin çıkış noktası, esas olarak; bağımsız değişkenler sürekli değişkenlerin bir karışımı olduğunda, diskriminant analizinin bağımsız değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma uyması gerektiği varsayımının bozulması olarak kabul edilebilir (Allison, 2000). Lojit ve probit modelde stokastik bileşenin istatistiksel bir dağılıma uyduğu varsayılarak seçim ihtimalleri bulunur. Model yapısındaki deterministik bileşenin nasıl bir fonksiyon olacağı ve hangi değişkenleri içereceği gözlemlerle belirlenir. Geri kalan stokastik bileşenin gözlenerek belirlenmesi çok zor ve pahalı bir süreçtir. Bu nedenle w_{ibq}^u 'nın olasılık dağılımının nasıl olacağına önceden karar verilir. Eğer w_{ibq}^u normal dağılırsa probit model, gama veya binom dağılımına uyarsa lojit model elde edilir (Demir, 2005). Lojit modelde parametre tahmininde En Çok Olabilirlik (EÇO) yöntemi kullanılmaktadır. EÇO yöntemi ile modelin çözümlenmesi bir sonraki bölümde incelenmektedir.

5. ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ

Bilimsel araştırmalarda yapılan çalışmaların geçerli ve güvenilir olması için, incelenen olayı etkileyen bütün değişkenlerin birlikte ele alınması gerekir. Araştırmaya konu olan olaylar veya nesneler her bir gözlem için ölçülebilen ya da ölçülemeyen bir veya birden çok değişken tarafından etkilenebilir. İki veya daha çok değişken arasındaki ilişkinin saptanması genellikle iki tür bilgi için gerekli olur. Bunlar; bir değişkene ilişkin gözlem sonuçları yardımı ile diğer değişkenin alabileceği değerlerin ne kadar doğrulukla tahmin edilebileceği ve değişken değerlerinde gözlenen farklılıkların ne dereceye kadar belirleyici bazı etmenlere bağlanabileceğidir. Yani temelde yürütülen mantık, iki rasgele değişkenin birbirine bağımlı olması durumunda, değişkenlerden birinin içerdiği bilginin diğer değişkenin değerini kestirmek için kullanılabileceğidir (Srivastava ve Carter, 1999).

İstatistik analiz yapılırken birden çok değişkenin ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi, gerçek durumu açıklamayabilir, çünkü değişkenlerin ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi, değişkenler arasındaki ilişkileri dikkate almamak demektir. Oysa gözlemlenen bu çok sayıda değişken arasında az veya çok bir ilişkinin olması beklenmektedir. Bu amaçla “Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Yöntemleri” geliştirilmiştir. Çok değişkenli istatistiksel analiz, çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ölçme ve açıklamada kullanılan yöntemler topluluğunu ifade eder (Kachigan, 1982). Günümüzde tek değişkenli istatistiksel analizler yerini, incelenen konu veya olayla ilgili olarak birden fazla özelliğin bir arada ele alınmasına olanak sağlayan çok değişkenli analizlere bırakmıştır.

Araştırmacılar, eldeki verilere bağlı olarak sistemin çalışma kurallarını saptamak isterler; bu nedenle sistemi açıklamaya yarayacak soyut yapılara yönelirler. Bu türdeki soyutlama çalışmaları, model sözcüğü ile tanımlanır. Model, bir olayla ilgili bilgi ya da düşüncelerin belirlenen kurallara bağlı olarak şekillendirilmesidir. Bizim ilgileneceğimiz anlamda model, düşüncelerin matematiksel bir sistemle ifadesidir. Model kavramı altında değişkenler arasındaki ilişkiler sözkonusu olduğunda, işlevsel ve istatistiksel ilişkiler gibi iki farklı yaklaşımı ayırt etmek gerekir. İki değişken arasındaki işlevsel ilişki matematiksel bir eşitlikle belirlenir. İki (ya da daha çok) değişken arasındaki ilişkiyi gösteren denklem, değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini göstermekle kalmaz, değişkenlerden birinin değeri bilindiğinde diğerinin değerinin bilinmesini de sağlar. Bu ilişki, örneğin $Y = f(x)$ şeklinde ifade edilebilir. Bu eşitlikte x bağımsız, Y de bağımlı değişkendir. Bağımsız değişken bilindiği zaman, bağımlı değişkenin değeri kesin olarak bulunur.

İstatistiksel ilişkilerde ise böyle bir kesinlik her zaman ifade edilemez. Bu durumda bağımsız değişkenin bilinen bir değerine karşılık bağımlı değişken, ancak belirli bir hata payı ile tahmin edilebilir. Buna göre bir istatistiksel ilişki; θ parametreyi, ε hata terimini gösterdiğinde, $Y = f(x; \theta) + \varepsilon$ eşitliği ile gösterilir (Tatlıdil, 1996).

Çok değişkenli istatistiksel analiz, istatistik biliminde çok önemli bir yere sahiptir ve tek değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinin yeterli sonuç vermediği durumlarda kullanılan yöntemlerin genel adıdır. Son yıllarda çok değişkenli istatistik analizlerin kullanımı hızla artmaktadır. Çok değişkenli analizler, birden çok özelliğin analizi ile ilgilendiğinden uygulamalarda değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu amaçlardan önemli olan birkaç tanesi; basitleştirme ve boyut indirme, birimlerin sınıflandırılması, bağımlılık yapısının incelenmesi, hipotez testleri ve hipotez oluşturma, sıralama ve ölçekleme şeklinde ifade edilebilir. Çizelge 5.1’de, istatistik biliminde yaygın olarak kullanılan temel çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri görülmektedir.

Çizelge 5.1 Çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri (Kshirsagar, 1991)

Çok değişkenli analiz türü	Kullanım amacı
Konjoint (Conjoint) analizi	Daha çok yeni ya da gözden geçirilen bir ürün ya da hizmetin niteliklerini belirlemek, fiyatların oluşturulmasına yardımcı olmak, satış ya da kullanım düzeyini tahmin etmek ve yeni bir ürün önermek amacıyla kullanılır.
Kümeleme analizi	Gruplaşmamış verileri benzerliklerine göre sınıflandırmak ve uygun, işe yarar, özetleyici bilgiler elde etmek istendiğinde kullanılır.
Lojistik regresyon analizi	Tek bir bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken ile ilişkisinin incelenmesinde kullanılır.
Diskriminant Analizi	Diskriminant fonksiyonları aracılığı ile gruplar arası ayırma en fazla etki eden ayırıcı değişkenleri belirlemede ve hangi gruptan geldiği bilinmeyen bir birimin hangi gruba dahil edileceğini belirlemede kullanılır.
Varyans analizi	Araştırmacının grup cevabının varyansını dikkate alarak hipotezi test etmek için deneysel durumu tasarlamasında iki ya da daha fazla bağımsız değişkenin, birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelemede kullanılır.
Çok boyutlu ölçekleme analizi	Kişisel tercihler, tutumlar, eğilimler, inançlar ve bekleyişler gibi davranışsal verilerin analizinde kullanılır.
Faktör analizi	Birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkeni bir araya getirerek az sayıda, kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (etmenler) bulmak istendiğinde kullanılır.
Kanonik korelasyon analizi	Çoklu regresyon analizinin uzantısıdır.

Genel olarak çok değişkenli analiz yöntemleri, kullanılan bağımlı değişkenlerin sürekli olması esasına dayalıdır. Oysa günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde bazen, sınırlı sayıda değerler alabilen kesikli değişkenler kullanmak gereklidir. Bilimsel araştırmalarda temel olarak iki tip veri kullanılır. Nitel ve nicel veri (Evans, 2003). Nitel veriler davranışlar, özellikler ya da kategorik özelliklerdir ve kesikli değerler alırlar. Kombine taşımacılığı kullanan (0) ve kullanmayan (1) gibi. Nicel veriler ise ağırlık, uzunluk vb. gibi sürekli değerler alan özelliklerdir. Yapılacak analizlerde ne tür veri ve hangi tür ölçeklemenin kullanıldığı analiz tekniğinin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Bağımlı değişkenin nitel yani kategorik bir yapı göstermesi halinde başlıca üç durum söz konusu olmaktadır:

- a) İki değerli değişken (dichotomous ya da binary): Modelin bağımlı değişkeni (Y) olası iki sonuçtan hangisinin ortaya çıktığına bağlı olarak 1 veya 0 değerini alır.
- b) Çok değerli değişken (polytomous): Bağımlı değişken Y çok sayıdaki olumlu sonuçtan hangisinin ortaya çıktığına bağlı olarak değerler alır. Örneğin i şahsı işine özel otomobil ile gider, tren ile gider, otobüs ile gider.
- c) Kısıtlı (limited) bağımlı değişken: Bu durum, yukarıdakileri özel durum olarak kapsar. Örneğin nicel bir bağımlı değişken bir alt veya üst ya da hem alt, hem de üst olarak sınırlandırılabilir. $Y > 1$, $Y < 0$ gibi.

Bağımlı değişkenler bireylerin davranışlarını ifade eden kesikli değerler aldığı ve elde yeterli veri bulunduğu, örnek dışındaki benzer bireylerin davranışlarını tahmin etmeye yönelik bir denklem oluşturulabilir. Burada amaç, bireyi tasvir eden davranışların bir kümesi ile o bireyin verilen bir seçimi yapma olasılığı arasındaki ilişkinin bulunmasıdır.

Çok değişkenli istatistiksel analizde sıklıkla karşılaşılan sorunlardan biri sınıflandırma problemidir. Araştırmacının ilgilendiği gözlemler farklı yığınlardan (gruplardan) geliyor olabilir. Araştırmacı, bir bireyin p sayıda özelliğini ölçtüğünde, elindeki bireyin hangi gruptan geldiğini merak edebilir. Bu durumda sınıflandırma problemi, bireyin p sayıda özelliğini inceleyerek hangi gruptan geldiğine karar verme problemi olarak nitelendirilebilir. Yani araştırmacının amacı, gözlemini belirli bir gruba atamaktır. Gözlemleri gruplara atamak demek, oluşturulacak modelleme çalışması sonucunda tahmin edilen gözlem sonucu ile gerçek gözlem sonucunun birbirleri ile karşılaştırılmasıdır. Mesela bir gözlem için firmanın kombine taşımacılığı seçmesi “0” olarak kodlanmışsa ve modelleme sonucunda da sözkonusu gözlemin tercihi kombine taşımacılık yani “0” olarak bulunuyorsa, bu gözlem için modelleme başarısı %100’dür. Yani böyle bir çalışmada gözlem, “0” ile kodlanmış gruba atanmıştır. Yeni veriler de, oluşturulan model kullanılarak gruplara atanabilir. Anderson’un (2003) belirttiği gibi bu grupların p değişkenli olasılık dağılımlarına sahip oldukları varsayılır. Bu durumda herhangi bir bireyin bu gruplardan gelen bir rassal örnek olduğu söylenebilir. İşte sınıflandırma problemindeki temel soru; “p tane değişkene ilişkin gözlem değerleri bilinen bireyin hangi olasılık dağılımından geldiği”dir. Bu açıdan değerlendirildiğinde sınıflandırma problemi bir istatistiki karar verme sürecidir. Bu süreçte araştırmacı; bireyin hangi gruptan geldiğine karar vermelidir. Bazı durumlarda grupların olasılık dağılımları ve bu dağılımların parametreleri bilinmektedir. Ancak uygulamada genellikle her bir grubun p değişkene ilişkin bir dağılıma sahip olduğu varsayılır ve bu dağılımın parametreleri seçilen örnek aracılığıyla tahmin edilir. Ardından karar verme problemi çözülmeye çalışılır.

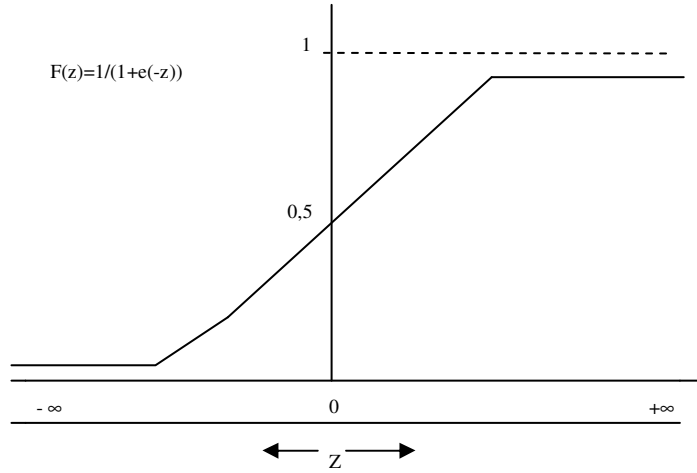
5.1 Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon analizi (LRA), son yıllarda popülerliği gittikçe artan bir regresyon yöntemidir. Lojistik regresyonun kullanım amacı, istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleri ile aynıdır. En az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak şekilde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayabilen ve istatistiki olarak kabul edilebilir bir model kurmaktır. LRA ile, hangi bağımsız değişken/değişkenlerin seçim kararında önemli etmen olduğu ve bu bağımsız değişken/değişkenlerin bağımlı değişkenin değerinin tahmininde ne düzeyde etkide bulundukları belirlenir. Ayrıca LRA, bağımsız değişkenlerin etkilerine dayanarak verilerin sınıflandırılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, olasılık kurallarına uygun olarak verilerin belirli sınıflara atanmasını sağlar. Lojistik regresyon, genelleştirilmiş doğrusal modeller ailesinin özel bir durumudur. Lojistik regresyon modellerinin yaygın bir şekilde kullanılır hale gelmesi, katsayı tahmin yöntemlerinin geliştirilmesi ve lojistik regresyon modellerinin daha ayrıntılı incelenmesine sebep olmuştur. Lojistik regresyon modelleri, son yıllarda biyoloji, tıp, ekonomi, tarım, veterinerlik ve ulaştırma alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Lojistik regresyon temelde bir regresyon yöntemi olmakla beraber varsayımlarda diğer regresyon yöntemlerine göre farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar aynı zamanda bu yöntemin daha çok tercih edilmesini sağlar. Lojistik regresyonda da, doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi bazı değişken değerlerine dayanarak tahmin yapılmaya çalışılır. Genelde bilinen bağımlı değişkenler ölçülebilir nitelikte olup, sürekli bir değişkendir. Ancak her zaman bağımlı değişken ölçülebilir nitelikte olamayabilir. Örneğin ürünün zamanında teslim edilmesinin taşımacılık türü seçiminde etkili bir etmen olup olmadığının belirlenmesi amaçlandığında, öncelikle belirtilmesi gereken, bağımlı değişkenin sürekli bir değişken değil, kesikli bir değişken olduğudur. Bu örnekte bağımlı değişken, kişinin sözkonusu taşıma türünü seçmesi ve seçmemesi olarak ikiye ayrılır yani kesikli, kategorik ya da dikotom olarak tanımlanabilen bir değişkendir. LRA, çeşitli varsayım bozulmaları (normal dağılıma, ortak kovaryansa sahip olmama gibi) durumunda diskriminant analize ve çapraz tablolara bir alternatif olurken, bağımlı değişkenin 0 ve 1 gibi ikili (binary) ya da ikiden çok düzey içeren kesikli değişken (polychotomous) olması durumunda normallik varsayımının bozulması nedeni ile doğrusal regresyon analizine alternatif olmaktadır. Lojistik regresyonu doğrusal regresyondan ayıran en belirgin özellik ise lojistik regresyonda sonuç değişkenin ikili veya çoklu olmasıdır. Lojistik regresyon ve doğrusal regresyon arasındaki bu fark hem parametrik model seçimine, hem de varsayımlara yansımaktadır. Lojistik regresyon modelleri zayıf

ölçekle ölçülmüş değişkenler arasındaki ilişkinin şeklini ortaya koyan modellerdir. Yapılan bir çok çalışmada bağımlı değişken sadece iki sonuca sahiptir. Genellikle üzerinde durulan olayın gerçekleşmesi 1, gerçekleşmemesi ise 0 ile gösterilir. Şekil 5.1’de lojistik fonksiyon eğrisi görülmektedir.

$$F(z_i) = \begin{cases} 1, & \text{i.gözlem ilgili özelliğe sahipse} \\ 0, & \text{i.gözlem ilgili özelliğe sahip değilse} \end{cases}$$



Şekil 5.1 Lojistik fonksiyon (sigmoid) eğrisi (Allison, 2000)

Yukarıdaki şekilde yatay ekseninde yer alan Z 'nin tanım kümesi $(-\infty, +\infty)$ 'dur. Buna karşılık değer kümesi $[0,1]$ 'dir.

$Z \rightarrow -\infty$ iken lojistik fonksiyon $F(z) \rightarrow 0$,

$Z \rightarrow +\infty$ iken lojistik fonksiyon $F(z) \rightarrow 1$ 'dir.

$F(z)$, z 'in tanım aralığından bağımsız bir biçimde $(0,1)$ kümesinin dışına çıkamamaktadır. Bu, LRA'nın popüler olmasının çok önemli bir nedenidir. Çünkü lojistik fonksiyon tahminleri 0 ile 1 aralığında olmak zorundadır.

Araştırmacı bazen bağımsız değişkenler üzerinde denetime sahiptir. Böyle bir imkan söz konusu olduğunda X_i değerlerine karşılık gelen hücrelerdeki birim sayısının asgari 30 olması regresyonun verilere uygunluğunu önemli ölçüde yükseltir (Pindyck ve Rubinfeld, 1985).

Doğrusal regresyon analizi ve LRA arasındaki temel olarak en önemli üç fark şunlardır (Elhan, 1997):

1. Doğrusal regresyon analizinde tahmin edilecek olan bağımlı değişken sürekli iken, LRA'nde bağımlı değişken kesikli bir değer almaktadır.

2. Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri, LRA'nde ise bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilir.
3. Doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişkenin çoklu normal dağılım göstermesi şartı aranırken, LRA'nde böyle bir şart yoktur.

LRA'nde, çok değişkenli normal dağılım varsayımına ihtiyaç duyulmaz. Bu şekilde oluşturulan model yapısında normal dağılım yerine lojistik kümülatif yoğunluk dağılımı kullanılır. LRA'nde kesikli değişkenin hata terimi normal dağılım yerine binom dağılımı gösterir ve bu da doğrusal regresyonda kullanılan tüm istatistiksel testlerin geçersiz olmasına sebebiyet verir. Dolayısıyla bu durumda lojistik regresyonun kullanılması araştırmacıya avantaj sağlar. Ayrıca LRA'nde diskriminant analizindeki varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği şartı da aranmamaktadır. Diskriminant analizinde elde edilen sonuçların sağlıklı olması, diskriminant analizi varsayımlarının gerçekleşmiş olmasına bağlıdır. Diskriminant analizinin normallik ve ortak kovaryansa sahip olmak gibi gerçek hayatta gerçekleşmesi zor olan varsayımları vardır.

Lojistik regresyon analizinin temel prensibi, değişkenler arasında çoklu bağlantı olmadığına dayanmaktadır. Bu durumun sağlanması için, herhangi bir değişkenin diğer değişkenlerin doğrusal kombinasyonu cinsinden yazılamaması gereklidir. Çoklu bağlantı regresyon analizinde katsayıların yanlış tahmin edilmesine, katsayıların standart hatalarının yüksek çıkmasına, yapılan t testlerinin geçersiz olmasına ve modelin tahmin gücünün azalmasına sebebiyet verebilir. LRA'nde de benzer sorunlara yol açabilir. Bu yüzden eğer varsa, çoklu bağlantı durumunun tespit edilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması gereklidir. Bu sorunun tespiti için değişkenler arasındaki korelasyonlara bakmak gereklidir. Yüksek korelasyon çoklu bağlantıya işaret eder. Çoklu bağlantı katsayıların yanlış tahmin edilmesine, standart hatanın artmasına dolayısıyla Wald testinin geçersiz olmasına neden olabilir. Ayrıca doğrusal regresyonun varsayımları olan bütün ilişkili bağımsız değişkenlerin modele alınması buna karşın ilişkisiz bağımsız değişkenlerin modelden çıkarılması, hata terimlerinin birbirinden bağımsız olması gibi varsayımlar lojistik regresyon analizi için de geçerlidir (Hair vd.,1992).

Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri kestirilirken, LRA'nde bağımlı değişkenin alacağı değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı kestirilir. Bu değişkenin 1 değerini alması olasılığını p_i ; almaması olasılığını $1-p_i$ ile gösterelim.

Bu olasılık değeri, aşağıdaki bağıntı ile elde edilir.

$$P_i = F(\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ij}) = F(Z_i) \quad (5.5)$$

Burada F, herhangi bir birikimli olasılık fonksiyonunu temsil etmektedir. Lojit fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir.

$$F(Z_i) = 1/(1 + e^{-Z_i}) = 1/(1 + e^{-(\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ij})}) \quad (5.6)$$

veya $F(Z_i) = e^{(Z_i)} / (1 + e^{(Z_i)})$ olarak da ifade edilebilir. Lojistik regresyon modelinin temeli olasılık oranına (odds ratio) dayanır. Olasılık oranı, bir olayın gerçekleşmesi olasılığı ile söz konusu olayın gerçekleşmemesi olasılığını karşılaştırır. Böylece lojistik regresyon modeli, olasılık oranının logaritması alınarak elde edilir.

Dolayısıyla; $\log[F(Z_i)/(1 - F(Z_i))] = Z_i$ veya

$$\log[F(Z_i)/(1 - F(Z_i))] = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ij} \quad (5.7)$$

ifadeleri elde edilebilir.

Yukarıdaki ifadelerde, “ β ” model katsayıları, “X” ise açıklayıcı değişkenlerdir. Eğer $F(Z_i) = P_i = \text{Pr ob}(Y_i = 1)$ olarak ifade edilecek olursa lojistik regresyon modeli için

$$L_i = \text{Log } P_i / (1 - P_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ij} \quad (5.8)$$

eşitliğine erişilecektir. Yukarıda prob ($Y_i = 1$) ifadesi, bağımlı değişkenin değerinin 1 olması olasılığını göstermektedir. Mesela eğer taşıma türü tercihinde kombine taşımacılığı seçme = 0; doğrudan karayolu taşımacılığını seçme = 1 olarak alınırsa yukarıdaki ifade doğrudan karayolu taşımacılığını seçme olasılığını, tersi durum da kombine taşımacılığı seçme olasılığını gösterecektir.

Lojistik regresyon modelinin bazı özellikleri şunlardır:

- P_i , 0’den 1’e giderken L (Lojit P)’de $-\infty$ ile $+\infty$ ’a doğru değişir. Yani olasılıklar (zorunlu olarak) 0 ile 1 arasında yer alırken, lojitler bu şekilde sınırlı değildir.
- L, x’e göre doğrusal olmakla birlikte olasılıkların kendileri böyle değildir. Bu özellik, olasılıkların x ile birlikte doğrusal olarak arttığı doğrusal olasılık modelleri ile zıttır.

- Doğrusal olasılık modeli P_i 'nin x ile doğrusal ilişki içinde olduğunu varsayarken, lojit model log-fark oranının x ile doğrusal ilişkide olduğunu varsayar.
- Eğer $P < 0,5$ ise $L < 0$ ve eğer $P > 0,5$ ise $L > 0$ olur.

Lojistik regresyon analizinin uygulamadaki adımları aşağıdaki gibidir:

1. Birincil grup üyelikleri belirlenir. Mesela taşımacılık için, karayolu taşımacılığı ve kombine taşımacılıktan oluşan 2 grup üyeliği sözkonusudur.
2. Modele girecek değişkenler belirlenir. Bu amaçla önsel bilgidan ya da istatistiksel tekniklerden yararlanılabilir. Lojistik modele dahil edilecek bağımsız değişkenler, tek değişkenli lojistik regresyon analizi ile belirlendikten sonra, çok değişkenli modele dahil edilen herbir değişkenin önemliliği gösterilmelidir. Bunun için tüm değişkenler ilk olarak tek tek lojistik regresyon analizine sokulur. O-O (Olabilirlik Oranı) ve Wald testi sonuçlarına göre modele dahil edilecek değişkenler belirlenir.
3. Değişkenler arasında çoklu bağlantının olup olmadığı incelenir. Bu amaçla birleştirilmiş grup içi korelasyon matrisi incelenir. Bu matristeki korelasyon değerleri mutlak değerce %75'den büyük ise değişkenlerden bir kısmının atılması gerekir (Özgür, 2003). Korelasyon matrisinin yanısıra Wald testi sonuçları da korelasyon ilişkileri hakkında bilgi verir. Bu adımın sonunda değişken kümesi belirlenmiş olur.
4. Modele katılması uygun olan tüm değişkenlere lojistik regresyon analizi uygulanır. Modelin parametreleri en çok olabilirlik yöntemi (maximum likelihood method) ile tahmin edilir. Ardından modelin tümünün anlamlılığı olabilirlik oranı ile test edilir. Model anlamlı değilse analize son verilir. Eğer model anlamlı bulunursa diğer aşamaya geçilir.
5. Sınama, değerlendirme ve başarıml ölçütlerine göre model parametreleri test edilir.
6. Tahmin edilen model parametreleri kullanılarak, her bir gözlemin hangi gruptan geldiği tahmin edilir.
7. Modelin uyum iyiliği kabul edilebilir düzeyde ise 5. aşamadaki grup tahminleri kullanılabilir. Aksi halde 2. aşamaya geçilerek modele girecek değişkenler yeniden gözden geçirilir ve işlemler tekrar edilir.

5.1.1 En Çok Olabilirlik Yöntemi

Doğrusal regresyonda bilinmeyen parametreleri bulmak için sıklıkla kullanılan yöntem, en küçük kareler (EKK) yöntemidir. Bu yöntemle modele göre tahmin edilen Y değerlerinin

gözlemlenen değerlerden sapmalarının karelerin toplamını minimize edecek β değerleri elde edilir. En küçük kareler yöntemi bilinen varsayımlar altında en iyi sonuçları verir. Ancak iş bağımlı değişkenin kesikli olması durumuna gelince en küçük kareler yöntemi aynı varsayımları sağlamaktan uzak kalır (Menard, 1995).

Lojistik modelde parametrelerin tahmin edilmesi için çeşitli yöntemler ortaya atılmıştır. Bu yöntemler en çok olabilirlik yöntemi (maximum likelihood method), yeniden ağırlıklandırılmış iteratif en küçük kareler yöntemi (reweighted iterative least square) ve tekrarlı veri durumunda kullanılan Lojit Ki-Kare (minimum logit chi-square) yöntemidir. Bu yöntemler arasında en çok kullanılan en çok olabilirlik tahmin yöntemi (EÇO)'dur. Bu durumun başlıca sebebi, uygulamadaki kolaylığı ve bu yönetime yönelik yazılmış olan istatistik bilgisayar programlarının çokluğudur. Bu nedenle doktora tezi çalışmasında, parametrelerin tahmin edilmesinde en çok olabilirlik tahmin yöntemi kullanılmıştır.

Bir lojistik modelde parametrelerin tahmininde kullanılabilecek iki alternatif EÇO tahmin tekniği bulunmaktadır. Bunlar koşulsuz ve koşullu yöntemdir. Modelde tahmin edilecek parametrelerin sayısı, gözlem sayısından küçükse koşulsuz EÇO tahmin yöntemi, büyükse koşullu EÇO tahmin yöntemi kullanılır. Uygulamada genellikle gözlem sayısı tahmin edilmek istenen parametre sayısından büyük olmaktadır. Bu sebeple koşulsuz EÇO tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Koşullu EÇO tahmin yönteminin kullanılması gereken bir yerde koşulsuz EÇO tahmin yönteminin kullanılması yanlış sonuçlar verir. Koşullu EÇO ise her zaman uygundur fakat çok fazla matematiksel işlem gerektirir ve istatistik paket programlarında çalıştırılması uzun sürdüğünden pek tercih edilmez. Bu nedenle EÇO yöntemi denilince, akla genellikle koşulsuz EÇO yöntemi gelir (Allison, 2000).

Olasılık modellerinde denklemin sol tarafında bulunan ve P_i diye belirtilen olasılık, $P(y=1, x)$ 'tir. Lojistik regresyon analizinde Y 'nin 0 ve 1 gibi iki değer alabileceği düşünülürse, her bir gözlemin P_i parametresi ile Bernoulli dağılacığı anlaşılır. Ancak modelde 1 değil, n adet gözlem vardır. Bu n adet gözlem birbirinden bağımsızdır. Bu n hacimlik örnekleme gözlemlene olasılığı, gözlemlerin bağımsızlığı sebebi ile aşağıdaki gibi yazılır (Menard, 1995):

$$P(y / x) = \prod_{i=1}^n P_i^{Y_i} \cdot (1 - P_i)^{1-Y_i} \quad (5.9)$$

Bu ifade, olabilirlik fonksiyonunun tanımıdır. EÇO yöntemi, y 'yi gözlemlene olabilirliğini maksimum yapan bir parametre tahmini seçmeye dayanır. Bu sebeple $\hat{\beta}$ 'nin her bir değeri

için olabilirlik fonksiyon değeri elde edilir. Bu fonksiyonu maksimum yapan $\hat{\beta}$ değeri $\tilde{\beta}$ olarak seçilir. Doğrusal EKK yönteminde karesel hatalar toplamı hesaplanmakta ve her bir parametre tahminine göre birinci dereceden türev alınıp sıfıra eşitlenmekte ve $\hat{\beta}$ 'lar bulunmaktadır. EÇO tahmin yönteminde olabilirlik fonksiyonu için çalışma yapılmaktadır. Lojistik modelin olabilirlik fonksiyonu, biraz önce verilen ifadede P_i 'nin yerine koyulması ile bulunur.

$$L(Y / x, \beta) = \prod_{i=1}^n \left[\frac{\exp(\sum \hat{\beta}_k \cdot x_{ik})}{1 + \exp(\sum \hat{\beta}_k \cdot x_{ik})} \right]^{Y_i} \left[\frac{1}{1 + \exp(\sum \hat{\beta}_k \cdot x_{ik})} \right]^{1-Y_i} \quad (5.10)$$

Daha sonra işlem kolaylığı sağlaması amacı ile logaritma alınır. Sonuçta lojistik modelin olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi çıkar (Menard ,1995):

$$\log[L(Y / x, \beta)] = \sum_{i=1}^n [Y_i \cdot \log P_i + (1 - Y_i) \cdot \log(1 - P_i)] \quad (5.11)$$

Bulunmaya çalışılan olabilirlik fonksiyonunu maksimize eden bu değer, bu fonksiyonun logaritmasını da maksimize edecektir. Yukarıdaki ifadenin β 'ya göre türevlerinin alınması ile olabilirlik denklemleri elde edilir, bu denklemlerin sıfıra eşitlenmesi ile $\hat{\beta}$ kestirim değerleri bulunur (Allison, 2000). Olabilirlik eşitlikleri $\hat{\beta}$ 'da doğrusal olmadığından, tek adımda kesin çözüm elde edilemez, iteratif çözümleme gerekir. İteratif çözümlemede öncelikle β 'lara başlangıç değerleri verilir, ilk kestirimler bulunur. Elde edilen ilk kestirimlerde δ kadar ayarlamalar yapılır, türevler alınır ve EÇO kestirimleri elde edilir. δ düzeltme terimleri iterasyon değerlerini değiştirmedeği zaman yakınsama sağlanmıştır, işlemler durdurulur. Az sayıda iterasyon ile en iyi çözüme ulaşmak istenir. İterasyon sayısının az olması, β 'nın başlangıç değerlerinin iyi seçilmesine bağlıdır.

EÇO yönteminin katsayı belirlenmesinde çok tercih edilmesinin sebebi, büyük hacimli örneklerde tahmincinin iyi özelliklere sahip olmasıdır. EÇO tahmin edicileri asimptotik, asimptotik etkin, asimptotik yansız ve asimptotik normaldir. Tahminlerin örnekleme dağılımının büyük hacimli örneklerde normale yakın olması, güven aralıkları oluşturulması konusunda normal ve χ^2 dağılımlarının kullanılmasına olanak verir (Allison, 2000).

5.2 Lojistik Regresyon Analizinde Sınama, Değerlendirme ve Başarım Ölçütleri

Modelde katsayılar tahmin edildikten sonra modelin güvenilirliğinin test edilmesi aşamasına

gelinir. Modelde bulunması gereken tüm değişkenler modele alındıktan sonra, modelin yanıt değişkenini açıklamada etkinliğini araştırmaya uyum iyiliği kontrolü denir (Menard, 1995). Bunun için bağımsız değişkenin açıklanan değişkenlerle gerçekten önemli derecede ilişkili olup olmadığını tespit etmek için istatistiksel hipotezler oluşturulup test edilir. Bu testlerin uygulanma yöntemi genel olup modelden modele küçük farklılıklar gösterir. LRA'da sonuçları test etmek için kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmaktadır.

5.2.1 (-2 LogL) İstatistiği

Burada modelin verileri iyi temsil edip etmediği gösterilir. Yani modelin kullanılması ile elde edilen tahmin edilen sonuçlarının, verilerin toplanması aşamasında elde edilmiş olan tahminlerle uyuşup uyuşmadığını kontrol eder. Modelin genel geçerliliğini test eden sıfır ve karşıt hipotezler şu şekildedir:

H_0 : Teorik model verileri iyi temsil etmektedir.

H_1 : Teorik model verileri iyi temsil edememektedir.

Modelin geçerli olabilmesi için sıfır hipotezinin kabul edilmesi gerekmektedir. Bunun için kullanılan istatistik, EÇO yöntemine dayanmaktadır. H_0 ve H_1 hipotezlerinin sınanmasında, LogL (log-likelihood) istatistiğinin dönüştürülmüş şekli olan -2LogL istatistiği kullanılmaktadır. L istatistiği 1'den küçük ve negatif bir değere sahiptir, bu değer -2 ile çarpılması pozitif bir değer elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca L değeri -2 ile çarpıldığı zaman χ^2 dağılımına yakınsama göstermektedir. Modelin verileri tam temsil etmesi durumunda, L istatistiğinin 1'e, buna bağlı olarak -2LogL istatistiğinin 0' a eşit olması gerekmektedir.

- 2 LogL istatistiğinin teorik olarak en mükemmel modelde sıfır'a eşit olması gerekmektedir ancak çalışma kapsamında incelenen hiç bir modelleme çalışmasında, bu istatistik değerinin sıfıra eşit ya da çok yakın olduğu görülmemiştir. Bu nedenle daha küçük -2 LogL istatistiği, her zaman daha iyi bir modeli göstermektedir. Yani daha küçük -2LogL değerine sahip olan teorik model, verileri daha iyi temsil etmektedir.

5.2.2 Olabilirlik Oranı Testi

Lojistik regresyon modellerinde X_i parametresinin katsayılarının anlamlı olup olmadığını değerlendirmek çok önemlidir. Kullanılacak test yöntemi, en çok olabilirlik tahmininin genelleştirilmiş bir şeklidir. Büyük örnekler durumunda uygulanabilen bu test, *olabilirlik*

oranı (OO) testi olarak adlandırılır (Omnibus test tablosu).

Genel model,

$$L_i = [1 + e^{(-\beta'X)}]^{-1} \quad (5.12)$$

şeklindedir. Bu modelde,

$$\beta'X = \beta_0 + \beta_1X_1 + \dots + \beta_{p-1}X_{p-1} \quad (5.13)$$

olur. Model için bulunacak en çok olabilirlik tahminlerini b_F ile gösterelim. Olabilirlik fonksiyonunu $L(\beta)$ ile gösterdiğimizde $\beta = b_F$ olur. Genel modelde olabilirlik fonksiyonunun bu değerini $L(F)$ ile gösterelim. Burada $L(F)$, üst olabilirlik değeridir, yani bu değer, EÇO yöntemine göre katsayıların kestirildiği noktadır.

Test edilecek hipotezler,

$$H_0: \beta_q = \beta_{q+1} = \dots = \beta_p = 0$$

H_1 : En az bir β değeri sıfırdan farklıdır.

Tüm katsayıların sıfıra eşit olduğu değer yani kısıtlanmış olabilirlik değeri de şu şekilde hesaplanır:

$$L_i = [1 + e^{(-\beta'_R X)}]^{-1} \quad (5.14)$$

şeklindedir. Bu modelde,

$$\beta'_R = \beta_0 + \beta_1X_1 + \dots + \beta_{q-1}X_{q-1} \quad (5.15)$$

olarak yazılır.

Kısıtlanmış model için maksimum olabilirlik tahminleri b_R ile gösterilir. $\beta_R = b_R$ olduğunda q adet parametre ihtiva eden kısıtlanmış model için olabilirlik tahmini tarif edebiliriz. Olabilirlik fonksiyonunun bu değeri $L(R)$ ile gösterilecektir. $L(R)$ değeri $L(F)$ değerini hiçbir zaman geçemez. Bu sebeple $L(R)$ değeri $L(F)$ değerine yaklaştığında ilave parametreler olabilirliği fazlaca artırmayacakları için H_0 hipotezinin doğru olduğuna karar verilir. $L(R)$ değeri $L(F)$ değerinden yeterince küçük olursa H_1 hipotezinin doğru olduğuna karar verilir.

Test istatistiği χ^2 gösterildiğinde,

$$X^2 = 2 \log_e \left[\frac{L(R)}{L(F)} \right] = -2 [\log_e L(R) - \log_e L(F)] \quad (5.16)$$

olur. Örnek hacmi yeterince büyük olduğunda H_0 hipotezi doğru ise χ^2 istatistiği yaklaşık olarak $\chi^2_{(1-\alpha; p-q)}$ şeklinde dağılım gösterir. Serbestlik derecesi, sabit terim hariç kullanılan bağımsız değişken sayısına bağlıdır. Böylece $\chi^2 \leq \chi^2_{(1-\alpha; p-q)}$ olduğunda H_0 hipotezi kabul edilirken, $\chi^2 > \chi^2_{(1-\alpha; p-q)}$ olduğunda H_1 hipotezi kabul edilir. H_0 hipotezinin kabul edilmesi, modelin başarısız olduğuna işaret eder, yani bulunan katsayılar anlamsızdır. Sıfır hipotezini ret etmek için bulunacak χ^2 değerleri, ilgili serbestlik derecesine göre aşağıdaki çizelgede verilen χ^2 değerlerinden büyük olmalıdır

Çizelge 5.2 Serbestlik derecesine göre χ^2 değerleri (Demir, 2005)

Serbestlik derecesi	1	2	3	4	5
χ^2 değeri	3,8415	5,9915	7,8147	9,4877	11,0705

5.2.3 Wald Testi

Büyük örnekler için lojistik regresyon katsayılarının anlamlılık testleri, χ^2 dağılımına uyan Wald istatistiği ile yapılmaktadır. Wald testi, yapılan tahminin güvenilirlik derecesini göstermektedir. Bu test, bir nevi O-O testinin sağlaması niteliğindedir. Wald istatistiğinde test edilen hipotezler şu şekildedir:

H_0 : Katsayılar anlamsızdır.

H_1 : Katsayılar anlamlıdır.

Serbestlik derecesi bire eşit olan bir bağımsız değişkenin Wald istatistiği, ilgili değişkenin lojistik regresyon katsayısının, standart sapmasına oranının karesine eşittir.

$$Wald = \left[\frac{\beta}{SE(\beta)} \right]^2 \quad (5.17)$$

Burada hesaplanan Wald değeri, %5 güvenlik düzeyinde t değerinin karşılığıdır. Ancak hipotezin sınanması, t dağılımı değil χ^2 dağılımına göre yapılır. Kategorik değişkenlerin Wald istatistiği, grup sayısının 1 eksiği ($df=G-1$) ile χ^2 dağılımına uymaktadır. Yani %5 güven düzeyinde Wald değerinin 1 serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 3,8415'den büyük olması ve değişkenlerin anlamlılık düzeylerinin uygun olması, H_0 hipotezinin red edilmesi anlamına

gelmektedir.

Yapılan tez çalışmasında lojistik regresyon katsayılarının tahmini, % 5 anlamlılık düzeyine göre yapıldığı için, Wald istatistiğinin anlamlılık düzeyi değeri, %5 anlamlılık düzeyi ile kıyaslanarak her bir regresyon katsayısının anlamlı olup olmadığı belirlenecektir. Wald istatistiğinin anlamlılık düzeyi 0,05'den büyükse, sözkonusu değişken modele alınmaz yani H_0 hipotezi kabul edilir.

5.2.4 Hosmer-Lemeshow İstatistiği

1989 yılında Hosmer ve Lemeshow tarafından geliştirilmiş bir istatistiktir. Tahmin edilmiş modele ve tahmin edilmiş olasılıklara dayanır. Kurulan çok değişkenli lojistik regresyon modelinin uyum iyiliğine karar vermek için, tercihlere ait gözlenen ve beklenen frekanslar kullanılarak Hosmer-Lemeshow C_g istatistiği değeri hesaplanır (Hosmer ve Lemeshow, 1995). Bu istatistikle şu hipotezler kontrol edilir:

H_0 : Model verilere yeterli ve sağlıklı bir şekilde uymaktadır.

H_1 : Model uygun değildir.

C_g değeri, $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde beş serbestlik dereceli χ^2 değerinden küçükse, modelin uyumu oldukça iyidir. Ayrıca Hosmer-Lemeshow istatistiğinin sonuçlarını veren tabloda sig. değeri, kuyruk olasılık değeridir. Bu değer anlamlılık düzeyi olan 0,05' den büyükse ve χ^2 şartı sağlanıyorsa H_0 hipotezi kabul edilir.

5.2.5 Modelin Genel Başarım Göstergesi

Modelin genel başarımının ölçülmesinde, sınıflandırma tablosu sonuçlarından faydalanılır. Sınıflandırma tablosu hazırlanırken, ilk olarak bir kritik değer (cut-off value) varsayımı yapılır. Bu kritik değer, genellikle %50 olarak varsayılmaktadır. Modellemede bulunan sonuçlar ile gerçek ölçüm sonuçları karşılaştırılarak, her bir tercih için %-doğru tahmin göstergesi belirlenir.

Çizelge 5.3 Modelin genel başarımını sınıflandırma tablosu (Menard, 1995)

Gözlenen			Tahmin edilen		
			SEÇİM		
			0	1	
Adım 1	SEÇİM	0	a	b	a / (a+b)
		1	c	d	d / (c+d)
	Genel % doğru				(a+d) / (a+b+c+d)

Genel başarımlı ölçümü kritik değeri 0,500

5.2.6 R² Analizi

Çoklu doğrusal regresyon modelinde R² (belirlilik) katsayısı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini gösterir. Bu katsayı tam olarak, bağımlı değişkenin yüzde kaçının modele dahil edilen bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını gösterir. Doğrusal regresyon analizindeki R² istatistiğine benzeyen ve geniş kabul gören bir istatistik, lojistik regresyon analizinden bulunmamaktadır. Doğrusal regresyon analizinde R², bağımlı değişkenin açıklanan varyansının yüzdesini göstermektedir. Ancak lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkeninin varyansı, bu değişkenin olasılık dağılımına (frekans dağılımına) bağlıdır. Bu nedenle regresyon analizindeki R² değeri ile lojistik regresyon analizindeki R² değerini karşılaştırmak uygun değildir. Bununla beraber literatürde lojistik regresyon analizi için bir kaç R² istatistiğine yer verilmektedir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan iki tanesi şunlardır (Kleinbaum, 1994):

1. COX VE SNELL R² : Olabilirlik esasına göre çoklu R² istatistiğine benzemektedir. İstatistiğin maksimum değerinin genelde 1'den küçük olması, bu istatistiğin yorumunu güçleştirmektedir. Mesela, bu değer %88 olması, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında yaklaşık %88'lik bir ilişki olduğunu gösterir.
2. NAGELKERKE R² : Bu istatistiğin ilk geliştirilme amacı, Cox ve Snell R² istatistiğinin 0-1 arasında değerler almasını sağlamaktır. Daha sonra bu istatistik geliştirilerek, kendi başına bir ölçüm istatistiği haline getirilmiştir.

5.2.7 Bahis (Üstünlük) Oranı-Odds Ratio Testi

Bağımsız değişkenin olasılık üzerindeki etkisini ölçmeye yarar. Uluslararası literatürde odds

ratio olarak tanımlanan, yapılan araştırmalar sonucu dilimizde bahis (üstünlük) oranı ismi verilen istatistik, herhangi bir olayda tercih etmenin tercih etmemeye oranını göstermektedir ve şu şekilde ifade edilir: $P / 1-P$ Mesela bahis oranının 2'ye eşit olduğu bir durum, incelenmekte olan iki olaydan birisinin diğerine göre 2 kat daha fazla tercih edildiğini gösterir (Green vd., 1998).

Bahis oranı, bir olayda bağımsız değişkenin bir birim artması durumunda, olma olasılığının olmama olasılığına göre ne kadar arttığını söylemeye yarar. Tez çalışmasında kullanılan SPSS paket programında $\text{Exp}(B)$ ile gösterilen bahis oranı için üç durum sözkonusudur:

1. $\text{Exp}(B) < 1$ ise, değişken arttığında olma olasılığı azalmaktadır.
2. $\text{Exp}(B) = 1$ ise, ilgili değişken arttığında olma olasılığı değişmemektedir. Değişkenin modele katkısı yoktur.
3. $\text{Exp}(B) > 1$ ise, ilgili değişken arttığında olma olasılığı artmaktadır.

5.2.8 Tahmin Gücü Eğrisi (ROC Eğrisi)

ROC eğrisi, istatistiksel analiz sonucu oluşturulan modelin başarımlarının değerlendirilmesi ve birden fazla model seçeneğinin olduğu durumlarda, bu modellerin birbirleri ile kıyaslanması için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yani ROC eğrisi, modelin tahmin başarımlarını gösterir. ROC eğrisi oluştururken, ilk olarak eşik değeri belirlenir. Ulaştırma ile ilgili çalışmalarda eşik değer 0,5 olarak seçildiği için buradaki tez çalışmasında da eşik değeri 0,5 seçilmiştir. ROC eğrisinin çizildiği diyagramda düşey eksen duyarlılığı (sensitivity), yatay eksen belirginliği (specificity) göstermektedir. Duyarlılık karayolu seçimini doğru tahmin etme oranını, belirginlik ise kombine taşımacılığı doğru tahmin etme oranını göstermektedir.

ROC eğrisinin altında kalan alan, gözlenen olasılıklar ile modelde tahmin edilen olasılıkların dağılımını gösterir. ROC eğrisi altında kalan alan $A = F(b / \sqrt{1+a^2})$ eşitliği ile hesaplanır. Burada F, kümülatif standart normal dağılım fonksiyonu, a eğim ve b sabit katsayılarıdır. Alanın 0,5'e eşit olması, modelin tahmin başarımının çok kötü olduğunu gösterir. Alan büyüdükçe, tahmin başarımı artar.

6. ÖNERİLEN TÜR SEÇİM MODELİ

Yük taşımacılığı, ekonomik kaynakların kullanımında vazgeçilmez bir araç olduğundan dolayı, ülke ekonomileri için çok önemli bir sektördür. Taşımacılık alanında sadece iki nokta arasındaki mal ve araç hareketi anlayışı, zamanla yerini tedarikçilerden üreticilere, oradan da dağıtım kanallarına ve sonrasında müşterilere kadar uzanan bir zincire bırakmıştır. Yani taşımacılık faaliyeti, lojistik zincirinin bir parçası olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle tez çalışmasında yük taşımacılığı sistemi, lojistik zinciri kapsamında ele alınmış ve lojistik maliyete dayalı lojit yapıda tür seçim modelleri oluşturulmuştur. Modellerin kalibrasyonunda, Antalya ili ve çevresine karayolu ve kombine taşımacılıkla gerçekleştirilen seramik taşımacılığı verileri kullanılmıştır. Sözkonusu veriler anket yolu ile elde edilmiştir. SPSS paket programı ile yapılan lojistik regresyon analizinin sonucunda, en başarılı bulunan model, müşteri tercihiine göre lojistik maliyete dayalı tür seçim modeli olarak seçilmiştir. Seçilen modele uygulanan duyarlılık analizi ile karayolu-kombine yük taşımacılığında tür seçiminde en etkili etmenler belirlenmiştir.

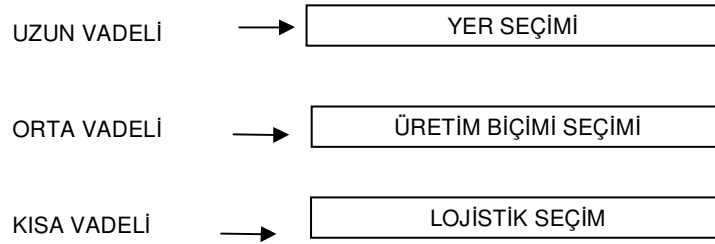
6.1 Araştırmanın Aşamaları

Tez çalışmasının başlangıcında kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Bu aşamada yük taşımacılığı sistemleri incelenmiş, yük talep tahmini modelleri araştırılmıştır. Çeşitli ülkelerin yük modellemesi çalışmaları incelenmiştir. Türkiye’de taşımacılık sistemleri incelenmiştir. Türkiye’de yurtiçi yük taşımacılığı ve bu konu ile ilgili veriler incelendiğinde, karayolunun payının son derece fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak karayolu taşımacılığı ile ilgili sağlıklı verilere ulaşılamamıştır. Karayolu taşımacılığındaki veri eksikliğinin, tez açısından çok büyük handicap oluşturacağı durumu ortaya çıkmıştır. Yurtiçi yük taşımacılığında özellikle karayolu taşımacılığı için düzgün bir veri tabanının ancak tez çalışmasının başlangıcından 10 yıl sonra, 2005 yılında yürürlüğe giren Karayolu Taşıma Yasası’nın getirdiği sonuçlar olarak oluşturulabileceği öğrenilmiştir. Denizyolu taşımacılığında ise yurtdışı taşımacılığının büyük kısmının kombine taşımacılıkla yapılmasına karşın, yurtiçi taşımacılıkta bu türün hemen hemen hiç kullanılmadığı görülmüştür. Zaten yurtiçi taşımacılıkta denizyolunun payı son derece azdır. Demiryolu taşımacılığında ise diğer iki taşımacılık türüne göre nispeten daha düzenli veri olduğu görülmüştür.

Tez çalışmasında, firma bazında modelleme yapılmıştır. Böyle bir tercih yapılmasının en büyük sebebi, yük taşımacılığında veritabanı eksikliğidir. Birçok ülkede yük modellemesi çalışması, ülke çapında yük taşımacılığı ağlarının verilerine dayanılarak yapılmaktadır.

Ülkemizde, özellikle karayolu taşımacılığında, düzenli bir veritabanı bulunmamaktadır. Bu nedenle firma bazında modelleme yapılarak, belli bir güzergah için verilerin anket yolu ile elde edilmesi tercih edilmiştir. Bu yöntem, son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Anket yöntemi ile, modelleme çalışmasında kalibrasyonda kullanılacak bir veri tabanı elde etmenin mümkün olacağı öngörülmüştür.

Yük talebinin firma bazında modellenmesinde üç tip tercih vardır.



Şekil 6.1. Firma bazlı yük talebi modellemesinde tercihler (Roberts vd., 1981)

Çalışmada amaç taşımacılık türünü belirlemek olduğu için, kısa vadeli yani lojistik seçime dayalı olarak modelleme yapılacaktır. Uzun ve orta vadeli tercihler, ulaştırma konusu dışına çıkmaktadır. Daha sonra yük taşımacılığında taşıma türü seçiminde belirleyici olan etmenler araştırılmıştır. Tür seçimi etmenlerinden hangilerinin ürünü gönderen, ürünü alan ve bizzat sistemi kullananlar açısından daha önemli olduğu ile ilgili yapılan araştırmalar incelenerek, sistemin güvenilirliğinin (ürünün zamanında teslim edilmesi) özellikle ürünü alan firma açısından en etkili etmen olduğu tespit edilmiştir.

Yük taşımacılığının sistem olarak incelenmesinde, bir ürünün üretildiği yerden tüketime sunulduğu yere teslimi aşamasında kullanılacak tek bir taşımacılık türünün veya bir kaç türün kombinasyonunun belirlenmesinde, sistemin sadece taşıma kapsamında değil, ürünün siparişinin verilmesinden teslimine kadar geçen tüm aşamaları içerecek şekilde lojistik zinciri kapsamında ele alınmasının, daha doğru sonuç vereceği görülmüştür. Zaten kısa vadeli firma bazında modelleme çalışması yapıldığı için, taşıma faaliyetinin lojistik zinciri içinde bir ara faaliyet olarak alınması en doğru yaklaşımdır.

Lojistik seçimin modellenmesinde iki tip yaklaşım vardır. Bunlar tek bir ürün tipine göre modelleme (single item inventory control process) ve birden fazla ürün tipine göre modellemedir (multi-item inventory control process). Birden fazla ürün tipine göre modellemede, özellikle envanter düzeylerinin belirlenmesinde kapsamlı işletme programlarına ihtiyaç vardır. Zaten tezin asıl amacı, taşımacılık türü seçimidir. Birden fazla

ürün tipine göre modellemenin, tezin amacının dışına çıkan bir yaklaşım olacağı görülmüştür. Bu nedenle, lojistik maliyetin modellenmesi aşamasında, firmanın %50 envanter düzeyi ile çalıştığı kabulü yapılarak tek bir ürün tipine göre modelleme yapılmıştır.

Lojistik zincir içerisinde karar vericinin tercihinin modellenmesinde başlıca karar değişkenlerinin önem derecesinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan veri sağlama yöntemleri başlıca 3 gruba ayrılır:

1. **Klasik Yöntem:** Bu yöntemde, ilk olarak incelenecek karar değişkenleri belirlenir ve bu karar değişkenlerine ne derecede önem verildiğinin saptanmasını sağlayacak basit bir ölçek oluşturulur (Örneğin 1=Önemli değil, 2=Önemli, 3=Çok önemli). Daha sonra taşınan ürünün sahibinden belirlenen ölçeğe karar değişkenlerini puanlandırması istenir ve elde edilen sonuçlar yapılacak çalışmada veritabanı olarak kullanılır.
2. **Yapılmış Tercihler (Revealed Preferences) Yöntemi:** Bu yöntemde yük taşımacılığı hizmetinde karar değişkenlerinin önem derecesinin belirlenmesi için mevcut veritabanları kullanılır.
3. **Açıklanmış Tercihler (Stated Preferences) Yöntemi:** Bu yöntemde, karar değişkenlerinin belirlenmesi için klasik yönteme göre çok daha kapsamlı bir ölçek oluşturulur ve taşınan ürünün sahipleri ile görüşmeler yapılır. Açıklanmış tercihler (A.T.) yöntemine dayalı veritabanı oluşturulmasında, yararlılık fonksiyonunu oluşturmak için, sistemi kullananların tercihleri çeşitli anket teknikleri kullanılarak birebir belirlenir. Anketlerin ortak özelliği, ya kişilerin seçenekler arasında seçim yapmaları istenir, ya belirli karar değişkenleri birbirleri ile göreceli olarak değiştirilip tercihleri sorulur ya da her ikisi birden yapılır.

Tez çalışması kapsamında, sözkonusu çalışmanın yapılabileceği bir veritabanı ya da basit ölçekte de olsa yapılmış bir ön çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle tez çalışmasında yapılmış tercihler (revealed preferences) yönteminin kullanılması mümkün görülmemiştir. Bu nedenle açıklanmış tercihler (stated preferences) yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir.

6.1.1 Lojistik Maliyet Modeli

Lojistik maliyetin modellenmesi aşamasında, lojistik zinciri kapsamında taşıma türü tercihi ile ilgili yapılan modelleme çalışmaları incelenmiş, bu çalışmalarda kullanılan başlıca model elemanlarının irdelenmesi sonucu lojistik maliyet modelinde kullanılacak parametreler tespit edilmiştir.

Lojistik maliyet modellerinin 1 yıllık, 6 aylık, 1 aylık gibi çeşitli zaman periyotları için

oluşturulması gerekmektedir. Ülkemizde yük taşımacılığı ile ilgili verilere ulaşmanın zorluğu göz önüne alınarak, uzun dönemli oluşturulacak maliyet modelinin gerçeklere daha uygun olacağına karar verilmiştir ve zaman periyodu bir yıl seçilmiştir.

Lojistik maliyetin modellenmesinde; hangi ulaştırma türlerinin (karayolu, demiryolu, denizyolu, hava yolu) kullanılacağını belirleyen karar vericinin ürünü satan firma mı, yoksa ürünü satın alan firma mı olduğunun belirlenmesi ve ürünün teslim biçimi çok önemli konulardır. Güvenilirlik bu aşamada çok önemli bir karar değişkenidir. Güvenlik stoğu maliyeti lojistik maliyet modellerinde güvenilirliği karşılayan maliyet olmaktadır. Güvenilirlik maliyeti, ürünün zamanında teslim edilmemesi durumunda ortaya çıkacak olan maliyettir. Güvenlik stoğu maliyeti ise, ürünün zamanında teslim edilmemesi riskine karşı oluşturulan stok miktarının maliyetidir. Güvenlik stoğu maliyeti, doğrudan ürünü teslim alan yani ürününü taşıtan veya taşıyan firmayla alakalı bir maliyettir. Ben-Akiva (1985) makalesinde ürünün taşınması işlemine ihtiyacı olanın ürünü satın alan firma olduğunu, bunların aksamamasından doğacak sonuçların doğrudan ürünü satın alan firmayı etkileyeceğini belirtiyor. Kanafani (1984) araştırma raporunda, lojistik maliyet modellerinin ürünü satın alan firmanın bakış açısı ile kurulduğunu belirtmiştir. Güvenilirlik karar değişkenini modele katabilmek amacı ile, modelin ürünü satın alan firma açısından oluşturulmasının daha doğru sonuç vereceğine karar verilmiş ve modellemede karar vericinin “ürünü satın alan firma” olduğu kabulü yapılmıştır. Bu kararın verilmesinde, üçüncü parti lojistik şirketlerinde uzun seneler çalışmış kişilerle yapılan görüşmeler de etkili olmuştur. Sektör çalışanları, taşıma işleminde arada üçüncü parti lojistik firması olsa bile son kararı ürünün sahibinin verdiğini, kendilerinin sadece taşıma türü seçeneklerini, bunlara ait maliyet ve diğer etmenleri sunduklarını belirtmişlerdir. Ürünlerin teslim biçimi de, yapılan anlaşmalara göre başlıca iki şekildedir:

- FOB Fabrika : Fabrikada teslimat
- FOB Firma: Ürünü satın alan firmanın deposunda teslimat.

İlk teslimat biçiminde, ürünü satan firma, aynı zamanda ürünün teslimatı ile ilgili bütün sorumluluğu da üstlenmiştir. İkinci teslimat biçiminde ise, bir firma ürünü fabrika’dan satın alır. Ürün taşınmaya hazır bir şekilde (paketlenmiş olarak) fabrika’da kişilere teslim edilir, ürünü satın alana firma kendi imkanları veya bir lojistik şirketi ile anlaşarak ürünü kendi depolarına getirir. Bu teslim biçiminde, ürünün taşıma ve lojistik maliyetleri, ürünü satın alan firmaya aittir. Taşımada hangi taşıma türünün kullanılacağına ürünü satın alan firma karar verir. Modelleme çalışmasında karar verici ürünü satın alan firma olduğu kabulü yapıldığı için, tez çalışmasında bu teslim biçimi incelenmiştir.

Bir yandan modelleme çalışması yapılırken, diğer yandan hangi sektörün verilerinin kullanılacağına dair ön araştırma yapılmıştır. Kombine taşımacılık seçeneğinin incelenebilmesi için taşınan ürünün zaman değeri çok yüksek olmamalı (çabuk bozulabilir olmamalı vb.), taşıma mesafesi belli bir değerin üzerinde olmalı ve taşınan ürünün birim değeri çok yüksek olmamalıdır. Mesela yiyecek sektöründe ürünün zaman değeri yüksektir, bu sebepten dolayı bu sektör yapılacak çalışmaya uygun değildir. İlk aşamada madencilik sektörü çalışma kapsamına alınmış ama bu sektörün içinde bulunduğumuz dönemde özelleştirmeler sebebi ile büyük bir belirsizlik içinde olduğu görülmüştür. Kombine taşımacılığa uygun diğer sektörlerle ilgili sanayi ve ticaret odaları (İstanbul Ticaret Odası (İTO), Antalya Ticaret Odası (ATO)), meslek odaları, çeşitli resmi kurumlar, derneklerin yanı sıra sektörde bizzat yıllarca çalışmış kişilerle görüşülmüştür ve çalışmanın en uygun olacağı sektörün seramik sektörü olduğuna karar verilmiştir.

Bir sonraki aşamada lojistik maliyetler belirlenirken, operasyonel lojistik faaliyetler dikkate alınmış ve maliyetlendirilmiştir. Modelleme yapılırken, ilk olarak tür seçimine yönelik lojistik maliyet modeli çalışmalarında hangi parametrelerin kullanıldığı incelenmiştir. Yapılan bir ön çalışmayla, gerek resmi raporların incelenmesi ile, gerek piyasa araştırması ile, gerekse sektörde etkili isimlerle yapılan görüşmelerle, bu kadar parametreyi açıklayacak detaylı bir veriye ulaşmanın mümkün olmadığına karar verilmiştir. Zaten sözkonusu modeller, Avrupa ülkeleri ve Amerika'ya ait, ülke çapındaki yük planlaması çalışmalarından tespit edilen lojistik maliyet modelleridir. Bu modeller, ancak ilgili ülkenin yıllarca yapılan çalışmalar sonucu düzenli bir şekilde oluşturulmuş CSX Data gibi veritabanları ile kalibre edilebilmişlerdir. Böyle bir veritabanı ülkemizde bulunmadığı için, bir sonraki aşamada lojistik zinciri daha genel hatları ile inceleyen modelleme çalışmaları araştırılmıştır. Bu aşamada incelenen modellerde (SAMGODS, SMILE, ITIC-M vb.) kullanılan parametreler şunlardır: Taşıma maliyeti, depolama maliyeti, depolamada zaman değeri maliyeti, sipariş maliyeti, güvenlik stoğu maliyeti, satın alma maliyeti, paketleme maliyeti, elleçleme maliyeti, kayıp-zarar maliyeti. Bu parametrelerin tamamı tek bir modelde kullanılmamış, çeşitli modellerde birkaçı beraber olacak şekilde kullanılmıştır.

Güvenlik stoğu maliyeti, modellerde genellikle tek bir maliyet kalemi olarak alınmıştır ancak güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün hem depolama, hem de zaman değeri maliyeti vardır. Bu nedenle tez çalışmasında güvenlik stoğu maliyetinin lojistik maliyet modellerindeki önemi de göz önüne alınarak, iki kısımda ele alınması uygun görülmüştür. Modelin çok karmaşıklaşmasını önlemek amacı ile satın alma, paketleme ve elleçleme maliyetlerinin, diğer

maliyet kalemleri içerisinde ifade edilebileceği düşünülerek lojistik maliyet modelinin aşağıdaki maliyet kalemlerinden oluşmasının lojistik zinciri tam olarak tanımlayacağına karar verilmiştir:

1. Sipariş maliyeti: Satıcıların analiz edilmesi, satın alma emirlerinin yazılması, malzemelerin teslim alınması, incelenmesi, siparişlerin takibi ve ilgili tüm dokümantasyonun hazırlanmasından doğar. Genellikle siparişin büyüklüğü ile değil, sipariş sayısı ile değişir.
2. Taşıma maliyeti: Ürünün taşınması ve elleçlemesi sırasında ortaya çıkan maliyetlerdir. Doğrudan aracın giderlerinin yanısıra sözkonusu aşamalarındaki personel giderleri de bu kalemde gözönüne alınmaktadır. Kullanılacak taşıma sistemine bağlı olarak değişir.
3. Depolama maliyeti: Ürünün depolarda tutulması ve bu süreçte elleçlenmesi aşamasında kira dahil ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu maliyet kaleminde ortalama envanter düzeyi %50 olarak kabul edilmiştir.
4. Depolamada zaman değeri maliyeti: Depolanan ürüne bağlanan para ile yapılabilecek diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir. Envanter düzeyine, depolanan ürünün değerine ve yıllık faiz oranına bağlıdır.
5. Güvenlik stoğu depolama maliyeti: Güvenlik stoğu maliyeti, yük taşımacılığı tür seçimi karar değişkenlerinden güvenilirliği karşılayan maliyet kalemidir. Güvenilirlik bir çok şekilde tanımlanabilir ancak bunların hepsi, doğrudan veya dolaylı olarak mamül veya maddelerin ihtiyaç olduğu yerde beklenen zamanda bulunmasını ölçer. Firma stoksuz kaldığı takdirde satış kaybı, gelecekte oluşabilecek kardan kayıp, işletme içinde makine ve işgünün boş kalması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar. Ayrıca isteği karşılanamayan müşteri, başka firmaya giderse orada kalabilir ve bir kez geri çevrilen bir müşteri kaybedilmiş olabilir. Bu da firmalar için büyük risktir. Bu durumların oluşmaması için, bir miktar ürün güvenlik stoğu olarak tutulur. Güvenlik stoğu olarak tutulan ürünün depoda tutulmasından ve elleçlenmesinden kaynaklanan depolama maliyetleri, güvenlik stoğu depolama maliyetini oluşturur.
6. Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti: Güvenlik stoğu olarak tutulan ürüne bağlanan para ile yapılabilecek diğer yatırımlardan vazgeçilmiş olunmasının maliyetidir.
7. Kayıp-zarar maliyeti: Taşıma veya depolama esnasında ürünün zarar görmesinden veya kaybolmasından dolayı ortaya çıkan maliyettir.

Bir sonraki aşama, her bir maliyet kaleminin hangi parametreler ile nasıl tanımlanacağıdır. Bu tanımlamanın, anket çalışması ile elde edilebilir verilere de uygun olması gerekmektedir. Parametreleri tanımlarken, maliyet modeli çalışmaları ve anket çalışmaları beraber incelenmiştir. Tez çalışması kapsamında oluşturulan ankette elde edilmesi planlanan verilerin, sefer başına taşıma verileri olması hedeflenmiştir. Yani bir firma 2005 yılı içerisinde 10 taşıma yapmışsa, her bir sefere ait toplam lojistik modelinin parametrelerinin hesaplanmasının, modeli daha anlamlı hale getireceği düşünülmüştür. Modelleme, bir yıllık zaman periyodunda, bir seferlik taşıma için yapıldığından, birim analizi sonucunda her bir maliyet kaleminin YTL/sefer biriminde çıkması gerekmektedir. Lojistik zincir içerisinde her bir maliyet kaleminin içerdiği aşama, ankette ifade edilebilirliği, birim analizi gibi etmenler göz önüne alınarak modelleme çalışması tamamlanmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen lojistik maliyet modeli şu şekildedir:

$$TLM = SM + TM + DM + DZM + GDM + GZM + KZM \quad (6.1)$$

TLM : Toplam lojistik maliyet

SM : Sipariş maliyeti

TM : Taşıma maliyeti

DM : Depolama maliyeti

DZM : Depolamada zaman değeri maliyeti

GDM : Güvenlik stoğu depolama maliyeti

GZM : Güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti

KZM : Taşımada kayıp-zarar maliyeti

Her bir maliyet kalemi de şu parametreler ile ifade edilmiştir:

1. Sipariş Maliyeti:

Bir seferdeki sipariş maliyeti

Birim analizi: $YTL / sefer$

2. Taşıma Maliyeti:

Bir seferde taşınan ürün miktarı $\square$ *Aracın birim ürünü taşıma maliyeti*

$$\text{Birim analizi: } \frac{\text{ton}}{\text{sefer}} \cdot \frac{YTL}{\text{ton}} = YTL / sefer$$

3. Depolama Maliyeti:

$$\frac{\text{Yıllık depolama maliyeti}}{\text{Bir yılda taşınan ürün miktarı}} \cdot \frac{\text{Bir seferde taşınan ürün miktarı}}{2}$$

$$\text{Birim analizi: } \frac{YTL}{\text{ton}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{sefer}} = YTL / sefer$$

4. Depolamada Zaman Değeri Maliyeti:

$$\text{Birim ürünün değeri} \cdot \frac{\text{Faiz oranı}}{365} \cdot \frac{365}{\text{sefer sayısı}} \cdot \frac{\text{Bir seferde taşınan ürün miktarı}}{2}$$

$$\text{Birim analizi: } \frac{YTL}{\text{ton}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{sefer}} = YTL / sefer$$

5. Güvenlik Stoğu Depolama Maliyeti:

$$\frac{\text{Birim ürünü bir yıllık depolama maliyeti} \cdot \text{Güvenlik stoğu olarak tutulan ürün miktarı}}{\text{sefersayısı}}$$

$$\text{Birim analizi: } \frac{YTL}{\text{ton}} \cdot \text{ton} \cdot \frac{1}{\text{sefer}} = YTL / sefer$$

6. Güvenlik Stoğu Zaman Değeri Maliyeti:

$$\frac{\text{Birim ürünün değeri} \cdot \text{Faiz oranı} \cdot 365 \cdot \text{Güvenlik stoğu olarak tutulan ürün miktarı}}{365 \cdot \text{sefer sayısı}}$$

$$\text{Birim analizi: } \frac{YTL}{\text{ton}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{sefer}} = YTL / sefer$$

7. Taşımada Kayıp-Zarar Maliyeti:

*Bir seferlik taşımada ya da depolamada kaybolan – zarar gören ürün miktarı .
Birim ürünün değeri*

$$\text{Birim analizi: } \frac{\text{ton}}{\text{sefer}} \cdot \frac{YTL}{\text{ton}} = YTL / \text{sefer}$$

Bu durumda oluşturulan toplam lojistik maliyet modeli şu şekilde olmaktadır:

$$TLM = (a) + (u.c) + \left(\frac{M}{T} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(P \cdot \frac{f}{365} \cdot \frac{365}{T} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(\frac{\frac{M}{T} \cdot n}{\frac{T}{u}}\right) + \left(\frac{P \cdot f \cdot 365 \cdot n}{\frac{T}{u} \cdot 365}\right) + (z.P)$$

TLM : Toplam lojistik maliyet

T : Yıllık talep

u : Bir teslimatta (seferde) taşınan ürün miktarı

T/u=k : Teslimat sayısı (Sefer sayısı)

a : Bir seferdeki sipariş maliyeti

c : Birim ürünü taşıma maliyeti

f : Yıllık faiz oranı

P : Birim ürünün değeri

M : Yıllık depolama maliyeti

M/T=d : Birim ürünü depolama maliyeti

n : Güvenlik stoğunda tutulan ürün miktarı

z : Bir seferlik taşımada veya depolamada zarar görmüş ya da kaybolmuş ürün oranı

Yukarıdaki maliyet modelini T/u=k ve M/T=d olacak şekilde sadeleştirirsek, modelin son hali şu şekilde olmaktadır:

$$TLM = (a) + (u.c) + \left(d \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(P \cdot \frac{f}{k} \cdot \frac{u}{2}\right) + \left(\frac{d \cdot n}{k}\right) + \left(\frac{P \cdot f \cdot n}{k}\right) + (z.P) \quad (6.2)$$

6.1.2 Anket Oluşturulması

Lojistik maliyet modelinin lojit modele göre kalibrasyonunun yapılması için, verilere ihtiyaç

vardır. Bu nedenle anket oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Bu bölümde; araştırmaya konu olan ana kütle ve örneklem seçimi, veri toplamada kullanılan yöntem ve araçlar, anket sorularının hazırlanması ve test edilmesi üzerinde durulmaktadır.

6.1.2.1 Ana Kütle ve Örneklem Seçimi

Çalışmanın ana kütlelerini, Antalya ili ve civarındaki inşaat sektörü girdileri oluşturmaktadır. Antalya ili, çok göç alması ve turizm merkezi olması sebebi ile otel ve konut inşaatının yoğun olduğu bir yerleşim merkezidir. Türkiye’de yapılan toplam inşaatın yaklaşık %30’u Antalya ili ve ilçelerinde yapılmaktadır. Bu durum, Antalya’ya çok büyük miktarda inşaat malzemesi taşınmasını gerektirmektedir. Antalya il merkezi ve ilçelerinde inşaat sektöründe kullanılmak üzere her yıl tonlarca malzeme Antalya’ya getirilmektedir. İnşaat malzemeleri il ve ilçe merkezindeki taşınan ürüne ait inşaat malzemesi satan toptancılara getirilmektedir. Taşıma işleminde, Antalya iline kadar uzanan demiryolu bulunmaması sebebi ile genellikle karayolu kullanılmaktadır.

Demiryolu ile yapılan kombine taşımaların, Antalya iline en yakın olan Burdur veya Isparta İstasyonları üzerinden yapılması gerekmektedir. Isparta İstasyonu’nda dingil basıncı probleminden dolayı uzun süredir yük taşımacılığı yapılamamaktadır. Bu nedenle Antalya iline ait kombine taşımaların tamamı Burdur İstasyonu üzerinden yapılmaktadır. Burdur İstasyonu’na gidilerek yetkililerle yapılan görüşmeler sonucunda alınan bilgilere göre, kombine taşıma ile 2005 yılı içinde en çok taşınan dört ürün şunlardır:

- Hazır beton tesislerinde yakıt olarak kullanılmak üzere kömür (Tunçbilek, Çatalağzı ve Kuş Cenneti’nden gelmekte)
- Seramik (Bandırma Sığircı İstasyonu’ndan gelmekte)
- Gübre (Bandırma Körfez İstasyonu’ndan gelmekte)
- Çimento (Çukurhisar’dan gelmekte)

Kömür dökme yük olarak taşınmaktadır. Birim yük halinde olmadığı için, tez çalışmasında incelenmemesine karar verilmiştir. Çalışma kapsamında, Çanakkale’nin Çan ilçesinde bulunan Kale Grubuna ait Çanakkale Seramik Fabrika’larından Antalya iline kombine veya doğrudan karayolu taşımacılığı ile taşınan seramik mamülü incelenmiştir. Söz konusu tesis, kendi alanında Türkiye’nin en büyüğü, Avrupa’nın ise üçüncü büyüğüdür. Çanakkale Seramik Fabrikası’ndan seramik getiren firmaların bir kaçı ile yapılan ön görüşmelerde, gerek kombine gerekse karayolu taşımalarında taşıma işleminde arada bir adet taşıma

firmasının bulunduğu öğrenilmiştir. Yani tüm lojistik Faaliyetler 3. Parti Lojistik Firması'na (3 PL) devredilmiştir. Antalya'da malzeme getiren firmalardan alınan bilgiye göre, kombine taşımada ürünün taşınmasında yine bir Kale Grubu kuruluşu olan Kale Lojistik Firması tercih edilmektedir. Bunun sebebi, Kale Lojistiğin Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (TCDD)'nden kiraladığı 15 adet Sg tipi vagonun bulunmasıdır. Taşıma işlemlerinde bu 15 vagon kullanılmakta, vagonların yetersiz kaldığı durumlarda, TCDD ile gerekli prosedürü Kale Lojistik Firması kendisi yerine getirmektedir. Bu durum, malzeme getiren firmalar için büyük bir kolaylıktır. Kale Lojistik Firması, Kale Grubu içinde, Çanakkale Seramik Fabrikalarından bağımsız bir firmadır. Kale Lojistik'e ait araçlar, Çanakkale'den Antalya'ya kadar olan tüm taşımacılık faaliyetlerini üstlenmektedirler. Firma, sadece lojistik faaliyetlerle uğraşmaktadır. Fabrikadan seramiğin taşınmasında, ürünü satın alan firma, ürünü taşıtıracığı lojistik şirketi ile anlaşmayı yapmaktadır. Yani, seramik Fabrikası ile ürünü alan firma arasında yapılan anlaşma türü fabrikadan teslimat (FOB Factory) anlaşmasıdır.

Seramikler paletler ile taşınmaktadır. Bir palette 1656 adet seramik bulunmaktadır. Bir paletin ağırlığı 1150 kg'dır. Bir palette 46 kutu seramik vardır. En çok talep edilen seramik tipi 20x20'lik banyo seramikleridir. Bir kutuda 1.44 m² seramik bulunmaktadır. Yani bir kutuda 20x20'lik 36 adet banyo seramiği bulunmaktadır. 1 ton'da 1440 adet seramik bulunmaktadır. Modelleme çalışmasında birim ürünün değerinin bulunmasında 20x20'lik banyo seramiği taşındığı kabulü yapılacaktır. Karayolu ile taşımada Çanakkale Çan'da bulunan fabrikadan ürünler karayolu taşıtlarına yüklenmekte, doğrudan Antalya'daki firmalara getirilmektedir. Kombine taşımada ise Çan'dan karayolu taşıtına yüklenen ürün TCDD'ye ait Bandırma Sığırıcı İstasyonuna karayolu ile getirilmekte, orada TCDD'den kiralanan forkliftlere (aktarma aracı) ile Sg tipi vagonlara yüklenmektedir. Burdur İstasyonu'na gelen ürünler, yine forklifler kullanılarak karayolu aracına yüklenmekte ve Antalya'ya getirilmektedir.

Çalışmada örneklem olarak; Antalya Ticaret ve Sanayi Odası (ATSO) kayıtlarından belirlenen 14 işletmenin 2005 yılı seramik taşımacılığı verileri seçilmiştir. ATSO kayıtlarından belirlenen işletmelerin ortak özelliği, Kale Grubu şirketlerinden olan, Çanakkale İli'nin Çan ilçesi'nde bulunan Çanakkale Seramik Fabrikaları A.Ş.'den bir yıl boyunca düzenli olarak seramik alımı yapmaları ve bu seramikleri Antalya'da bulunan ana depolarına getirirken hem kombine, hem de doğrudan karayolu taşımacılığını kullanmalıdır. İncelenen 14 işletme, sadece Antalya iline değil, Antalya ilinin çevrelerindeki küçük bayilere de hizmet veren toptancı niteliğindedirler. Söz konusu 14 işletmeden sadece küçük bayiler değil,

doğrudan inşaat şirketleri de seramik satın almaktadırlar.

Tez çalışmasında başlangıç-son (O-D) çifti belirli kabul edilecektir, çünkü O-D'nin değişmesi, firma maliyetlerini de değiştirecektir. Bu nedenle tez çalışmasında, inşaat faaliyetleri için, Çan-Antalya arası kombine ve doğrudan karayolu taşımacılığı incelenmiştir.

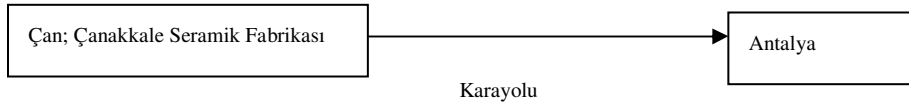
Doğrudan ve kombine taşımaların güzergahları sırasıyla Şekil 6.2 ve 6.3'de görülmektedir. Sözkonusu güzergahlarda mesafeler şu şekildedir:

Çan-Sığircı: 74 km (karayolu)

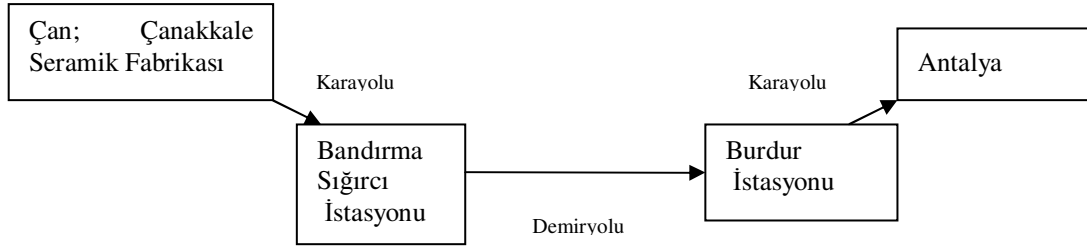
Sığircı-Burdur: 615 km (demiryolu)

Burdur-Antalya: 122 km (karayolu)

Çan-Antalya: 675 km (karayolu)



Şekil 6.2 Doğrudan karayolu ile taşıma



Şekil 6.3 Kombine taşıma

6.1.2.2 Veri Toplama Yöntem ve Aracı

Veri/bilgilerin elde edilmesinde anket yöntemi kullanılmıştır. Geniş kapsamlı bir literatür araştırmasından sonra onbeş soruluk bir anket oluşturulmuştur. Araştırmada ilk olarak Antalya ili ve çevresinde seramik piyasasında hakim olan firmalara ilişkin bilgiler (isim, adres, telefon ve faks numaraları, internet ve elektronik posta adresleri vb.) ATO (Antalya Ticaret Odası) kayıtlarından elde edilmiştir. Daha sonra bu firmalarla telefonla veya yüzyüze irtibata geçilerek Çanakkale Seramik Firması ile çalışıp çalışmadıkları öğrenilmiştir. Çanakkale Seramik Fabrikası'ndan seramik getiren firmalar tespit edildikten sonra, firmaların taşıma işi ile ilgili yetkililerinden bazen doğrudan, gerekli olduğu durumlarda sektörde çalışan tanıdık kişilerin vasıtası ile randevu alınmıştır. Anketlerin tamamı yüzyüze yapılmıştır. Anketlerin yüzyüze yapılmasının sebebi, soruların bazılarının detaylı bilgi içermesidir. Yetkililerin bu bilgilere ulaşması bazen zaman aldığı için görüşmeler birkaç kere tekrarlanmıştır. Ayrıca anketlerin yüzyüze yapılması ile özellikle senaryo sorularında yetkilinin kafasında oluşabilecek karışıklıklar giderilmiştir. Böylece görüşülen 20 firmanın 14'ünden analiz için yeterli bilgi alınabilmektedir.

6.1.2.3 Anket Sorularının Hazırlanması

Anket formu, firma yöneticilerine yazılmış bir tanıtım yazısı ile başlamakta ve iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, ilk önce sözkonusu güzergahta yapılan taşıma işlemine ilişkin genel sorular sorulmuş (9 adet), daha sonra 2005 yılı içinde her bir seferde yapılan taşıma işlemi için tek tek bilgi istenmiştir. Her bir sefer taşıma işlemi için bilgi alınırken, karar vericinin sözkonusu taşıma türünü neden seçtiğine dair bir açıklama kısmı da mevcuttur. Bu kısımda, tercih sebebi olarak birden fazla karar değişkeni seçilmesi durumunda, ankete cevap veren kişiden her bir karar değişkenine önem derecesi vermesi istenmiştir. Ankete böyle bir kısım konulmasının sebebi, tezin ilerleyen aşamalarında analiz sonucunda bulunan sonuçları kontrol etmektir. Eğer ankette bu sorulara cevap veren karar verici eğilimi ile analiz sonucu hesaplanan eğilim aynı doğrultuda çıkarsa, analiz sonuçlarının güvenilirliğinin artacağı düşünülmektedir.

İkinci kısımda ise, maliyet, süre, kayıp-zarar oranı ve güvenilirlik parametrelerinde karşılıklı oluşacak değişimlerin, karar vericinin taşıma türü tercihini değiştirip değiştirmeyeceği sorulmuştur. Yani senaryo analizi yapılmıştır. Senaryo analizi, açıklanmış tercihler (stated preferences) veri toplama yönteminde, özellikle pazarlama (marketing) alanında tüketici eğilimlerini belirlemek için sık kullanılan bir yöntemdir.

Anket soruları hazırlandıktan sonra, Antalya ilinde ilk yapılan birkaç anket çalışması sonucunda, bazı soruların daha kolay cevaplanabilmesi açısından ifadelerinde küçük değişiklikler yapılmıştır ancak anketin genel formatına dokunulmamıştır. Anket örneği EK 1’de görülmektedir.

6.1.3 Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ilk olarak Excel programından faydalanılmıştır. Anket sonucu her bir firmanın her bir taşımasına ait parametreler ve senaryo parametreleri, Excel programında liste haline getirilmiştir. Verilerin işlenmesinde, anket yapılan kişilerden alınan bilgiler, bir takım hesaplamalarla ortak ve modelde kullanılabilir bir birime dönüştürülerek tabloya işlenmiştir. Mesela “Bir adet 20x20’lik banyo seramiğinin ortalama satış değeri kaç YTL’dir?” sorusu ile 1 ton’luk seramiğin değeri bulunacaktır. Bu değişken modele birim ürünün değeri olarak katılmıştır. Bir palette 1656 adet seramik bulunmakta, 1 palet 1150 kg’dır. Buradan hesapla bulunan değerler tabloya işlenmiştir. Bu tip dönüşümler, diğer maliyet parametrelerinde de gerekli durumlarda yapılmıştır.

Bir sonraki aşamada Bölüm 6.1.1’de oluşturulmuş modeldeki her bir lojistik maliyet kalemi, bu liste yardımı ile Excel fonksiyonları kullanılarak hesaplanmıştır.

Tez çalışmasının bir sonraki aşamasındaki lojistik regresyon analizinin yapılmasında, SAS (Statistical Analysis Software) ve SPSS 11.5 for Windows (Statistical Package for Social Sciences) isimli istatistiksel paket programlarından birisi kullanılmaya karar verilmiştir. Yapılan birkaç ön deneme sonucunda, SPSS 11.5 programının kullanılmasına karar verilmiştir. Böyle bir tercih yapılmasının başlıca iki sebebi, SPSS programının menüsünün daha kullanışlı olması ve SAS’e göre daha yaygın olarak kullanıldığı için, bu program hakkında daha fazla dökümana ulaşabilme imkanının bulunmasıdır.

6.1.4 Anket Sonuçlarının Yorumlanması

Anket çalışmasında, 2005 yılı için her seferlik taşıma verileri alınırken, karar vericilerden ilgili taşıma için sözkonusu taşıma türünü neden seçtiklerine dair küçük bir açıklama yapmaları, tercih sebebi olarak birden fazla karar değişkeni seçilmesi durumunda, ankete cevap veren kişiden her bir karar değişkenine önem derecesi vermesi istenmiştir. Anketin bu bölümüne verilen cevaplar sonucu, şöyle bir tablo ortaya çıkmıştır: Taşımacılık türü seçiminde en önemli değişken taşıma maliyetidir. Bunu ikinci sırada taşımacılık süresi takip etmektedir. Diğer maliyetlerin etkileri ise, bu iki maliyete göre çok düşüktür. Özellikle

sipariş, depolama ve depolamada zaman değeri maliyeti, tür seçiminde son derece etkisizdir.

Anket çalışması sonucunda elde edilen veriler, asıl veri, senaryo veri ve tüm veri olarak gruplandırılmış ve bu üç grupta incelenmiştir. Asıl veri, anket sorularına doğrudan verilen cevaplar sonucu elde edilen veridir. Senaryo veri ise, anketin ikinci kısmında oluşturulan senaryolara verilen cevaplar sonucu elde edilen verilerdir. Tüm veri ise, her iki verinin toplamından elde edilen verilerdir. Böyle bir gruplandırmaya gidilmesi, anket sonuçlarının daha titizlikle değerlendirilmesini sağlamıştır. Modelleme aşamasında her bir veri grubu, ayrı ayrı modellemeye katılmış ve lojistik regresyon analizi sınama, değerlendirme ve başarımlar ölçütlerine göre en doğru sonucu veren veri grubu modellemede gerçek veri olarak kabul edilmiştir.

Yapılan anket çalışması sonucu, modellemeye dahil edilen her bir veri grubuna göre taşımacılık türü tercihleri, sayıları ve yüzdeleri Çizelge 6.1’de görülmektedir.

Çizelge 6.1 Her bir veri grubuna göre taşımacılık türü tercihi sayıları ve oranları

	Karayolu (sayı)	Kombine (sayı)	Karayolu (%)	Kombine (%)
Tüm veri	161	95	62,89	37,11
Senaryo veri	67	45	59,82	40,18
Asıl veri	94	50	65,28	34,72

6.1.5 Rasgele Seçim Modeline Göre Tür Seçiminin Belirlenmesi

Kantitatif (nicel) analizin en önemli kısmı taşıma türünü tercih eden kişilerin tercihlerinin ve beklentilerinin doğru belirlenmesidir. Bu doktora tezinde kullanılan veriler, firma bazında analiz yapıldığı için, ayrışık (disaggregate) bir yapıya sahiptir. Modellemede kullanılan temel değişkenler şunlardır:

1. Taşıma maliyeti (TM)
2. Kayıp-zarar maliyeti (KZM)
3. Güvenlik stoğu maliyeti (Güvenlik stoğu depolama maliyeti + güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti) (GSM)
4. Diğer maliyetler (Depolama maliyeti + depolamada zaman değeri maliyeti + sipariş maliyeti) (DM)

5. Taşımacılık süresi (TS)

Yukarıda belirtilen ilk dört değişken, daha önce oluşturulan lojistik maliyet modelinden alınmıştır. Lojistik maliyet modelindeki taşıma maliyeti, kayıp-zarar maliyeti ve güvenlik stoğu maliyeti parametreleri modele tek tek sokulmuş, diğer maliyetler başlığı altında depolama, depolamada zaman değeri ve sipariş maliyetleri ise bir arada sokulmuştur. Böyle bir tercih yapılmasının sebebi, yük taşımacılığında tür seçimi ile ilgili yapılmış literatür araştırmasıdır. Yük taşımacılığında tür seçiminde etkili olan etmenler, genellikle maliyet, süre, güvenilirlik, kayıp-zarar oranı ve diğer etmenler olarak beş başlık altında toplanmaktadır. Araştırmacılar, geçmiş yıllarda yapılan anket çalışmalarına dayanarak böyle bir sınıflandırmanın doğru olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca, anket çalışmasında elde edilen sonuca göre de, karar vericiler bu üç maliyeti taşımacılık türü seçiminde en az etkili değişken olarak belirtmişlerdir. Anket çalışmasından elde edilen sonuçlara ve literatür araştırmasına dayanarak tez çalışmasında da böyle bir sınıflandırmaya gidilmiştir.

Tür seçiminin belirlenmesinde, çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden biri olan lojit analizi ya da bir diğer adıyla lojistik regresyon yöntemi kullanılmıştır. Değişkenlerin sürekli olduğu durumlarda veriler gözlenemez. Fakat ana kitleye ait alt kümeler oluşturularak verileri gözlemek mümkündür. Bağımlı değişkenin iki (0,1) ya da ikiden çok düzey içeren kesikli bir değişken olması durumunda lineer regresyon modeli için öngörülen varsayımlar bozulmakta ve hata teriminin binom dağılım göstermesi sebebiyle gözlem varyansları eşit olmamaktadır. Bu tip durumlarda normallik varsayımının bozulması nedeni ile doğrusal (lineer) regresyon yöntemi (EKK Yöntemi) kullanılamaz. Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir matematiksel modelleme yaklaşımıdır. Diğer regresyon yöntemlerinden farkı, bağımlı değişkenin ikili ya da ikiden çok kategori içeren kesikli ya da kategorik olması durumunda uygulanabilen çok esnek bir yöntem olmasıdır. Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri, lojistik regresyon analizinde ise bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilir. Lojistik regresyon modelinde yararlılık fonksiyonu olarak lojistik maliyet modeli parametreleri ve süre değişkenleri koyulmuştur.

Model yapısı, ikili(binary) lojit modeldir ve şu şekildedir:

$$P(KARAYOLU) = \frac{1}{1 + e^{[U_{kombine} - U_{karayolu}]}} = \frac{1}{1 + e^{-[U_{karayolu} - U_{kombine}]}} \quad (6.3)$$

Yukarıdaki ifadede $P(KARAYOLU)$, karayolu taşımacılığının seçilme olasılığını, $U_{kombine}$ ve

U_{karayolu} ise, sırası ile kombine ve karayolu taşımacılıkları için yararlılık fonksiyonlarını göstermektedir. Yararlılık fonksiyonlarının açık ifadesi şu şekildedir:

$$U_{\text{karayolu}} = \beta_1 TM_{\text{kar}} + \beta_2 KZM_{\text{kar}} + \beta_3 GSM_{\text{kar}} + \beta_4 DM_{\text{kar}} + \beta_5 TS_{\text{kar}} + r \quad (6.4)$$

$$U_{\text{kombine}} = \beta_1 TM_{\text{kom}} + \beta_2 KZM_{\text{kom}} + \beta_3 GSM_{\text{kom}} + \beta_4 DM_{\text{kom}} + \beta_5 TS_{\text{kom}} \quad (6.5)$$

Doğrudan karayolu taşımacılığına ait yararlılık modelindeki “r” değeri, bu taşımacılık türüne ait sabittir. Yararlılık fonksiyonları arasındaki farkın işareti, deterministik seçim modeline göre doğrudan seçimi verecektir.

$$\Delta U = U_{\text{kar}} - U_{\text{kom}} = \beta_1 (TM_{\text{kar}} - TM_{\text{kom}}) + \beta_2 (K / ZM_{\text{kar}} - K / ZM_{\text{kom}}) + \beta_3 (GSM_{\text{kar}} - GSM_{\text{kom}}) + \beta_4 (DM_{\text{kar}} - DM_{\text{kom}}) + \beta_5 (TS_{\text{kar}} - TS_{\text{kom}}) + r \quad (6.6)$$

Rasgele seçim modeline göre ise, seçim olasılıkları şu şekilde belirlenir:

$$P(\text{KARAYOLU}) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta U}} \quad (6.7)$$

$$P(\text{KOMBİNE}) = \frac{1}{1 + e^{\Delta U}} = 1 - P(\text{KARAYOLU}) \quad (6.8)$$

Karayolu ve kombine seçim olasılıklarını hesaplayabilmek için, β katsayılarının hesaplanması yani kalibrasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Bu kestirim, gözlenen örnek verileri yani anket verileri ile yapılır. Kestirim yöntemi olarak en çok olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi kullanılacaktır. Bunun sebebi, uygulamadaki kolaylığı ve bu yönüme yönelik yazılmış olan istatistik bilgisayar programının çokluğudur.

6.1.6 Modele Alınacak Değişkenlerin Belirlenmesi

Ele alınan verilere ilişkin çok değişkenli lojistik regresyon modelinin kurulması aşamasında ilk adım olarak modele girmeye aday değişkenlerin belirlenebilmesi amacı ile her bir değişkenin tek değişkenli lojistik regresyon analizi yardımı ile katsayılarının anlamlılık testinin yapılması gereklidir. Bağımlı değişken olan seçilen taşımacılık türü seçimi ile ilişkili olabileceği düşünülen olası değişkenlerin tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları her bir veri grubu için Çizelge 6.2, 6.3 ve 6.4’de görülmektedir. Her bir veri grubuna ait çizelgede, modelde yalnızca o değişken bulunurken kestirilen β , SE (β), EXP(B), -2 LOGL, O-O, WALD ve SİG değerleri verilmiştir.

Çok değişkenli lojistik regresyon modeline girmeye aday değişkenlerin seçiminde, her bir

modelde yer alan değişkenlere ait katsayıların ayrı ayrı önem kontrolünün yapılabilmesi için olabilirlik oranı (O-O), Wald testleri ve bahis oranı (odds ratio) değerlerinden yararlanılır. O-O testi ile katsayıların anlamlı olup olmadığı, Wald testi ile yapılan testin güvenilirliği incelenir. Bahis oranı ise, bağımsız değişkenin olasılık üzerindeki etkisini ölçmeye yarar.

O-O testinde kullanılacak hipotezler şöyledir:

$$H_0: \beta_1=0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Bu aşamadaki analiz tek değişkenle yapıldığı için, sıfır hipotezini ret etmek için; bulunacak O-O değerleri, bir serbestlik derecesine göre hesaplanmış χ^2 değeri olan 3,8415'den büyük olmalıdır. Çizelge 6.3, 6.4 ve 6.5'de hesaplanan O-O değerleri, 3,8415'den büyüktür yani her bir veri grubu için sözkonusu değişkenlerin modele katılması anlamlıdır.

Yapılan testin güvenilirliğinin test edildiği ikinci bir istatistik de Wald testidir. Wald istatistiğinde test edilen hipotezler şu şekildedir:

H_0 : Katsayılar anlamsızdır.

H_1 : Katsayılar anlamlıdır.

Wald istatistiği, tek serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uymalıdır, yani Wald değeri, %5 güven düzeyi için tek serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 3,8415'den büyük olmalıdır. Wald testinin anlamlılık düzeyi, tablolarda en son sütunundaki "SİG." değerleri ile gösterilmektedir. Test %5 anlamlılık düzeyine göre yapılmıştır. Çizelgelerden görüleceği gibi, her bir değişkenin, her bir veri grubu için modele katılması %5 anlamlılık düzeyine göre anlamlıdır, çünkü "SİG." değerleri 0,05'den küçüktür. Yani sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Bir olayda bağımsız değişkenin bir birim artması durumunda, olma olasılığının olmama olasılığına göre ne kadar arttığını söylemeye yarayan bahis oranları, ait olduğu değişkenin modele katkısını ölçer. Tez çalışmasında kullanılan SPSS paket programında $\text{Exp}(B)$ ile gösterilen bahis oranı için üç durum sözkonusudur:

1. $\text{Exp}(B) < 1$ ise, değişken arttığında olma olasılığı azalmaktadır.
2. $\text{Exp}(B) = 1$ ise, ilgili değişken arttığında olma olasılığı değişmemektedir. Değişkenin modele katkısı yoktur.
3. $\text{Exp}(B) > 1$ ise, ilgili değişken arttığında olma olasılığı artmaktadır.

Yapılmış olan tek değişkenli lojistik regresyon analizleri sonucunda elde edilmiş, her üç veri

tipi için de tablolarda gösterilen bahis oranları incelendiğinde, değerlerinin 1'e eşit olmadığı görülmektedir. Yani her bir analizdeki değişkenin seçim üzerinde etkisi vardır. Bu değişkenler, çok değişkenli modelde kullanılabilirler.

Çizelge 6.2, 6.3 ve 6.4 yardımı ile her bir tek değişkenli modelde yer alan değişkenlerin katsayılarının anlamlılık testlerinin yapılması sonucunda incelenen tüm değişkenlerin bağımlı değişkenle istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki içinde oldukları, bahis oranı değerlerinin de 1'e eşit olmadığı görülmektedir. Bu nedenle incelenen değişkenlerin tamamının çok değişkenli modelleme çalışmasına katılmalarına karar verilmiştir.

Çizelge 6.2 Tüm verilere göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları

DEĞİŞKEN	β	SE (β)	EXP(B)	-2 LOGL	O-O	WALD	SİG.
TAŞIMA MALİYETİ	-0,172	0,023	0,918	153,307	6,505	55,924	0,002
KAYIP-ZARAR MALİYETİ	0,021	0,009	0,021	343,505	6,307	5,444	0,036
GSM	-0,020	0,005	0,158	332,331	17,481	16,000	0,040
DİĞER MALİYET	-0,003	0,001	0,589	270,662	79,150	9,000	0,034
SÜRE	-0,023	0,005	0,894	327,234	22,578	21,160	0,022

Çizelge 6.3 Senaryo verilerine göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları

DEĞİŞKEN	β	SE (β)	EXP(B)	-2 LOGL	O-O	WALD	SİG.
TAŞIMA MALİYETİ	-0,065	0,030	0,952	151,599	7,094	4,694	0,014
KAYIP-ZARAR MALİYETİ	-0,037	0,012	1,064	144,501	10,192	9,507	0,034
GSM	-0,052	0,020	0,708	153,339	11,355	6,760	0,029
DİĞER MALİYET	0,003	0,001	1,680	154,633	3,923	9,000	0,043
SÜRE	-0,024	0,009	0,976	147,407	7,286	7,111	0,027

Çizelge 6.4 Asıl verilere göre tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları

DEĞİŞKEN	β	SE (β)	EXP(B)	-2 LOGL	O-O	WALD	SİG.
TAŞIMA MALİYETİ	-0,297	0,048	0,743	73,526	20,621	38,285	0,000
KAYIP-ZARAR MALİYETİ	0,167	0,027	0,182	118,517	75,631	38,257	0,023
GSM	-0,080	0,015	0,923	138,849	55,299	28,444	0,013
DİĞER MALİYET	-0,006	0,001	0,994	80,625	113,522	36,000	0,037
SÜRE	-0,234	0,043	0,791	114,386	79,761	29,614	0,001

6.1.7 Çok Değişkenli Lojistik Regresyon Modeli

Çok değişkenli lojistik regresyon modeline girecek değişkenlerin seçimini gerçekleştirme işleminden sonra, üç veri grubu için lojit modellere ait sınamalar, uyum-iyilikleri, tahminler ve değerlendirmeler yapılacaktır. Tüm modellerin katsayıları en çok olabilirlik yöntemiyle kestirilmiştir. Hesaplanan türe özgü sabit, doğrudan karayolu taşımasına aittir. İncelenecek üç modelin genel biçimi şu şekildedir:

$$P(KARAYOLU) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 \Delta TM + \beta_2 \Delta K / ZM + \beta_3 \Delta GSM + \beta_4 \Delta DM + \beta_5 \Delta TS + r)}}$$

$$P(KOMBİNE) = 1 - P(KARAYOLU)$$

6.2 Model Sonuçlarının Değerlendirilmesi

6.2.1 MODEL 1

Kullanılan veri tipi : Asıl veri

Gözlem sayısı :144

Değerlendirmeler

Bu modelde, Çizelge 6.5’den de görüleceği gibi değişkenlerin katsayıları (-) işarete sahiptir ve bu beklenen bir durumdur. Çünkü zaman ve maliyet değişkenleri, yararlılık fonksiyonunda negatif değere sahiptir. Yani katsayı işaretleri açısından model doğrudur.

Her bir katsayıya ait bahis oranı (odds ratio) değerlerini gösteren EXP(B) değerleri,

değişkenin modele katkısını göstermektedir. Modelde bütün değişkenlerin $EXP(B)$ değerleri 1'den farklıdır. Yani bütün değişkenlerin modele katkısı vardır. Değişkenlerin katsayıları pozitif olduğu zaman, $EXP(B) > 1$ olması, değişken arttığında olma olasılığının arttığını gösterecektir ve bu durumda $EXP(B)$ değeri büyüdükçe, o değişken arttığında seçme olasılığı artacaktır. Ancak bizim modelimizde katsayılar negatiftir. Yani bir yararsızlık (disutility) durumu söz konusudur. Bu nedenle $EXP(B)$ değeri ne kadar büyükse, o değişken arttığında seçme olasılığı azalacaktır.

Wald istatistiği değerleri ve anlamlılık düzeyleri, doğru değerlerdedir; model, katsayıları açısından anlamlıdır. -2 LogL istatistiği iyi bir değere sahiptir, yani model, verileri iyi temsil etmektedir. O-O değeri, beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708' den büyüktür yani H_0 hipotezi gerçekleşmemektedir. Cox-Snell R^2 analizine göre bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişki %88,0 , Nagelkerke R^2 analizine göre %92,8'dir. Bu oranlar, %50'nin üzerinde iyi oranlardır. Yani bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki oldukça yüksektir. Hosmer-Lomeshow istatistiği ile, modelin verilere uygunluğu ölçülmektedir . Hosmer-Lomeshow istatistiğinde C_g değeri 2,588'dir. Bu değer beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708'den küçüktür. Ayrıca kuyruk olasılık değeri 0,184'dür. Bu değer, anlamlılık düzeyi olan 0,05'den büyüktür. Bu iki şart da sağlandığı için Hosmer-Lomeshow kriterine göre model verilere uygundur.

Çizelge 6.5 Model 1 için kestirimler ve sınamalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,273	0,138	3,914	0,045	0,761
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,010	0,002	17,361	0,027	0,990
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	-0,014	0,003	21,779	0,030	0,986
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,001	0,000	16,245	0,021	0,999
β_5 (Taşıma süresi)	-0,239	0,067	12,726	0,034	0,788
r (Türe özgü sabit)	0,096	0,043	4,984	0,039	0,096
(-2 LogL) İstatistiği	42,248				
O-O Testi	15,091				
Cox-Snell R^2 Analizi	0,880				
Nagelkerke R^2 Analizi	0,928				
Hosmer-Lomershow İstatistiği	2,588				

Çizelge 6.6’da görülen modelin gelen başarımlar göstergesi tablosu, modelin tahmin başarımlarını göstermektedir. Tahmin başarımlarını ortalama %94,4’dür ve çok iyi bir değere sahiptir. Ancak kombine taşımacılık seçim tahmini, karayolu taşımacılığı seçimi tahminine göre nispeten daha başarısızdır.

Çizelge 6.6 Model 1’in genel başarımlar göstergesi

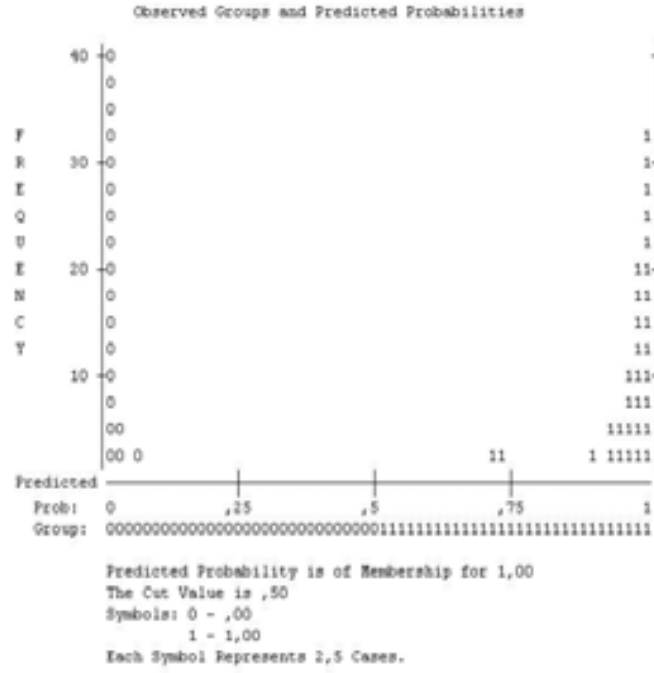
Gözlenen			Tahmin edilen		
			SEÇİM		% doğru
			0	1	
Adım 1	SEÇİM	0	44	6	88,0
		1	2	92	97,8
	Genel % doğru				94,4

Çizelge 6.7’de, Model 1 için korelasyon matrisi görülmektedir. Korelasyon matrisinde, değişkenlerin birbirleri ile yüksek ilişkide olmadıkları görülmektedir. Değişkenler arasında çoklu bağlantı olsaydı Wald testi sonuçları geçersiz olurdu. Wald testi sonuçları geçerli olduğu için çoklu bağlantı problemi olmamalıdır ki korelasyon matrisi de bu durumu göstermektedir.

Çizelge 6.7 Model 1’deki değişkenler için korelasyon matrisi

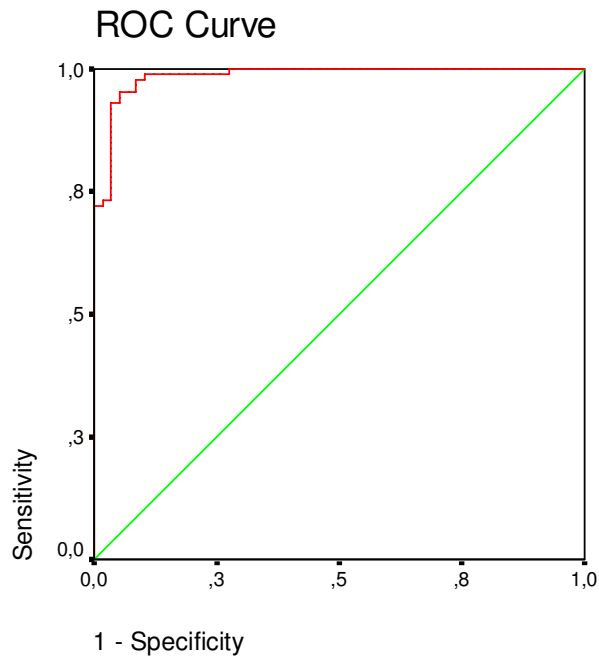
		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	Constant	1,000	-0,207	0,134	0,014	0,152	0,070
	TAŞIMA	-0,207	1,000	0,409	0,036	-0,061	0,221
	KAYIP	0,134	0,409	1,000	-0,069	-0,021	0,025
	GSM	0,014	0,036	-0,069	1,000	-0,462	0,131
	DIĞER	0,152	-0,061	-0,021	-0,462	1,000	-0,032
	SÜRE	0,070	0,221	0,025	0,131	-0,032	1,000

Şekil 6.4’de görülen olasılıklar histogramında, yatay hizada yer alana 0,5 değeri, sınır değeridir. 0,5 değerinin sağ tarafında “1” tercihleri, sol tarafında “0” tercihleri sıralanmıştır. Başarılı tahminlerin yapıldığı modelleme çalışmalarında, “1” ler ve “0” lar mümkün olduğunca histogramın kendilerine ait kısımlarında yer alırlar. Çok daha başarılı model çalışmalarında ise, “1” ler en sağ tarafta, “0” lar ise en sol tarafta sıralanırlar. Histogram, modelin genel başarımlar göstergesi tablosunun diyagramla ifade edilmiş halidir. Şekil 6.4’deki histogram incelenirse, model son derece başarılıdır. “1” ’ler histogramın en sağında, “0” ’lar ise histogramın en solunda yığılmıştır. Zaten Çizelge 6.6’da görülen modelin genel başarımlar göstergesi tablosu ve ROC eğrisi, bu sonucu destekler niteliktedir.



Şekil 6.4 Model 1 için olasılıklar histogramı

Şekil 6.5’de görüldüğü gibi Tahmin gücü (ROC) eğrisi altında kalan alan 0,985’dir. Yani modelin tahmin gücü oldukça yüksektir.



Şekil 6.5 Model 1 için tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi)

(Eğri altında kalan alan:0,985)

6.2.2 MODEL 2

Kullanılan veri tipi : Senaryo veri

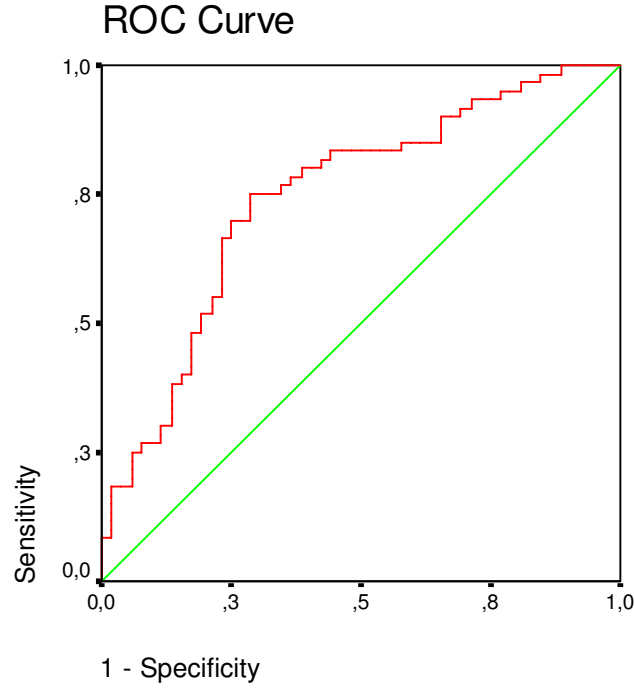
Gözlem sayısı :112

Değerlendirmeler:

Senaryo verileri ile yapılan bu modelin, tüm sına ve göstergelerine bakmadan Çizelge 6.8’de katsayıların işareti incelendiğinde, GSM (güvenlik stoğu maliyeti) etkisinin (+) olduğu görülmektedir. Doğru bir model yapısında, maliyet ve süre değişkenleri, tür seçimine olumsuz etki yaptığı için (-) işarete sahip olmalıdır. Model, diğer sınımalarda başarılı olsa da, birinci sına olan katsayı uyumsuzluğu nedeni ile başarısızdır. Bu modelin bir tahmin modeli olarak seçilmesi mümkün değildir.

Çizelge 6.8 Model 2 için kestirimler ve sınımalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,086	0,041	4,400	0,055	0,918
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,044	0,015	8,604	0,025	0,957
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	0,044	0,013	11,456	0,039	1,175
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,001	0,001	1,000	0,017	0,999
β_5 (Taşıma süresi)	-0,012	0,005	5,765	0,044	0,988
r (Türe özgü sabit)	1,001	0,448	4,992	0,041	2,721
(-2 LogL) İstatistiği	87,251				
O-O Testi	13,024				
Cox-Snell R^2 Analizi	0,623				
Nagelkerke R^2 Analizi	0,716				
Hosmer-Lomershow İstatistiği	5,430				



Şekil 6.7 Model 2 için Tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi)

(Eğri altında kalan alan:0,744)

Çizelge 6.10 Model 2'deki değişkenler için korelasyon matrisi

		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	Constant	1,000	-0,340	-0,002	-0,130	-0,492	-0,136
	TAŞIMA	-0,340	1,000	0,450	0,052	-0,056	-0,302
	KAYIP	-0,002	0,450	1,000	-0,019	0,127	-0,336
	GSM	-0,130	0,052	-0,019	1,000	0,598	0,072
	DIĞER	-0,492	-0,056	0,127	0,598	1,000	-0,015
	SÜRE	-0,136	-0,302	-0,336	0,072	-0,015	1,000

6.2.3 MODEL 3

Kullanılan veri tipi : Tüm veri

Gözlem sayısı :256

Değerlendirmeler:

Bu modelde, değişkenlerin katsayıları doğru işarete sahiptir. Model katsayıları açısından anlamlıdır. Çizelge 6.11'den de görüldüğü gibi, modelde bütün değişkenlerin EXP(B) değerleri 1'den farklıdır. Yani bütün değişkenlerin modele katkısı vardır.

Wald istatistiği değerleri ve anlamlılık düzeyleri, doğru değerlerdedir; model, katsayıları açısından anlamlıdır. -2 LogL istatistiği değeri 65,268' dir. MODEL 1'de bu değer 42,248'dir. Yani MODEL 1, MODEL 3'e göre daha iyi bir şekilde verileri temsil etmektedir.

O-O değeri, beş serbestlik dereceli χ^2 değeri olan 11,0708' den büyüktür yani H_0 hipotezi gerçekleşmemektedir. Cox-Snell R^2 analizine göre bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişki %78,4, Nagelkerke R^2 analizine göre %81,3'dür. Model 1'de bu değerler sırası ile %88,0 ve %92,8' idi. Yani MODEL 1'de bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki, MODEL 3'e göre daha yüksektir. Hosmer-Lomeshow istatistiğinde C_g değeri 4,079'dur. Bu değer beş serbestlik dereceli χ^2 değerinden küçüktür. Ayrıca kuyruk olasılık değeri 0,271'dir. Bu değer, anlamlılık düzeyi olan 0,05'den büyüktür. Bu iki şart da sağlandığı için Hosmer-Lomeshow kriterine göre model verilere uygundur.

Çizelge 6.11 Model 3 için kestirimler ve sınamalar

Değişken	Katsayı	Standart hata	Wald istatistiği	Wald anlamlılık düzeyi	Bahis oranı
β_1 (Taşıma maliyeti)	-0,131	0,038	11,884	0,047	0,877
β_2 (Kayıp-zarar maliyeti)	-0,039	0,014	7,760	0,023	0,962
β_3 (Güvenlik stoğu maliyeti)	-0,029	0,011	6,950	0,037	0,971
β_4 (Diğer maliyetler)	-0,002	0,001	4,001	0,029	0,998
β_5 (Taşıma süresi)	-0,036	0,009	16,225	0,041	0,965
r (Türe özgü sabit)	2,786	0,446	39,079	0,001	16,217
(-2 LogL) İstatistiği	65,268				
O-O Testi	14,786				
Cox-Snell R^2 Analizi	0,784				
Nagelkerke R^2 Analizi	0,813				
Hosmer-Lomershow İstatistiği	4,079				

Çizelge 6.12’de de görüldüğü gibi, modelin tahmin başarımı ortalama %80,5’dir ve iyi bir değere sahiptir. Ancak MODEL 1’de bu değer %94,4 olduğu için, MODEL 3, MODEL 1’e göre tahmin başarımı açısından daha başarısızdır.

Çizelge 6.12 Model 3’ün genel başarımlar göstergesi

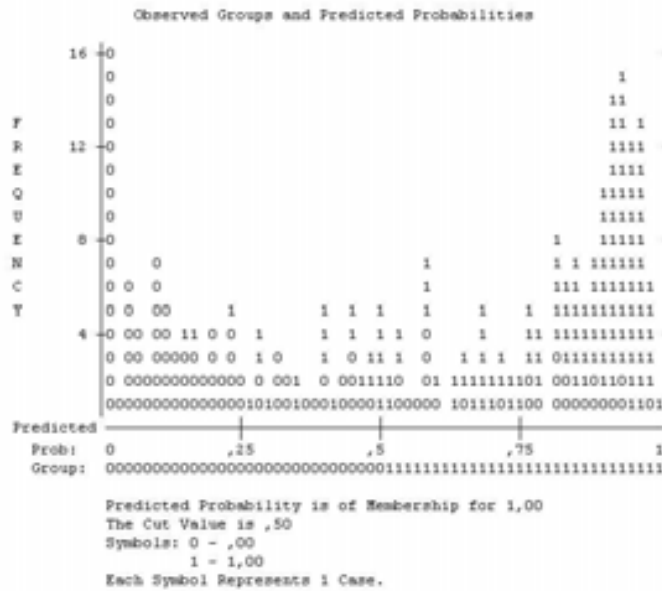
Gözlenen			Tahmin edilen		
			SEÇİM		% doğru
			0	1	
Adım 1	SEÇİM	0	71	24	74,7
		1	26	135	83,9
	Genel % doğru				80,5

Çizelge 6.13’de, modele ait korelasyon matrisinde, değişkenlerin birbirleri ile yüksek ilişkide olmadıkları görülmektedir.

Çizelge 6.13 Model 3’deki değişkenler için korelasyon matrisi

		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	Constant	1,000	-0,528	-0,111	0,114	-0,260	0,085
	TAŞIMA	-0,528	1,000	0,480	-0,363	-0,483	-0,288
	KAYIP	-0,111	0,480	1,000	-0,204	0,102	-0,220
	GSM	0,114	-0,363	-0,204	1,000	0,140	0,690
	DIĞER	-0,260	-0,483	0,102	0,140	1,000	0,061
	SÜRE	0,085	-0,288	-0,220	0,690	0,061	1,000

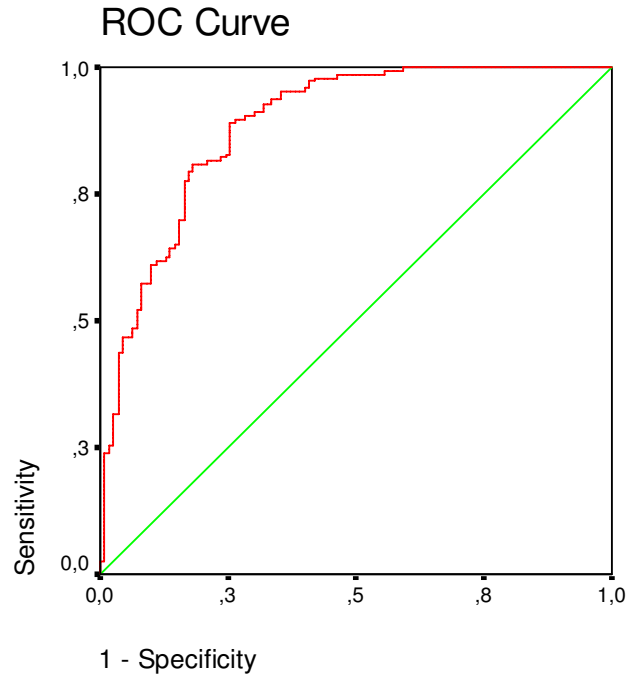
Şekil 6.8’deki olasılık histogramı incelenirse, “1” ve “0” ların dağılımının çoğunlukla doğru kısımlarda olduğu, ancak bir miktar tahminin yanlış yapıldığı görülmektedir. Zaten Çizelge 6.12’de görülen modelin genel başarımlar göstergesi tablosu ve ROC eğrisi, bu sonucu destekler niteliktedir.



Şekil 6.8 Model 3 için olasılıklar histogramı

Şekil 6.9’da görüldüğü gibi Tahmin gücü (ROC) eğrisi altında kalan alan 0,885’dir. Yani modelin tahmin gücü yüksektir. Zaten modelin tahmin başarımlar ortalamasının %80,5 olması

da, modelin tahmin gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak MODEL 1'den elde edilen sonuçlar, daha başarılıdır.



Şekil 6.9 Model 3 için Tahmin gücü eğrisi (ROC Eğrisi)

(Eğri altında kalan alan:0,885)

MODEL1 ve 3'ün değerlendirmelerinin karşılaştırmaları Çizelge 6.14'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara dayanılarak, MODEL 1, taşımacılık türü seçimi modeli olarak seçilmiştir ve Model ifadesi şu şekildedir:

$$U_{karayolu} = -0,273(TM)_{kar} - 0,010(K - ZM)_{kar} - 0,014(GSM)_{kar} - 0,001(DM)_{kar} - 0,239(TS)_{kar} + 0,096$$

Bir sonraki aşamada, MODEL 1'e duyarlılık analizi uygulanmıştır.

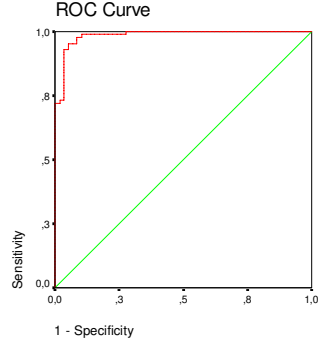
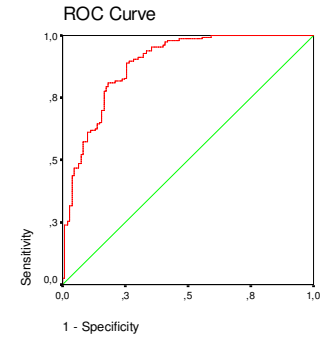
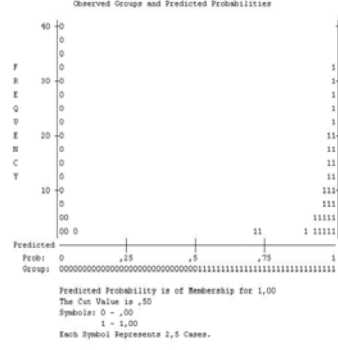
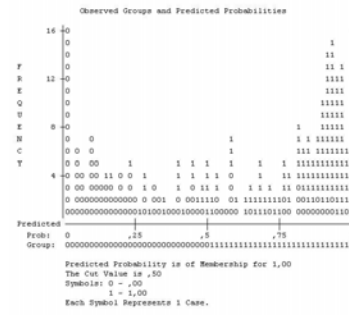
Çizelge 6.14 Model 1 ve 3'ün sonuçlarının karşılaştırılması

		MODEL 1(ASIL VERİ)					MODEL 3(TÜM VERİ)				
Veri sayısı		144					256				
-2 Log L		42,248					65,268				
O-O		15,091					14,786				
Cox_Snell R ²		0,880					0,784				
Nagelkerke R ²		0,928					0,813				
Hosmer and Lomeshow		2,588					4,079				
% doğru		%94,4					%80,5				
KARAR DEĞİŞKENLERİ		β	S.E	Wald	sig.	exp(β)	β	S.E	Wald	sig.	exp(β)
	TAŞIMA MALİYETİ	-0,273	0,138	3,914	0,045	0,761	-0,131	0,038	11,884	0,047	0,877
	KAYIP-ZARAR MALİYETİ	-0,010	0,002	17,361	0,027	0,990	-0,039	0,014	7,760	0,023	0,962
	GÜVENLİK STOĞU MALİYETİ	-0,014	0,003	21,779	0,030	0,986	-0,029	0,011	6,950	0,037	0,971
	DİĞER MALİYETLER	-0,001	0,000	16,245	0,021	0,999	-0,002	0,001	4,001	0,029	0,998

Çizelge 6.14 Model 1 ve 3'ün sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

		MODEL 1(ASIL VERİ)					MODEL3(TÜM VERİ)																																																																																																												
	TAŞIMA SÜRESİ	-0,239	0,067	12,726	0,034	0,788	-0,036	0,009	16,225	0,041	0,965																																																																																																								
	SABİT	0,096	0,043	4,984	0,039	0,096	2,786	0,446	39,079	0,001	16,217																																																																																																								
KORELASYON MATRİSİ		ASIL VERİ					TÜM VERİ																																																																																																												
		<table><tr><td colspan="2"></td><td>Constant</td><td>TAŞIMA</td><td>KAYIP</td><td>GSM</td><td>DIĞER</td><td>SÜRE</td></tr><tr><td rowspan="6">Step</td><td>Constant</td><td>1,000</td><td>-,207</td><td>0,134</td><td>0,014</td><td>0,152</td><td>0,070</td></tr><tr><td>TAŞIMA</td><td>-0,207</td><td>1,000</td><td>0,409</td><td>0,036</td><td>-0,061</td><td>0,221</td></tr><tr><td>KAYIP</td><td>0,134</td><td>0,409</td><td>1,000</td><td>-0,069</td><td>-0,021</td><td>0,025</td></tr><tr><td>GSM</td><td>0,014</td><td>0,036</td><td>-0,069</td><td>1,000</td><td>-0,462</td><td>0,131</td></tr><tr><td>DIĞER</td><td>0,152</td><td>-0,061</td><td>-0,021</td><td>-0,462</td><td>1,000</td><td>-0,032</td></tr><tr><td>SÜRE</td><td>0,070</td><td>0,221</td><td>0,025</td><td>0,131</td><td>-0,032</td><td>1,000</td></tr></table>									Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE	Step	Constant	1,000	-,207	0,134	0,014	0,152	0,070	TAŞIMA	-0,207	1,000	0,409	0,036	-0,061	0,221	KAYIP	0,134	0,409	1,000	-0,069	-0,021	0,025	GSM	0,014	0,036	-0,069	1,000	-0,462	0,131	DIĞER	0,152	-0,061	-0,021	-0,462	1,000	-0,032	SÜRE	0,070	0,221	0,025	0,131	-0,032	1,000	<table><tr><td colspan="2"></td><td>Constant</td><td>TAŞIMA</td><td>KAYIP</td><td>GSM</td><td>DIĞER</td><td>SÜRE</td></tr><tr><td rowspan="6">Step</td><td>Constant</td><td>1,000</td><td>-0,528</td><td>-0,111</td><td>,114</td><td>-0,260</td><td>0,085</td></tr><tr><td>TAŞIMA</td><td>-0,528</td><td>1,000</td><td>0,480</td><td>-0,363</td><td>-0,483</td><td>-0,288</td></tr><tr><td>KAYIP</td><td>-0,111</td><td>0,480</td><td>1,000</td><td>-0,204</td><td>0,102</td><td>-0,220</td></tr><tr><td>GSM</td><td>0,114</td><td>-0,363</td><td>-0,204</td><td>1,000</td><td>0,140</td><td>0,690</td></tr><tr><td>DIĞER</td><td>-0,260</td><td>-0,483</td><td>0,102</td><td>0,140</td><td>1,000</td><td>0,061</td></tr><tr><td>SÜRE</td><td>0,085</td><td>-0,288</td><td>-0,220</td><td>0,690</td><td>0,061</td><td>1,000</td></tr></table>							Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE	Step	Constant	1,000	-0,528	-0,111	,114	-0,260	0,085	TAŞIMA	-0,528	1,000	0,480	-0,363	-0,483	-0,288	KAYIP	-0,111	0,480	1,000	-0,204	0,102	-0,220	GSM	0,114	-0,363	-0,204	1,000	0,140	0,690	DIĞER	-0,260	-0,483	0,102	0,140	1,000	0,061	SÜRE	0,085	-0,288	-0,220	0,690	0,061	1,000
				Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE																																																																																																										
		Step	Constant	1,000	-,207	0,134	0,014	0,152	0,070																																																																																																										
			TAŞIMA	-0,207	1,000	0,409	0,036	-0,061	0,221																																																																																																										
			KAYIP	0,134	0,409	1,000	-0,069	-0,021	0,025																																																																																																										
			GSM	0,014	0,036	-0,069	1,000	-0,462	0,131																																																																																																										
			DIĞER	0,152	-0,061	-0,021	-0,462	1,000	-0,032																																																																																																										
SÜRE	0,070		0,221	0,025	0,131	-0,032	1,000																																																																																																												
		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE																																																																																																												
Step	Constant	1,000	-0,528	-0,111	,114	-0,260	0,085																																																																																																												
	TAŞIMA	-0,528	1,000	0,480	-0,363	-0,483	-0,288																																																																																																												
	KAYIP	-0,111	0,480	1,000	-0,204	0,102	-0,220																																																																																																												
	GSM	0,114	-0,363	-0,204	1,000	0,140	0,690																																																																																																												
	DIĞER	-0,260	-0,483	0,102	0,140	1,000	0,061																																																																																																												
	SÜRE	0,085	-0,288	-0,220	0,690	0,061	1,000																																																																																																												

Çizelge 6.14 Model 1 ve 3'ün sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	MODEL 1(ASIL VERİ)	MODEL3(TÜM VERİ)
ROC EĞRİSİ	 Eğri altında kalan alan: 0,985	 Eğri altında kalan alan: 0,885
OLASILIKLAR HİSTOGRAMI	 Predicted Probability is of Membership for 1,00 The Cut Value is .50 Symbols: 0 - .50 1 - 1,00 Each Symbol Represents 2,5 Cases.	 Predicted Probability is of Membership for 1,00 The Cut Value is .50 Symbols: 0 - .50 1 - 1,00 Each Symbol Represents 1 Case.

6.3 Duyarlılık Analizi

Tez çalışmasında, taşımacılık türü tercihini etkileyen bazı önemli parametrelerin değişmesi durumunda taşıma türü tercihinin nasıl değiştiğini belirlemek amacı ile duyarlılık analizleri yapılmıştır. Duyarlılık analizi, tahmin edilen sonuçta önemli bir değişiklik yaratabilmek için tek bir bağımsız değişkenin değerinde ne kadarlık bir değişiklik yapmak gerektiğini göstermeye çalışan bir analiz yöntemidir. Burada duyarlılık analizi yapılmasının amacı, hangi karar değişkenlerindeki ne kadarlık bir değişimin tercihleri kombine taşımacılığa kaydıracağını belirlemektir. Modelleme çalışması sonucu elde edilen MODEL 1'in katsayıları incelenirse, taşıma maliyeti, taşıma süresi, kayıp-zarar maliyeti ve güvenlik stoğu maliyeti, taşımacılık türü seçiminde etkili parametrelerdir. Diğer maliyetler başlığı altında toplanan sipariş, depolama ve depolamada zaman değeri maliyetleri, taşımacılık türü seçiminde çok az etkili olduğu için duyarlılık analizine dahil edilmemiştir. Taşıma süresi değişkeni de, aktarmada bekleme ve taşıma süresi olarak ikiye ayrılmıştır. Sektördeki çalışanlarla yapılan görüşmeler sonucunda, toplam taşıma süresinin yaklaşık 1/4'ünün beklemede, 3/4'ünün ise hareket halinde geçtiği öğrenilmiştir. Bu nedenle, anket çalışmasından elde edilen toplam taşıma süreleri, 1/4 ve 3/4 oranlarında paylaştırılarak bekleme ve hareket halinde geçen süreler olarak ikiye ayrılmıştır.

Duyarlılık analizinde aşağıdaki senaryolar göz önüne alınmıştır:

- Senaryo 1: Kombine taşımacılık maliyetinin %25 daha az olması
- Senaryo 2: Kombine taşımacılıkta ortalama istasyonlarda bekleme süresinin %25 azalması
- Senaryo 3: Kombine taşımacılıkta ortalama hareket süresinin %25 azalması
- Senaryo 4: Kombine taşımacılıkta kayıp-zarar miktarının %50 azalması
- Senaryo 5: Kombine'de güvenlik stoğu miktarının %50 azalması

Senaryo sonuçları şu şekilde elde edilmiştir:

Senaryo 1' in sonucunda tercihler %10,42 kombine taşımacılık yönünde değişmiştir.

Senaryo 2' nin sonucunda tercihler %4,86 kombine taşımacılık yönünde değişmiştir.

Senaryo 3' ün sonucunda tercihler %15,28 kombine taşımacılık yönünde değişmiştir.

Senaryo 4' ün sonucunda tercihler %0,69 kombine taşımacılık yönünde değişmiştir.

Senaryo 5' in sonucunda tercihler %1,39 kombine taşımacılık yönünde değişmiştir.

Duyarlılık analizi sonucunda, taşıma süresi, taşıma maliyeti ve aktarmada bekleme süresi

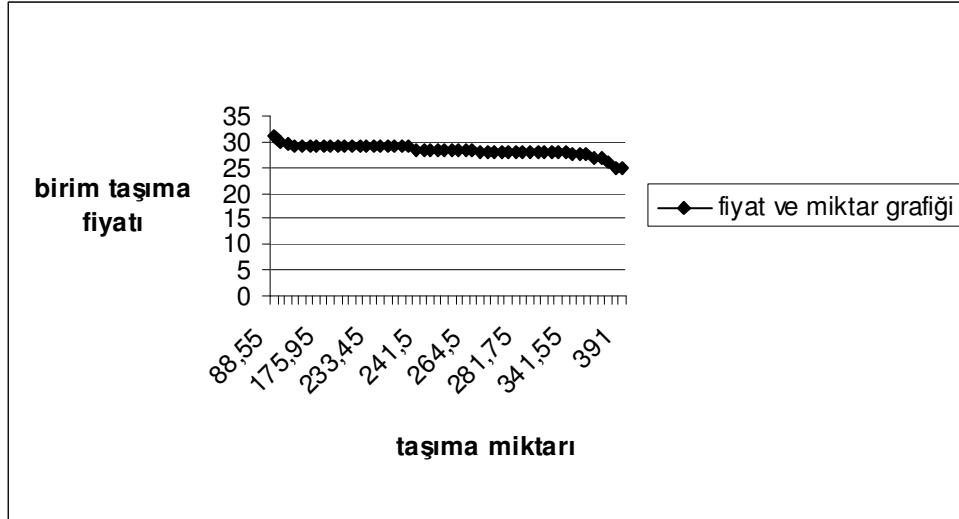
parametrelerinin taşımacılık türü seçimini ağırlıklı olarak etkilediği görülmüştür. Yapılan bir başka duyarlılık analizi sonucunda, ilk başta %61 / %39 olan karayolu / kombine taşımacılık oranının, taşıma maliyetinin %30, hareket ve (bekleme) aktarma sürelerinin %40 azaltılması sonucunda %7 / %93 düzeyine kadar değiştirilebileceği görülmüştür. Bu durum bize, taşıma maliyeti, taşıma ve bekleme süreleri değişkenlerinin taşımacılık türü seçiminde çok etkili olduğunu göstermektedir. Elbette ki taşıma maliyetleri ile taşıma ve bekleme sürelerini kısa vadede bu derecede değiştirmek mümkün değildir. Zaten mevcut kombine taşımacılığın altyapı kapasitesi, bu artışı kaldıramaz. Böyle bir analiz, sadece bu üç değişkenin tür seçiminde ne kadar etkili olduğunu göstermek üzere yapılmıştır. Sözkonusu üç değişkeni değiştirmek sureti ile yük taşımacılığının kombine taşımacılığa kaydırılması için çeşitli mikroekonomik ve makroekonomik ölçekte politikalar geliştirilebilir.

6.4 Mikroekonomik Ölçekte Geliştirilmesi Önerilen Politikalar

6.4.1 Taşıma Fiyatını Azaltmaya Yönelik Önerilen Politikalar

Modelleme sonucunda, yük taşımacılığının karayolu taşımacılığından kombine taşımacılığa kaydırılmasının, özellikle üç değişkenin (taşıma maliyeti, taşıma süresi ve bekleme süresi) sistemi kullananlar lehinde değiştirilmesi sonucu mümkün olacağı görülmüştür. Anket çalışması sırasında da sistemi kullananlar, özellikle bu üç değişken konusunda bir takım şikayetlerini dile getirmişlerdir. Bu sonuçlara dayanılarak, tez çalışmasının bu bölümünde, sözkonusu üç değişkenin değiştirilmesi esasına dayalı, bir şekilde firma bazında, yani mikroekonomik ölçekte ve ülke bazında, yani makroekonomik ölçekte yapılabilecek hangi çalışmalarla taşımacılığın karayolundan karayolu-demiryolu kombine taşımacılığına kaydırılacağı araştırılmıştır.

Taşıma fiyatını azaltmaya yönelik olarak mikroekonomik ölçekte geliştirilebilecek politikalar belirlenirken, ilk olarak anket sonucu elde edilen verilerdeki fiyat-miktar ilişkisi araştırılmıştır. Bu ilişki, grafik olarak Şekil 6.10'daki gibidir. Şekilden de anlaşılacağı gibi talep ve birim fiyatlar arasında kademeli olarak bir ilişki vardır. Taşınan ürün miktarı arttıkça, birim taşıma maliyeti düşmektedir. Bu sonuca dayanılarak, taşıyıcı firmanın, taşıma birim fiyatlarını belirli ölçülerde düşürmesi durumunda, ölçek ekonomisi (economies of scale) yaklaşımına göre kombine taşımacılık ile taşınan ürün miktarının artacağı sonucuna varılabilir.



Şekil 6.10 Anket verilerine göre taşıma miktarı ve taşıma fiyatı arasındaki ilişki

Ayrıca maliyet verimliliğini arttıran yeni teknolojik araçlar kullanılarak veya maliyet verimliliğini arttırıcı organizasyon yapısı oluşturularak taşıma maliyetlerini azaltmak ve böyle bir değişim doğrultusunda taşımacılık türü tercihinin kombine taşımacılık doğrultusuna kaydırmak mümkündür.

6.4.2 Taşıma ve Bekleme Sürelerini Azaltmaya Yönelik Önerilen Politikalar

Taşıma ve bekleme sürelerini düşürerek taşımacılık türü tercihinin kombine taşımacılık doğrultusuna kaydırmak için önerilen politikalar şu şekildedir:

1. Karayolu taşımacılığında kullanılan araç hızları arttırılabilir. Bu artışın güvenlik sınırları içerisinde kalması gerekmektedir.
2. Trenden kamyonu yapılan aktarma işleminde kullanılan forklift sayısı arttırılabilir.
3. Firma, aktarma işleminde organizasyonel yapısını daha hızlı olacak şekilde yeniden düzenleyebilir.
4. Firmanın verimliliğini arttıracak şekilde elleçleme donanımları yenilenebilir.

6.5 Makroekonomik Ölçekte Geliştirilmesi Önerilen Politikalar

Bu bölümde, mevcut taşımacılık sisteminde sözkonusu üç değişkenin taşıma maliyeti, taşıma süresi ve bekleme süresi) sistemi kullananlar lehine değiştirilmesine yönelik olarak makroekonomik ölçekte geliştirilecek politikalar kısa dönemli olanlar ile orta ve uzun

dönemli olanlar olarak iki kısma ayrılmıştır. Makroekonomik ölçek, ülke bazında yapılacak yatırımları ve geliştirilecek politikaları kapsamaktadır. Bu nedenle makroekonomik ölçek, mikroekonomik ölçeğe göre daha detaylı olarak irdelenmiştir. Bu kısımda önerilen politikalar, Türkiye'nin kombine taşımacılık kapasitesinin kaldırabileceği doğrultudadır. Bu kısımda geliştirilmesi gereken politikalar, konu ile ilgili resmi kuruluşlarda çalışanlardan ve sektörün içinde yıllarca çalışmış kişilerden alınan bilgilere ve sektörle ilgili yayınlanan raporlara ve dergilere dayalı olarak belirlenmiştir (VIII. Beş Kalkınma Planı, Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, UTA Lojistik, Lojistik dergileri vb.).

6.5.1 Taşıma Fiyatını Azaltmaya Yönelik Geliştirilmesi Önerilen Politikalar

1. Demiryollarının piyasaya göre esneklik göstermeyen sabit fiyat uygulaması, olumsuz sonuçlar vermektedir. Ürün tipine ve miktarına bağlı olarak daha esnek bir fiyat uygulaması ile, kombine taşımacılık oranı arttırılabilir. Mesela tarım bölgelerinde belli ürünlerin hasat mevsimlerinde, sözkonusu ürünlerin demiryolu ile taşınması için fiyatta uygulanacak esneklikler, kişileri demiryolu ile taşıma yapmaya yönlendirebilir. Diğer bir örnek olarak da ithalat ve ihracat taşımaları verilebilir. Eylül-mart dönemi ihracat, nisan sonrası ithalat talebinin yoğun olduğu dönemlerdir. Bu dönemlerde katma değeri düşük ürünler için düşük, katma değeri daha yüksek olan ürünler için daha yüksek fiyat uygulaması, ürünlerin demiryolu ile taşınmasını teşvik edebilir.
2. Özel sektörün kendi vagonlarına sahip olması ve kendi vagonları ile taşımacılık yapması teşvik edilmelidir. TCDD'de vagon yetersizliğine karşın, başlangıçta vagon sahipliğini özendirmek amacı ile, özel sektöre mamülü kendi vagonları taşımaları şartı ile taşıma fiyatında yapılan %60'lık indirim, daha sonra tektaraflı olarak %30'a düşürülmüştür. Bu durum, sektör çalışanlarını zor durumda bırakmıştır. Halbuki 2004 yılında 868 olan özel sektör vagon sayısı, 2005 yılında %60 artarak 1397'ye ulaşmıştır. Buna bağlı olarak taşınan yük miktarı da %75 artmıştır. Verilerden açıkça görüldüğü gibi, demiryolu yük taşımacılığı özel işletmeler ile büyük bir dinamizm yakalamıştır ve bu uygulama sektöre büyük canlılık getirmiştir. Bu nedenle özel sektörün demiryolu üzerinde yük taşımacılığını serbestçe yapabilmesi çok önemlidir, çünkü özel sektörün demiryolu taşımacılığı piyasasına girmesi, rekabet sebebi ile taşıma fiyatlarının da azaltılmasına neden olacaktır. Özel sektörün vagon sahipliği sistemi geliştirildikçe, çalışmakta olan vagon sayısı arttığı için vagonların bakımı ve tamirâtı için de yeni işletmeler kurulacaktır. Böylece rekabet artacaktır. Günümüzde vagonların bakımı ve tamirâtı için başvurulmak zorunda kalınan ve tekel durumunda

olan TCDD'nin yüksek ücretler talep etmesi, vagon sahipliğini cazip halden çıkarmaktadır ve taşıma fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Bu konuda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

3. Demiryolu bağlantısının bulunduğu taşımalarda, kombine taşımacılığın kullanımı ödüllendirilmelidir. Mesela yapılan kombine taşımalarda bir takım vergi indirimleri uygulanmalıdır. Bu uygulama ile, sektöre daha fazla firmanın girmesi sağlanacağı için rekabet artırılır. Böyle bir politika, taşıma maliyetlerinin azaltılmasına neden olur.
4. Fiyatlandırma politikaları ile kombine taşımacılık özendirilmelidir. Kombine taşımacılık klasik vagon taşımacılığından tamamen ayrılmalıdır. Örneğin konteynır taşımacılığı için ithalat-ihracat taşıma tarifeleri yeniden düzenlenip gerekirse teşvik amacı ile fiyat indirimine gidilmelidir. Bu tip uygulamalar yurt içi taşımacılıklarda da yaygınlaştırılmalıdır.
5. TCDD pazarlama sistemi yetersiz ve özel sektörle yarışacak imkanlardan yoksundur. Kombine taşımacılık müşterileri, kapıdan kapıya taşıma istemekte ve tek bir kuruluşla muhatap olmak istemektedirler. Halbuki TCDD sadece demiryolu araçları ile taşımayı kabul etmekte, elleçleme ve kamyon taşımalarını müşterilerin kendilerinin organize etmesini önermektedir. Bu durumda devreye aracı lojistik kuruluşları girmekte ve bu da taşıma fiyatlarını arttırmaktadır. Bu durum dikkate alınarak TCDD pazarlama dairesi diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi pazarlama çalışmalarını geliştirmelidir.
6. Konteynır taşımacılığının en büyük dezavatajı tek yönlü taşıma uygulamasıdır. Boş dönen konteynırların ilave maliyetleri taşıma fiyatlarını arttırmaktadır. Bu yüzden konteynırların dolu olarak geri dönebilmesi için TCDD istasyon sahalarında, boş konteynır depoları için yer tahsis edilmelidir.
7. Uygun bölgelerde şirketlerin(üretim merkezlerinin) ulusal demiryolu ulaşım ağına bağlanması (iltisak) ile demiryollarının kullanılması teşvik edilmeli ve kolaylaştırılmalıdır. Bu bağlamda iltisak hattı bağlanacak yerler organize sanayi bölgeleri veya doğrudan fabrikalardır. Demiryolunun fabrika sahasına kadar girerek yükün direkt olarak vagona yüklenebildiği hatta iltisak hattı denmektedir. Türkiye'de Organize Sanayi Bölgeleri ile yük potansiyeline sahip özel sektöre ait merkezlere iltisak hattı yapılması yöntemi ile kombine taşımacılığın desteklenmesi çalışması yıllardır yapılmaktadır, ama mevcut sayı yetersizdir. İltisak hatlarında, yolun geçeceği yerin istiklakı ve altyapı (sanat yapıları dahil) hattın bağlanacağı fabrika işletmecileri tarafından yapılmakta, üstyapı da bedelsiz olarak TCDD tarafından yapılmaktadır. Günümüzde TCDD şebekesinde 311 adet iltisak hattı mevcut olup, bunlardan 270'i

kullanılabilir durumda, 41'i kullanılamaz durumdadır. Çizelge 6.16'da, 2005 ve 2006 yılları için İltisak hatları ile yapılan taşımaların, toplam taşıma içindeki payları görülmektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, iltisak hatları, toplam taşımada oldukça önemli bir paya sahiptir.

Çizelge 6.15 2005-2006 yıllarında iltisak hatları ve toplam hatta yapılan taşıma miktarları (TCDD İstatistik yılı, 2003-2007)

Yapılan taşıma miktarı (ton)	2005	2006
TCDD toplam taşıması	18.945.698	19.745.325
İltisak hattından yapılan taşıma	9.565.663	10.931.723
İltisak hatlarından yapılan taşımanın toplam taşımadaki payı (%)	50	55

İltisak hatlarının arttırılması, taşıma maliyetlerinin azaltılmasının yanı sıra aktarma sürelerinin azaltılmasını da sağlar.

8. Çevre kirliliğinin önlenmesini teşvik amacıyla demiryollarında tüketilen akaryakıttan alınan vergilerde indirim yapılmalıdır. Bu indirim, taşıma fiyatlarının düşmesine neden olacaktır.

6.5.2 Taşıma ve Bekleme Sürelerini Azaltmaya Yönelik Geliştirilmesi Önerilen Politikalar

1. Ulaştırma taşıtlarına yönelik olarak, Yatırım Teşvik Mevzuatı çerçevesinde filo yenileme girişimleri teşvik edilmeye devam edilmelidir. Böylece mevcut taşıtların teknolojileri yenilenebilecek ve bu da taşıma sürelerinin azaltılmasına olanak sağlayacaktır.
2. İstasyonlardaki elleçleme donanımı (krenaj tesisleri) eksiklikleri giderilmelidir. Finansman eksikliği nedeni ile bu sorun TCDD tarafından giderilemezse, bu yatırımların özel sektör tarafından yapılması için özendirici tedbirler getirilmelidir. Yapılacak elleçleme donanımı tesislerinin, çeşitli taşıma kabı türleri ile yapılacak aktarmaları kısa sürede gerçekleştirebilir nitelikte olmasına özen gösterilmelidir.

2004 yılından itibaren uygulanmakta olan blok tren işletmeciliği yaygınlaştırılmalıdır. Blok tren; yükün yüklendiği istasyondan boşaltılacağı istasyona kadar lokomotif ve vagonların değiştirilmediği, ara gar ve istasyonlarda manevra yapılmadığı, trenden yük

3. alınıp, yük verilmediği bir taşıma türüdür. Bu uygulama ile daha fazla miktarda yük taşınması, mevcut lokomotif ve vagonların etkin şekilde kullanılması, taşıma hızının artırılması, ihtiyaç duyulan personel miktarının azaltılması, lokomotif ve vagon rotasyon süresinin düşürülmesi, manevra maliyetlerinin azaltılması, yük taşımalarında kalitenin yükseltilmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması ve müşterilerin taşıma ve stok maliyetinin azaltılması amaçlanmaktadır. Blok tren uygulaması ile parsiyel yük taşınmasından tam yük taşınmasına geçilmiş olup yükün ara garlarda günlerce bekletilmesi, bu esnada yükün zarar görmesi veya vagonların günlerce yük altında bekletilmesi durumu ortadan kaldırılmıştır.

2004 yılında Türkiye’de başlatılan blok tren uygulaması ile, mesela Erzurum-Soma arası taşıma süresi 15 günden 3 güne indirilmiştir. Blok tren uygulaması ile 2006 yılında 2003 yılına göre yük taşıma miktarları %25, yük taşıma geliri ise %49 artmıştır. 2007 yılının ilk üç aylık döneminde ise 2006 yılı aynı dönemine göre taşıma miktarı %12, taşıma geliri %18 artmıştır (TCDD Araştırma Planlama Koordinasyon (APK) Dairesi Raporu).

4. 2006 yılında uluslararası taşımacılık için ilk deneme seferi yapılan RO-LA taşımacılık sisteminin tüm hatlarda yaygınlaşması için gerekli altyapı yatırımları yapılmalıdır. RO-LA taşımacılığı, karayolu yük taşıma araçlarının (TIR-Kamyon) çekici ve dorsesiyle birlikte, bunun için imal edilen özel vagonlara yüklenerek demiryolunda taşınmasıdır. Böyle bir sistemin, kombine taşımacılıkta yükün bir türden diğer bir türe aktarılmasında zaman kaybedilmesini önlemek başta olmak üzere bir çok avantajı vardır.
5. Kombine taşımacılıkta taşıma hızını arttırmaya yönelik olarak, özel tarife koridorları açılmalıdır. Yani bazı hatlar sadece yük taşımacılığına ayrılmalıdır. Özellikle 400 km’yi aşan mesafelere sanayi mallarının demiryolu ile taşınması teşvik edilmelidir. Yolcu trenlerinin işletilmediği, yalnızca yüke özgü hatlar, hat verimliliğinin artırılmasını, taşıma sürelerinin düşürülmesini sağlamaktadır. Örneğin A.B.D’de son 30 yılda yük taşımacılığı bu yöntemle ikiye katlanmıştır (U.M.P., 2004)
6. Belirlenen havayolu, denizyolu limanları ile demiryolu aktarma istasyonları büyük kapasiteli taşıtlara, yüksek hızla, güvenli ve en verimli bir şekilde hizmet veren ve özel lojistik şirketler ile gümrük gibi kamu kurumlarının içinde çalışabileceği şekilde lojistik merkezler (lojistik park/köy) düzenlenmelidir. Bu tip merkezler, birçok tesis ve kurum aynı bölgede bulunacağı için kombine taşımacılıkta aktarma sürelerinin

azalmasını sağlar. Mevcut kara konteyner terminalleri, imkanlar dahilinde lojistik köylere dönüştürülmelidir.

7. Araç, yük, taşıma kabı ve doküman izlenebilirliği (uydu haberleşmesi, akıllı ulaştırma sistemleri vb.) artırılmalıdır. Kamu kurumları ile iletişim elektronik ortama taşınmalı yetki belgesi, taşıt kartı vb. belgelerin elektronik ortamda verilmesi sağlanmalıdır. Böylece araçların istasyonlarda bekleme süreleri azalabileceği gibi, taşıma esnasında kayıp-zarar gibi olumsuz etmenler de en aza indirilebilir.
8. Ana koridorlardaki demiryolları çift hatlı hale getirilip rehabilite edilmelidir.
9. Mevcut demiryolu ağından en üst düzeyde yararlanmak ve demiryollarını köhneleşmiş yapısından kurtarmak için altyapı iyileştirme ve modernizasyon çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Mevcut tren sistemi ve hızlı trenler için yeni demiryolu hatları yapılmalı ve yeni koridorlar oluşturulmalıdır.
10. Gerek konteynır taşımacılığında, gerekse karayolu aracı taşımacılığında ihtiyaç duyulan 22,5 ton dingil basıncına ve saatte 120 km hıza uygun, kombine taşımacılık vagonları imal edilmelidir. Söz konusu vagonların özel sektör tarafından üretilmesi de teşvik edilmelidir.
11. Kombine taşımacılıkta yeni bir teknoloji olan bimodal (iki türlü) taşımacılık sistemi incelenmeli ve uygulanabilirliği araştırılmalıdır. Bi-modal taşımacılık, iki ulaşım türünün birlikte kullanılması anlamına gelmektedir. Bu sistemde demiryolu ve karayolu taşımacılığının avantajlarını birleştirmek amacı ile karayolu taşıtı demiryolu taşıtına dönüştürülür. Bu taşımacılık sistemi, “roadrailer” olarak da bilinir. Bu taşımacılık sisteminde, yükün aktarılmasında özel bir donanıma olan ihtiyaç ortadan kalkar ve aktarma süreleri azalır. Çizelge 6.17’de, yukarıda açıklamaları yapılmış bulunan politikaların tablosu görülmektedir.

Çizelge 6.16 Makroekonomik ve mikroekonomik ölçekte önerilen politikalar

	Politikalar	Araçları	Kısa dönem	Orta ve uzun dönem
Mikroekonomik Ölçekte	1. Taşıma fiyatını azaltmak	1. Ölçek ekonomisi yaklaşımı ile, taşınan ürün miktarı arttırılarak birim taşıma fiyatları düşürülebilir.		X
		2. Maliyet verimliliğini arttıran yeni teknoloji araçları kullanılabilir.	X	X
		3. Maliyetleri azaltıcı, maliyet verimliliğini arttırıcı organizasyon yapısı oluşturulabilir.		X
	2. Taşıma ve aktarma sürelerini azaltmak	1. Karayolu taşımacılığında kullanılan araçların güvenlik sınırları içerisinde hızları arttırılabilir.	X	X
		2. Trenden kamyonu yapılan aktarma işleminde kullanılan forklift sayısı arttırılabilir.	X	X
		3. Firma, aktarma işleminde organizasyonel yapısını daha hızlı olacak şekilde yeniden düzenleyebilir.		X
		4. Firmanın verimliliğini arttıracak şekilde elleçleme donanımları yenilenebilir.	X	X
Makroekonomik ölçekte	1. Taşıma fiyatını azaltmak	1. TCDD tarafından ürün tipine ve miktarına bağlı olarak, piyasaya uygun daha esnek bir fiyat sistemi uygulanabilir.		X
		2. Özel sektör için vagon sahipliğini cazip hale getirecek çalışmalar yapılabilir.		X
		3. Demiryolu bağlantısının bulunduğu taşımalarda, kombine taşımacılığın kullanımı ödüllendirilebilir (yapılan kombine taşımalarda bir takım vergi indirimleri uygulanabilir).		X
		4. Kombine taşımacılık için en geniş anlamı fiyat tarifesi oluşturulup, kombine taşımacılık klasik vagon taşımacılığından tamamen ayrılabilir.		X

Çizelge 6.17 Makroekonomik ve mikroekonomik ölçekte önerilen politikalar (devam)

	Politikalar	Araçları	Kısa dönem	Orta ve uzun dönem
		5. TCDD pazarlama sistemi iyileştirilerek taşıma fiyatları düşürülebilir.		X
		6. Boş dönen konteynırlardan kaynaklanan ilave maliyetleri azaltmak için TCDD istasyon sahalarında boş konteynır depoları için yer tahsis edilebilir.		X
		7. Uygun bölgelerde şirketlerin ulusal demiryolu ulaşım ağına ile bağlanması (iltisak) yolu ile demiryollarının kullanılması teşvik edilebilir.		X
		8. Çevre kirliliğinin önlenmesini teşvik amacı ile demiryollarında tüketilen akaryakıttan alınan vergilerde indirim yapılabilir.		X
	2. Taşıma ve aktarma sürelerini azaltmak	1. Yatırım Teşvik Mevzuatı çerçevesinde, ulaştırma taşıtlarına yönelik olarak filo yenileme girişimleri teşvik edilmeye devam edilebilir.		X
		2. İstasyonlardaki elleçleme donanımı(krenaj tesisleri) eksiklikleri giderilebilir.	X	X
		3. Blok tren uygulaması daha geniş bir ulaşım ağında yaygınlaştırılabilir.	X	X
		4. RO-LA taşımacılık sistemi geliştirilebilir.		X
		5. Kombine taşımacılıkta taşıma hızını arttırmaya yönelik olarak, özel tarife koridorları açılabilir.		X
		6. Belirlenen havayolu, denizyolu limanları ile demiryolu aktarma istasyonları büyük kapasiteli taşıtlara, yüksek hızla, güvenli ve en verimli bir şekilde hizmet veren ve özel lojistik şirketler ile gümrük gibi kamu kurumlarının içinde çalışabileceği şekilde lojistik alanlar (lojistik park/köy) düzenlenebilir.		X

Çizelge 6.17 Makroekonomik ve mikroekonomik ölçekte önerilen politikalar (devam)

	Politikalar	Araçları	Kısa dönem	Orta ve uzun dönem
		7. Araç, yük, taşıma kabı ve doküman izlenebilirliği (uydu haberleşmesi, akıllı ulaştırma sistemleri, vb.) artırılabilir.	X	X
		8. Ana koridorlardaki demiryolları çift hatlı hale getirilip rehabilite edilebilir.		X
		9. Mevcut demiryolu şebekelerinden en üst düzeyde yararlanmak ve demiryollarının köhneleşmiş yapısından kurtarmak için altyapı iyileştirme ve modernizasyon çalışmalarına ağırlık verilebilir.		X
		10. Gerek konteynır taşımacılığında, gerekse karayolu aracı taşımacılığında ihtiyaç duyulan 22,5 ton dingil basıncına ve saatte 120 km hız uygun, kombine taşımacılık vagonları imal edilebilir.		X
		11. Kombine taşımacılıkta yeni bir teknoloji olan bimodal taşımacılık sistemi incelenmeli ve uygulanabilirliği araştırılabilir.		X

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Günümüzde işletmeler gerek ulusal, gerekse uluslararası pazarda rekabetin hızla artması sonucunda, değişen pazar koşullarına uygun yeni stratejiler ve hedefler belirlemek zorunda kalmışlardır. İşletmeler tarafından belirlenen bu strateji ve hedefler lojistiğin önemini arttırmıştır. Lojistik, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda hammaddelerin, ürünlerin ve bunlarla ilgili bilgilerin, kaynak noktasından kullanım noktasına kadar farklı taşıma türleri ve araçları ile yapılan taşımaların birbiri ile uyumlu olmasına dayanmaktadır. Lojistik faaliyetlerden maliyet olarak en yüklü kalemi oluşturan taşıma işlemine önem verilmesi, lojistik sistemin başarılı olmasında en etkili anahtardır. Bu nedenle lojistik sektörünün ana faaliyetlerinin işlerliği, ülkenin ulaştırma altyapısına doğrudan bağlıdır.

Taşımacılık sektöründe, özellikle son yıllarda yaşanan gelişmelere ve ortaya çıkan yeni ihtiyaçlara paralel olarak tek tür taşıma şekli giderek azalmakta, kombine taşımacılık yaygınlaşmaktadır. Kombine taşımacılık, demiryollarının kullanılmasını kolaylaştıran bir sistem olduğundan, bu sayede yüksek enerji tüketimi de ortadan kalkmaktadır. Kombine taşımacılık, makroekonomik ve mikroekonomik ölçekte faydalı bir taşımacılık sistemidir. Bu sistem sayesinde karayolu kullanımının ortaya çıkarttığı atık gaz ve gürültü kirliliğinin yanısıra yüksek miktardaki kaza oranı büyük ölçüde ortadan kalkarken, bu yolla ülke ekonomisine olumlu katkıda bulunulmakta ve çevre kirliliği önlenmektedir.

Kombine taşımacılığın, 400 km'den daha uzun olan taşımalarda ekonomik olduğu bir çok yayında belirtilmektedir. Bu sonuca dayanılarak, Türkiye'de yurtiçi taşımalarda mesafelerin fazla olması, karayolu-demiryolu kombine taşımacılığını çok daha gerekli hale getirmektedir. Yük taşımacılığının karayolundan karayolu-demiryolu kombine taşımacılık sistemine kaydırılmasında en önemli nokta, sistemi kullananlar açısından taşımacılık türü seçiminde hangi etmenlerin etkili olduğunun belirlenmesidir. Bu etmenlerin saptanmasına dayalı olarak karayolu-demiryolu kombine taşımacılık sisteminde yapılacak iyileştirmelerin, gelecekteki taşımalarda tür seçimi tercihlerinin kombine taşımacılık yönünde değişmesinde etkili olacağı açıktır.

Günümüzde taşımacılık yönetimi yerini lojistik yönetime bıraktığı için, tez çalışmasında yük taşımacılığı sistemi, lojistik zinciri kapsamında ele alınmıştır. Tez çalışmasının başlangıcında ilgili kurumlarda mevcut verilerden ve daha önce yapılmış etütlerden yararlanılarak, gerekli analizler yapılması planlanmıştır. Ancak, yapılan araştırmada gerekli verilere ulaşılamamıştır. Bu nedenle anket çalışması ile elde edilen verilerden yararlanılarak modelleme yoluna

gidilmiştir.

Tez kapsamında ilk olarak lojistik sistem tanıtılmıştır. Sonra yük taşımacılığı sisteminden ve yük taşımacılığında tür seçimi modellerinden bahsedilmiştir. Daha sonra, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri tanıtılmış, tez çalışmasında kullanılan lojistik regresyon analizi yöntemi açıklanmıştır. Bir sonraki bölümde, modelleme çalışması yapılmıştır.

Tez çalışmasında yük taşımacılığında taşımacılık türü seçiminde, stokastik modelleme yöntemlerinden logit model kullanılmıştır. Yük taşımacılığı sistemi lojistik sistem olarak ele alındığından dolayı, modelleme çalışmasında yararlılık fonksiyonu olarak lojistik maliyet modeli seçilmiştir. Bu kapsamda önce lojistik maliyetin modellenmesi için yapılan çalışmalar özetlenmiş, hangi kabullerin neden yapıldığı açıklanmıştır. Modelleme çalışması, kısa vadeli yani lojistik seçime dayalı, firma bazında, tek bir ürün tipine göre yapılmıştır.

Lojistik maliyet modelinin verileri bir yıllık zaman periyodu için toplanmıştır. “Güvenilirlik” karar değişkenini modele katabilmek amacı ile, modelin ürünü satın alan firma açısından oluşturulmasının daha doğru sonuç vereceğine karar verilmiş ve modellemede karar vericinin “ürünü satın alan firma” olduğu kabulü yapılmıştır. Bu kabule dayanılarak ürün teslim tipinin de “FOB Firma” olduğu durumlar modelleme çalışmasına katılmıştır. Lojistik maliyetler belirlenirken, operasyonel lojistik faaliyetler dikkate alınmış ve maliyetlendirilmiştir. Modelleme yapılırken, ilk olarak tür seçimine yönelik lojistik maliyet modeli çalışmalarında hangi parametrelerin kullanıldığı incelenmiştir. Belirlenen yedi adet maliyet kaleminin lojistik zinciri tam olarak tanımlayacağı tespit edildikten sonra geçmiş yıllarda oluşturulmuş modellerin parametrelerini baz alan teorik bir lojistik maliyet modeli geliştirilmiştir. Lojistik maliyet modeli; sipariş maliyeti, taşıma maliyeti, depolama maliyeti, depolamada zaman değeri maliyeti, güvenlik stoğu depolama maliyeti, güvenlik stoğu zaman değeri maliyeti ve kayıp-zarar maliyetinden oluşmaktadır.

Bir sonraki aşamada her bir maliyet kalemi değişkenlerle tanımlanmıştır. Modelin değişikliklere uyum sağlayabilmesi için mümkün olduğunca esnek bir yapıya sahip olması sağlanmıştır. Daha sonra modelin kalibrasyonu için yapılan anket çalışması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Lojistik zincir içerisinde karar vericinin tercihinin modellenmesinde yapılmış tercihler yöntemine göre veri sağlama yöntemi seçilmiştir. Bu kapsamda anket, Antalya ili ve çevresine karayolu ve kombine taşımacılıkla yapılan seramik taşımacılığı için yapılmıştır. Anket iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, ilkin sözkonusu güzergahta yapılan taşıma işlemine ilişkin genel sorular sorulmuş (9 adet), daha sonra 2005 yılı içinde her bir seferde

yapılan taşıma işlemi için tek tek bilgi istenmiştir. İkinci kısımda ise, maliyet, süre, kayıp-zarar oranı ve güvenilirlik değişkenlerinde karşılıklı oluşacak değişimlerin, karar vericinin taşıma türü tercihini değiştirip değiştirmeyeceği sorulmuştur; yani, senaryo analizi yapılmıştır. Anket çalışmasında, görüşülen firmalar içinde 14 adet firmadan sağlıklı bilgi elde edilebilmiştir. Anketten elde edilen veriler asıl veri, senaryo verisi ve tüm veri olarak üç gruba ayrılmış ve tezin ilerleyen aşamalarında değerlendirmeler bu üç veri grubu üzerinde yapılmıştır. Anket sorularına doğrudan verilen cevaplar sonucu elde edilen asıl veri ile yapılan modelleme çalışması MODEL 1, anketin ikinci kısmında oluşturulan senaryolara verilen cevaplar sonucu elde edilen senaryo verisi ile yapılan modelleme çalışması MODEL 2, her iki verinin bir arada kullanılması sonucu elde edilen tüm veri ile yapılan modelleme çalışması MODEL 3 olarak isimlendirilmiştir.

Bir sonraki aşama, rasgele seçim modeline göre seçilecek türün belirlenmesidir. Bu aşamada logit model yapısı kullanılmıştır. Logit analizde karar değişkenleri olarak taşıma süresi, taşıma maliyeti, kayıp zarar maliyeti, güvenlik stoğu depolama maliyeti ve güvenlik stoğu zaman değeri maliyetinin toplamından oluşan güvenlik stoğu maliyeti ve depolama maliyeti, depolamada zaman değeri maliyeti ve sipariş maliyetinin toplamından oluşan diğer maliyetler olarak seçilmiştir. Bu değişkenlerin logit analize alınmasının uygun olup olmadığını kontrol etmek amacı ile, her üç veri grubundaki her bir değişken için tek tek lojistik regresyon analizi uygulanmış ve olabilirlik oranı, Wald testleri ve bahis oranı (odds ratio) değerlerinden yararlanılarak incelenen değişkenlerin tamamının çok değişkenli logit analize katılmasının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Analiz işlemi, SPSS paket programı ile yapılmıştır. Bir sonraki aşamada, tür seçiminin logit modelininin oluşturulması için, üç model çok değişkenli lojistik regresyon yöntemi sına, değerlendirme ve başarıml ölçütlerine göre tek tek değerlendirilmiştir. Bu aşamada, kalibre edilen her bir model için ilk olarak katsayıların işaretlerine bakılmış, daha sonra EXP(B), Wald istatistiği, tahmin başarımlı, - 2 LogL istatistiği, O-O (olabilirlik oranı değeri), Cox-Snell R^2 analizi, Nagelkerke analizi, Hosmer-Lomeshow istatistiği, ROC eğrisi, olasılıklar histogramı ve korelasyon matrisi değeri kontrol edilmiş, en başarılı olduğu tespit edilen, asıl veri ile oluşturulan MODEL 1, tür seçim modeli olarak seçilmiştir. Bu model, firmaların taşımacılık türü tercihlerini yansıtan en iyi modeldir. Model katsayıları açısından incelendiği zaman, taşıma maliyetinin katsayısı (-0,273), taşıma süresinin katsayısı (-0,239), güvenlik stoğu maliyetinin katsayısı (-0,014), kayıp-zarar maliyetinin katsayısı (-0,010), diğer maliyetlerin katsayısı (-0,001) olarak hesaplanmıştır. Katsayıların negatif değerde

olması, beklenen bir durumdur çünkü hesaplanan değişkenler maliyettir yani gideri temsil ettiği için yararlılık fonksiyonunda negatif değer almaları gerekmektedir. Katsayıların değerleri, taşıma maliyeti ve taşıma süresinin tür seçiminde diğer değişkenlere göre daha etkili olduğu konusunda bir fikir vermekle beraber, bu durumu kesinleştirmek ve taşımacılık türü tercihinin etkileyen bazı önemli karar değişkenlerinin değişmesi durumunda taşıma türü tercihinin nasıl değiştiğini belirlemek amacı ile MODEL 1'e duyarlılık analizi uygulanmıştır.

Duyarlılık analizinde taşıma süresi, taşıma ve aktarmada bekleme süresi olarak iki kısma ayrılmıştır. İncelenen toplam beş adet senaryo şu şekildedir:

- Senaryo 1: Kombine taşımacılık maliyetinin %25 daha az olması
- Senaryo 2: Kombine taşımacılıkta ortalama istasyonlarda bekleme süresinin %25 azalması
- Senaryo 3: Kombine taşımacılıkta ortalama hareket süresinin %25 azalması
- Senaryo 4: Kombine taşımacılıkta kayıp-zarar miktarının %50 azalması
- Senaryo 5: Kombine'de güvenlik stoğu miktarının %50 azalması

Birinci senaryoda % 10,42 , ikinci senaryoda %4,86 , üçüncü senaryoda %15,28 , dördüncü senaryoda %0,69 , beşinci senaryoda %1,39 olacak şekilde tercihler kombine taşımacılık doğrultusunda değişmiştir. Bu durum, bize taşımacılık maliyeti, taşımacılık süresi ve aktarmada bekleme süresi parametrelerinin tür seçiminde etkili olduğunu göstermiştir. Aktarmada bekleme süresi parametresinin sonuçlara katılıp katılmayacağını kesinleştirmek için bu parametre ile ilgili başka senaryo analizlerinin yanısıra sadece bu üç parametrenin dahil edildiği çeşitli senaryo analizleri de modele uygulanmıştır. Yapılan senaryo analizleri sonucunda taşıma süresi, taşıma maliyeti ve aktarmada bekleme süresi parametrelerinin taşımacılık türü seçimini ağırlıklı olarak etkilediği görülmüştür. Elde edilen bu sonuca dayanılarak, yük taşımacılığında tercihlerin karayolundan karayolu-demiryolu kombine taşımacılığına kaydırılması için kısa, orta ve uzun vadede mikroekonomik ve makroekonomik ölçekte politikalar önerilmiştir.

Lojistik maliyete dayalı olarak tür seçiminin logit modeli konusu ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalara yapılacak öneriler şu şekilde sıralanabilir:

1. Oluşturulan lojistik maliyet modeli, elde edilmesi mümkün olan veri miktarına bağlı olarak daha da detaylandırılabilir. Lojistik maliyet kalemlerinin daha da detaylandırıldığı bir lojistik maliyet modeli ile, aynı analiz aşamaları izlenerek daha kapsamlı bir stokastik tür seçim modeli oluşturulabilir. Ancak böyle bir durumda daha fazla veriye ihtiyaç duyulacağı için, böyle bir çalışmanın ancak bir ekiple beraber yapılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

2. Modelin kalibrasyonu, tek bir güzergahta, tek bir yük tipinden elde edilen verilere göre yapılmıştır. Oluşturulan lojistik maliyet modeli, genel ve esnek bir modeldir. Başka yük tiplerine de uygulanabilir. Tezdeki yöntem izlenerek, değişik güzergahlarda, değişik yük tipleri için analizler yapılabilir.
3. Tez çalışmasında yaşanan en büyük sıkıntı, veri eksikliğidir. Lojistik maliyetlerin hesabında kullanılabilecek pek çok farklı dışsal maliyet etkeni bulunmaktadır. Bunların çoğunun ülke koşullarına göre modellenmesi ve parasal karşılıklarının hesaplanması için ülkedeki tüm taşımacılık ağı kapsamında veriler düzenli olarak toplanmalı ve bir veritabanı oluşturulmalıdır.
4. Tezde modelleme kapsamında ele alınan bölge gibi, ülke çapında kombine taşımacılığa uygun güzergahlarda gelecekte elde edilecek türel ayrımla, elde edilen modelin tahminleri karşılaştırılabilir.
5. Anket çalışmasında oluşturulan senaryolar daha da çeşitlendirilerek, taşıma türü seçiminde karar vericinin tercihleri çok daha detaylı ortaya çıkarılabilir.

Sonuç olarak, yük taşımacılığında, lojistik zinciri içindeki tüm maliyet kalemlerini dikkate alarak, stokastik yöntemle sistemi kullananların tercihinine dayalı tür seçim modeli geliştirilmesinde, taşımacılığın karayolundan karayolu-demiryolu kombine taşımacılık sistemine kaydırılması için hangi karar değişkenlerin etkili olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma, yük taşımacılığında kapsamlı bir şekilde lojistik maliyete dayalı modelleme için ilk teşebbüsleri oluşturmaktadır. Çalışmada ortaya konulan yöntemin ve oluşturulan modelin, bu konuda gelecekte yapılacak çalışmalar için önemli bir kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelwahab, W., Sargious, M.A., (2006), "Modelling the Demand for Freight Transport: New Approach", *Journal of Transport Economics and Policy*, 26(1), 49-70.
- Abdelwahab, W., (1998) 'Elasticities of Mode Choice Probabilities and Market Elasticities of Demand: Evidence From a Simultaneous Mode Choice/Shipment-Size Freight Transport Model', *Transportation Research Part E*, vol. 34 (4), 257-266.
- Allison, P.D., (2000), "Logistic Regression-Using SAS Ssystems: Theory and Application", 2. Baskı, Cary: SAS Institute, 105-108.
- Anderson, T.W., (2003), "An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, Third Edition", New Jersey: Wiley-Interscience.
- Ballou, H., (1987), "Basic Business Logistics: Transportation, Materials Management, Physical Distribution", USA:Prentice-Hall College Div.,2nd Ed.
- Baumol,W.J., Vinod,H.D., (1970), "An Inventory Theoretic Model of Freight Transportation Demand", *Management Science*, V.116,N.7, 413-421.
- Baki, B., (2004), "Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi", Lega Kitabevi, Trabzon,s. 99
- Başarır, G.,(1990), Çok Değişkenli Verilerde Ayrımsama Sorunu ve Lojistik Regresyon Analizi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Bell S.,(2000), "Mode and Freight Forwarder Selection:A Study of Shippers and Forwarders in the West of Scotland", Yüksek Lisans tezi, Edinburg Üniversitesi, 10-20.
- Ben-Akiva, B., Lerman, S.R., (1985), "Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand", 6. Baskı, The MIT Pres, Cambridge, England, 9-12.
- Bergantino, A.S., Bolis, S.,(2008), "Monetary Values Of Transport Service Attributes: Land Versus Maritime Ro-Ro Transport. An Application Using Adaptive Stated Preferences", *Maritime Policy and Management*, Vol. 35, 159-174.
- Beresford A.K.C., (1999), "Modelling freight transportation costs: A Case Study of the England-Greece Corridor", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 233-235.
- Blanchard, B., S., (2004), "Logistics Engineering and Management", Pearson Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.
- Bloomberg, D.J., Lemay, S., Hana, J. B., (2002), "Logistics", New Jersey, Prentice-Hall.
- Bolis, S., Maggi, R., (2003), "Logistics Strategy and Transport Service Choices an Adaptive Stated Preference Experiment", *Growth&Change*, Vol. 34, 490-504.
- Bowersox, D.J., Closs,D.J., (1996) " Logistical Management, The Integrated Supply Chain Process", McGraw-Hill, Newyork.
- Boyer, K.D., (1977) "Minimum Rate Regulation, Modal Split Sensitivities and the Railroad Problem", *Journal of Political Economy*, 85, 493-512.
- Christopher,M. (1992), "Logistics: The Strategic Issues", Chapman &Hall, London, England.
- Collins, A., Henchion, M., O'Reilly,P., (2001), "Logistics Customer Service", *International Journal of Retail &Distribution Management*, 15, Vol. 29, No:1.

- Cook P., Das S., Aeppli A. ve Martland C., (1999), "Key factors in road-rail mode choice in India: Applying the logistics cost approach", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conferences, 1281-1283.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J., Langley, C. (1992), "The Management of Business Logistics", West Publishing Company; USA.
- Cullinane K.ve Toy N., (2000), "Identifying Influential Attributes in Freight Route/Mode Choice Decisions: A Content Analysis", Transportation Research Part E, 49-51.
- Cunningham W. J., (1982), "Freight Modal Choice and Competition in Transportation: A Critique and Categorisation of Analysis Techniques", Transportation Journal, 66-75.
- CUTR(2000), "Analysis of Freight Movement Mode Choice Factors," Report for Florida Department of Transportation Rail Planning and Safety, 3-8.
- Çancı, M. ve Erdal, M., (2003), "Lojistik Yönetimi", UTİKAD Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Danielis, R., Rotaris, L.,(1999), "Analysing Freight Transport Demand Using Stated Preference Data: A Survey and Research Project for the Friuli-Venezia Giulia Region", Transporti Europei Conference, Italy.
- Danielis,R., (2002), "Shipper's Preferences for Freight Transport Services: A Conjoint Analysis Experiment for an Italian Region", Globalisation, E-Economy and Trade Conference, 7-9 June 2002, Italy.
- Danielis, R., Marcucci, E., Rotaris, L., (2005), "Logistics Managers Stated Preferences for Freight Service Attributes", Transportation Research: Part E, 41(2005), 201-215.
- D'este, G.M., Meyrick, S.,(1991), "What if the future is not like the past? Modelling the Impact of the Change in the Bass Strait Shipping Market", Proceedings of the 1991 International Transport Conference, IEAust Publication, No. 91/4, Canberra.
- Demir, Y., K., (2005), "Ulaştırma Türü Seçiminde Esnek Hesaplama Yöntemleri", Doktora Tezi, İ.T.Ü. FenBilimleri Enstitüsü, İstanbul, 41-43.
- Dullaert, W., Vernimmen, B., Aghezzaf, E., Raa, B., (2007), "Revisiting Service-level Measurement for an Inventory System with Different Transport Modes", Transportation Reviews, Vol. 7, 273-283.
- DİE Ulaştırma İstatistikleri, 2001-2002.
- Dilworth, J.B., (1992), "Operations Management", , The McGrawHill Companies Inc., 135, New York, USA.
- Elhan, A.H. (1997), "Lojistik Regresyon Analizinin İncelenmesi ve Tıpta Bir Uygulaması", (Biyoistatistik Yüksek Lisans Tezi) A.Ü.,4-29, 4, Ankara, Türkiye.
- Evans, James R., (2003), " Statistics, Data Analys and Decision Modeling", 1. Baskı, Upper Saddle River NJ: Prentice Hall.
- Evers, P.T., Harper, D.V., Needham, P.M., (1996), "The Determinants of Shipper Perception of Modes", Transportation Journal, Vol. 36, No.2, 13-25.
- Fawcett,S.E., Fawcet, S.A., (1995), "Integrating Logistics, Operations and Purchasing", International Journal of Physical Distribution &Logistics Management

- Fawcett, S.E., Vellanga, D.B., Truitt, L.J., (1998), "An Evaluation of Logistics and Transportation Professional Organizations", *Journal of Business Logistics*, 300, Vol. 16, No:1.
- FHWA, (1996), "Quick Response Freight Manual", Final Report, Cambridge Systematics et al., USA.
- FHWA, (1999), "Guidebook on Statewide Travel Forecasting", Wisconsin, USA.
- Friedlaender, L., Spady, R., (1980), "A Derived Demand Function for Freight Transportation", *Review of Economic Statistics*, 62, 432-441.
- Fowkes, T., Nash, C.A., Tweddle, G., (1991), "Investigating the market for inter-modal freight Technologies", *Transportation Research: Part A*, 25 A(4), 161-172.
- Fidstrom, L., Madslie, A., (1994), "Own Account or Hire Freight: A Stated Preference Analysis", Working Paper, Institute of Transport Economics, Norway.
- Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno, R., (2003), "Introduction to Logistics Systems Planning and Control", John Wiley & Sons, London, England.
- Green, G.H., Boze, B.V., Choudhury, A.H., Power, S., (1998), "Using Logistic Regression in Classification", *Marketing Research*, Vol.10, Issue 3, Fall 1998.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C., (1992), "Multivariate Data Analysis with Readings", Prentice-Hall International Inc., Fourth Edition, New Jersey, USA.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., (1995), "Applied Logistic Regression", John Wiley & Sons, London, England.
- Kachigan, S. K., (1982), "Multivariate Statistical Analysis", Radius Press, New York, USA.
- Kanafani, A., (1984), "Methodology for Mode Selection in Corridor Analysis of Freight Transportation", Working Paper, The University of California Transportation Center, California, USA.
- Klecka, W.R., (1980), "Discriminant Analysis", Sage Publication, 7, USA.
- Kleinbaum D., (1994), "Logistic Regression: A Self Learning Text", Springer-Verlag, New York, England.
- Kopp, R.J. and Smith, K.V. (1993) "Valuing Natural Resources", Resources for the Future, Washington, USA.
- Krapfel, R.E., Mentzer, J.T., (1982), "Shippers Transportation Choice Process Under Deregulation", *Industrial Marketing Management*, No.11, 117-124.
- Kshirsagar, A. M., (1991), "Multivariate Analysis", New York: Marcel Dekker Inc., 194, England.
- Langley, C.J. Jr., Allen, G.R., Tyndall, (2001), "Third Party Logistics Study: Results and Findings of the 2002 Seventh Annual Study", 3 PL CLM Annual Survey.
- Liao, T.F. (1994), "Probability Models, Logit, Probit and Other Generalized Models", Sage Publications, London, England.
- Long, D., (2003), "International Logistics: Global Supply Chain Management", Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA.

- Louviere, J.J., (1988), "Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. XXII(1), 93-120.
- Mazzarino, M., (1997), "Modelling Freight Transportation Demand: A Survey", *I Quaderni di Trasporti Europei*, ISTIEE, Trieste, Italy.
- McGinnis M.,(1989), "A Comparative Evaluation of Freight Transportation Choice Models", *Transportation Journal*, Vol. 29, No. 2, 36-46.
- Menard S., (1995), "Applied Logistic Regression Analysis", Sage Publications, USA.
- Millen, R., Sohal,A., Moss,S., (1999), "Quality Management in the Logistics Function", *International Journal of Quality&Reliability Management*, Vol. 16, No.1, 168.
- Minahat,T. (2003), "Hype v.s. Reality", *The Magazine of Supply Chain Managment*; 2003, 9-11.
- Norojono, O., Young, W., (2003), "A Stated Preference Freight Mode Choice Model", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 26, No.2, 195-212.
- Orhan, O.Z., (2003), "Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi", İTO Yayınları, İstanbul, 28-30.
- Oum, T., Waters, W. ve Yong, J., (1992), "Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 26 (2), 139-154.
- Ozment, J., (2001), "Demand for Intermodal Transportation in Arkansas", *Research Paper*, 17-38.
- Özgür, E., (2003), "Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Teknikleri ve Bir Uygulama", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri A.B.D., Ankara, Türkiye.
- Pendyala, R.M., V.N. Shankar, McCullough R.G., (2000), "Freight Travel Demand Modeling: Synthesis of Approaches and Development of a Framework", *Journal of the Transportation Research Board*, TRB, National Research Council, Washington, 9-16.
- Persson,G., (1997), "Organization Design for Business Logistics"; *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*; MCB University Press; Vol.27;No:5/6, 285-293.
- Picard, G. ve Gaudry, M. (1997) 'Exploration of a Box Cox Logit Model of Intercity Freight Mode Choice', *Transportation Research E*, vol. 34 (1), 1-12.
- Pindyck, R., Rubinfeld, D. (1985), "Econometric Models", Mc Graw Hill, Singapore., 273-275.
- Razzaque,M.A., Sheng,C.C. (1998), "Outsourcing of Logistics Functions: A Literature Survey", *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*, 28(2), 89-107.
- Roberts, P. , Y. Chiang, Ben-Akiva, M., (1981) "Development of a policy-sensitive model for forecasting freight demand" , Final Report, Report number DOT-P-30-81-04, U.S. Department of Transportation.
- Pendyala, R.M., Shankar, V.N., McCullough, R.G. (2000), " Freight travel demand modeling. Synthesis of approaches and development of a framework", *Transportation Research Record* 1725, 9–18.

- Polak, J., Jones, P., (1997), "Using Stated Preference Methods to Examine Traveller Preferences and Responses", Understanding Travel Behaviour in an Era of Change, Oxford, Pergamon Press.
- Roberts, P. O. , Chiang,Y.S., (1981), "Development of a Policy Sensitive Model for Forecasting Freight Demand", Working Paper, U.S. Department of Transportation, Washington, USA.
- Sharma,S., (1996), "Applied Multivariate Techniques", John Wiley & Sons.
- Sheffi,Y., (1986), "Carrier/Shipper Interactions in the Transportation Market: An Analytical Framework", ", Journal of Business Logistics, V.7, No.1,1-24
- Sheffi, Y., Babak, B., Koutsopoulos, H., N., (1988), "Transportation Mode Choice Based On Total Logistics Costs", Journal of Business Logistics, Vol. 9, 137-154.
- Shinghal, N., Fowkes, T., (2002), "Freight Mode Choice and Adaptive Stated Preferences", Transportation Research: Part E, 38, 367-378.
- Srivastava M.S.,Carter E.M., (1999) "An Introduction to Applieds Multivariate Statistics", Elsevier Science.
- Stock J.R., Lambert M.L.,(2001),"Strategic Logistics Management",USA: McGraw Hill Companies,Inc.4 th Ed.
- Stock, G.N., Greis, N.P., Kasarda, J.D. (1999), "Logistics, Strategy and Structure.:A Conceptual Framework" International Journal of Physical Distribution&Logistics, Vol.29, No:4, 224-239.
- Tanyaş, M., (2003), "Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi", 3D Lojistik Dergisi, 15:32-35.
- Tatlıdil, H., (1996), "Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz",Engin Yayınları, Türkiye.
- Tatsuoka, M. M., (1971), "Multivariate Analysis: Techniques for Educational and Psychological Research", New York: John Wiley & Sons, Inc., 159-162.
- TCDD Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı İstatistik Şubesi (2008), "TCDD İstatistik yıllığı 2003-2007" .
- Viswanathan,S., Bhatnagar,R., (2000), "Re-Engineering Global Supply Chains", International Journal of Physical Distributionlogistics Management, MCB University Pres, Vol 30,No:1, 14-26.
- Winston, C.M., (1983), "The Demand for Freight Transportation: Models and Applications", Transportation Research, 17 A(6), 419-427.
- Wood, D.F., Barone, A., Murphy, P., Wardlow, D.L., (1995), "International Logistics", Chapman&Hall, USA, 4-5.
- Yıldıztekin, A., Dünya Gazetesi, 08.02.2001.
- Zotti, J., Danielis, R., (2004), "Freight Transport Demand in the Mechanics' Sector of Friuli Venezia Giulia: The Choice Between Intermodal and Road Transportation", European Transport, N. 25-26, 9-20.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://dtiinfo1.dti.gov.uk>

[2] www.cscmp.org

[3] www.und.org.tr

[4] <http://www.ubak.gov.tr>

[5] <http://www.spss.com.tr/>

[6] <http://www.spss.com/>

EKLER

- Ek 1 Tr seçim modelinin kalibrasyonu için kullanılan anket formu
- Ek 2 Tr seçim modelinin kalibrasyonunda kullanılan SPSS programı sonuçları

Ek 1 Tr seçim modelinin kalibrasyonu için kullanılan anket formu

Firma adı:_____

Anket Tarihi:

Sayın Yetkili;

Aşağıda, yük taşıma türlerinin seçimine ilişkin bir anket bulunmaktadır. Yaptığım araştırma sonucunda, firmanız ile Çanakkale Seramik Firması arasında, karayolu veya kombine (karayolu + demiryolu) taşımacılık yoluyla seramik taşımacılığı yapıldığına dair bilgi edinmiş bulunmaktayım. Bu anket çalışmasında amaç, bu taşıma koridorunda yük taşımacılığının modellenmesidir. Yıldız Teknik niversite’si Ulaştırma Anabilim Dalı’nda hazırlamakta olduğum “LOJİSTİK MALİYETE GÖRE BİR KARA ULAŞIM KORİDORUNDA YÜK TAŞIMACILIĞI TR SEÇİMİNİN MODELLENMESİ” adlı doktora tezi dahilinde yapılmakta olan ankete katılacağınızı umuyor ve değerli katkılarınız için şimdiden çok teşekkür ediyorum.

SORULAR:

1. Firmadaki göreviniz nedir?
2. 2005 yılı içerisinde Kale Grubuna ait Çanakkale Seramik Fabrikası’ndan kaç ton’luk taşıma işi yaptırdınız?
3. 2005 yılı içerisinde, sözkonusu güzergahta kaç sefer taşıma işi yaptırdınız?
4. Çanakkale Seramik Fabrikası ile teslimat için yapılan anlaşmanın tipi?
☐ Fabrika’dan teslimat ☐ Antalya’da teslimat
5. Taşıma işleminde bir aracı firma kullandınız mı? Kullanmış iseniz firmanın ismi nedir?
☐ Evet ☐ Hayır
6. Herhangi bir problemden dolayı ürününüzün geç teslim edilmesi yani düzenli teslimat yapılmaması durumu için, ne miktarda ürünü bir yıl boyunca deponuzda sürekli tutarsınız?

7. Taşıma işlemi aşamasında zarar gören-kaybolan ürün miktarı, bir seferde taşınan ürüne göre ortalama yüzde kaç?
8. Bir adet 20x20'lik banyo seramiğinin ortalama satış değeri kaç YTL'dir?
9. Yıllık depolama maliyetiniz kaç YTL'dir?
10. Lütfen 3. sayfadaki tabloyu 2005 yılı taşıma bilgilerinize göre doldurunuz.

[illegible]

11. Mevcut maliyet ve süre değerlerini göz önüne alarak, taşıma maliyetinizin %10 azalmasına karşın taşıma süreniz 1 gün artsa, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

MALİYET ↓ ; SÜRE ↑

(Ucuz ve yavaş olanı mı, pahalı ve hızlı olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐
	KOMBİNE	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐

12. Mevcut maliyet ve taşımada kayıp-zarar oranı değerlerini göz önüne alarak, taşımada kayıp-zarar gören ürün oranınızın %2 azalmasına karşın taşıma maliyetiniz %10 artsa, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

KAYIP-ZARAR ↓ ; MALİYET ↑

(Pahalı ve kayıp-zarar oranı düşük olanı mı, ucuz ve kayıp-zarar oranı fazla olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐
	KOMBİNE	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐

13. Şu an tercih ettiğiniz taşıma türü, teslimatlarını zamanında yapmasa, güvenlik stoğunuzda ne kadarlık bir artış yaparsınız?

14. Mevcut maliyet ve güvenilirlik değerlerini göz önüne alarak, taşıma maliyetinizin %10 artmasına karşın ürünleriniz her seferinde tam zamanında teslim edilse (erken veya geç teslimat riski bulunmasa), taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

MALİYET ↑ ; GÜVENİLİRLİK ↑

(Pahalı ve güvenilir olanı mı, ucuz ve güvenilirliği düşük olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐
	KOMBİNE	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐

15. Mevcut süre ve taşımada kayıp-zarar oranı değerlerini göz önüne alarak, taşıma süresinin bir gün artmasına karşın kayıp-zarar oranının %2 daha az olması durumunda, taşımacılık türü tercihinizi değiştirir misiniz?

KAYIP-ZARAR ↓ ; SÜRE ↑

(Yavaş ve kayıp-zarar oranı az olanı mı, hızlı ve kayıp-zarar oranı fazla olanı mı tercih edersiniz?)

MEVCUT	KARAYOLU	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐
	KOMBİNE	DEĞİŞİR	☐
		DEĞİŞMEZ	☐

Anketimiz burada sona ermiştir. Yardımlarınız için teşekkür ederim.

Ek 2 Tür seçim modelinin kalibrasyonunda kullanılan SPSS programı sonuçları

MODEL 1'İN SONUÇLARI

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases(a)		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	144	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	144	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		144	100,0

a If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
,00	0
1,00	1

Block 0: Beginning Block

Iteration History(a,b,c)

		-2 Log likelihood	Coefficients Constant
Step 0	1	57,340	,389
	2	57,339	,394
	3	57,339	,394

a Constant is included in the model.

b Initial -2 Log Likelihood: 57,339

c Estimation terminated at iteration number 3 because parameter estimates changed by less than ,001.

Classification Table(a,b)

		Predicted		
		SEÇİM		Percentage Correct
		,00	1,00	
Step 0	SEÇİM ,00	0	58	,0
	1,00	0	86	100,0
	Overall Percentage			59,7

a Constant is included in the model.

b The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	,394	,170	5,375	1	,020	1,483

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	TAŞIMA	90,922	1	,013
		KAYIP	60,978	1	,025
		GSM	41,290	1	,041
		DIĞER	68,260	1	,021
		SÜRE	56,507	1	,032
	Overall Statistics		103,191	5	,217

Block 1: Method = Enter**Iteration History(a,b,c,d)**

			Coefficients					
Iteration		-2 Log likelihood	Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	1	79,066	1,029	-,105	-,003	-,002	,000	-,053
	2	54,318	,988	-,163	-,007	-,010	,000	-,105
	3	45,162	,650	-,214	-,010	-,015	,000	-,163
	4	42,636	,334	-,254	-,011	-,016	,000	-,209
	5	42,263	,146	-,272	-,011	-,014	-,001	-,233
	6	42,248	,099	-,273	-,010	-,014	-,001	-,239
	7	42,248	,096	-,273	-,010	-,014	-,001	-,239
	8	42,248	,096	-,273	-,010	-,014	-,001	-,239

a Method: Enter

b Constant is included in the model.

c Initial -2 Log Likelihood: 57,339

d Estimation terminated at iteration number 8 because parameter estimates changed by less than ,001.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	15,091	5	,015
	Block	15,091	5	,015
	Model	15,091	5	,015

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	42,248	,880	,928

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	2,588	8	,184

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		SEÇİM = ,00		SEÇİM = 1,00		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	14	13,999	0	,001	14
	2	14	13,987	0	,013	14
	3	14	13,851	0	,149	14
	4	11	11,136	3	2,864	14
	5	3	3,252	11	10,748	14
	6	2	,889	12	13,111	14
	7	0	,471	14	13,529	14
	8	0	,287	14	13,713	14
	9	0	,108	14	13,892	14
	10	0	,020	18	17,980	18

Classification Table(a)

	Observed	Predicted		
		SEÇİM		Percentage Correct
		,00	1,00	
Step 1	SEÇİM ,00	44	6	88,0
	1,00	2	92	97,8
	Overall Percentage			94,4

a The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1(a)	TAŞIMA	-,273	,138	3,914	1	,045	,761
	KAYIP	-,010	,002	17,361	1	,027	,990
	GSM	-,014	,003	21,779	1	,030	,986
	DIĞER	-,001	,000	16,245	1	,021	,999
	SÜRE	-,239	,067	12,726	1	,034	,788
	Constant	,096	,043	4,984	1	,039	,096

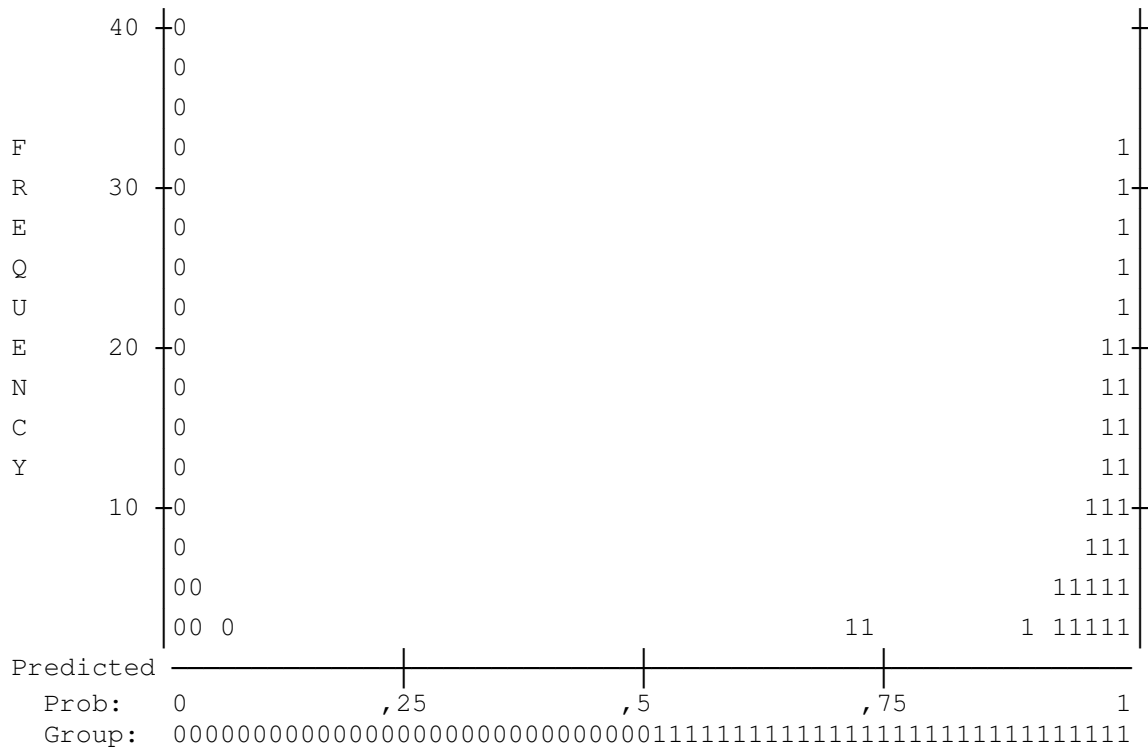
a Variable(s) entered on step 1: TAŞIMA, KAYIP, GSM, DIĞER, SÜRE.

Correlation Matrix

		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	Constant	1,000	-,207	,134	,014	,152	,070
	TAŞIMA	-,207	1,000	,409	,036	-,061	,221
	KAYIP	,134	,409	1,000	-,069	-,021	,025
	GSM	,014	,036	-,069	1,000	-,462	,131
	DIĞER	,152	-,061	-,021	-,462	1,000	-,032
	SÜRE	,070	,221	,025	,131	-,032	1,000

Step number: 1

Observed Groups and Predicted Probabilities



Predicted Probability is of Membership for 1,00
The Cut Value is ,50
Symbols: 0 - ,00
 1 - 1,00
Each Symbol Represents 2,5 Cases.

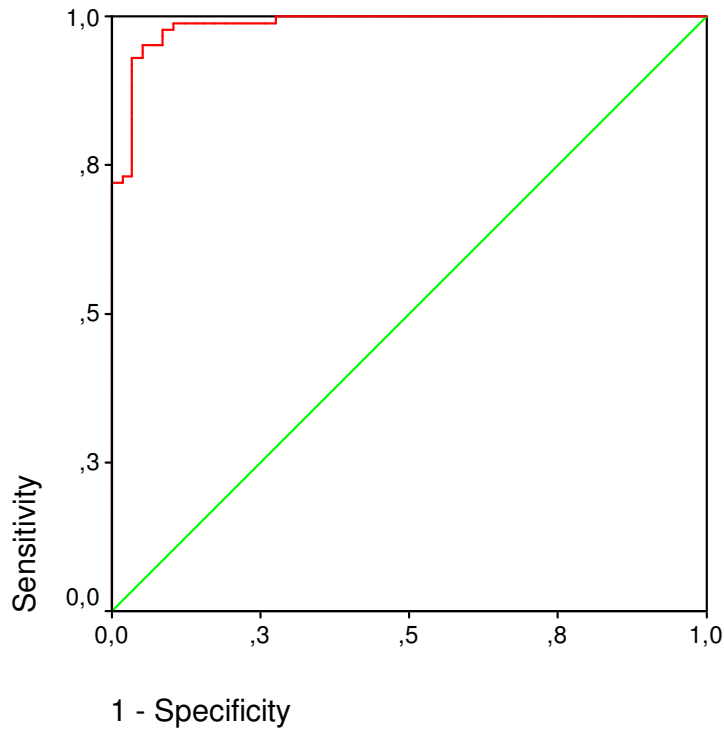
ROC Curve

Case Processing Summary

SEÇİM	Valid N (listwise)
Positive(a)	86
Negative	58

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.
a. The positive actual state is 1,00.

ROC Curve



Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area
,985

MODEL 2'NİN SONUÇLARI

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases(a)		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	112	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	112	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		112	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
,00	0
1,00	1

Block 0: Beginning Block

Iteration History(a,b,c)

Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients Constant
Step 0	1	100,275	,143
	2	100,275	,143

a Constant is included in the model.

b Initial -2 Log Likelihood: 100,275

c Estimation terminated at iteration number 2 because parameter estimates changed by less than ,001.

Classification Table(a,b)

		Observed	Predicted		
			SEÇİM		Percentage Correct
			,00	1,00	
Step 0	SEÇİM	,00	0	52	,0
		1,00	0	60	100,0
		Overall Percentage			53,6

a Constant is included in the model.

b The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	,143	,189	,572	1	,450	1,154

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	TAŞIMA	2,876	1	,090
		KAYIP	9,630	1	,002
		GSM	1,301	1	,254
		DIĞER	,060	1	,806
		SÜRE	6,991	1	,008
	Overall Statistics		20,287	5	,001

Block 1: Method = Enter

Iteration History(a,b,c,d)

		Coefficients						
Iteration		-2 Log likelihood	Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	1	88,015	,738	-,061	-,034	-,036	-,001	-,011
	2	87,365	,964	-,082	-,043	-,043	-,001	-,012
	3	87,251	1,000	-,085	-,044	-,044	-,001	-,012
	4	87,251	1,001	-,086	-,044	-,044	-,001	-,012

a Method: Enter

b Constant is included in the model.

c Initial -2 Log Likelihood: 100,275

d Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than ,001.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	13,024	5	,038
	Block	13,024	5	,038
	Model	13,024	5	,038

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	87,251	,623	,716

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	5,430	8	,411

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		SEÇİM = ,00		SEÇİM = 1,00		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	9	9,218	2	1,782	11
	2	7	7,736	4	3,264	11
	3	7	7,102	4	3,898	11
	4	9	6,299	2	4,701	11
	5	5	5,527	6	5,473	11
	6	3	4,567	8	6,433	11
	7	3	3,911	8	7,089	11
	8	3	3,226	8	7,774	11
	9	4	2,555	7	8,445	11
	10	2	1,860	11	11,140	13

Classification Table(a)

		Observed		Predicted		Percentage Correct
		SEÇİM		SEÇİM		
		,00	1,00	,00	1,00	
Step 1	SEÇİM	,00		31	14	68,7
		1,00		19	48	71,6
	Overall Percentage					70,5

a The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1(a)	TAŞIMA	-,086	,041	4,400	1	,055	,918
	KAYIP	-,044	,015	8,604	1	,025	,957
	GSM	,044	,013	11,456	1	,039	1,175
	DiĞER	-,001	,000	6,758	1	,017	,999
	SÜRE	-,012	,005	5,765	1	,044	,988
	Constant	1,001	,448	4,992	1	,041	2,721

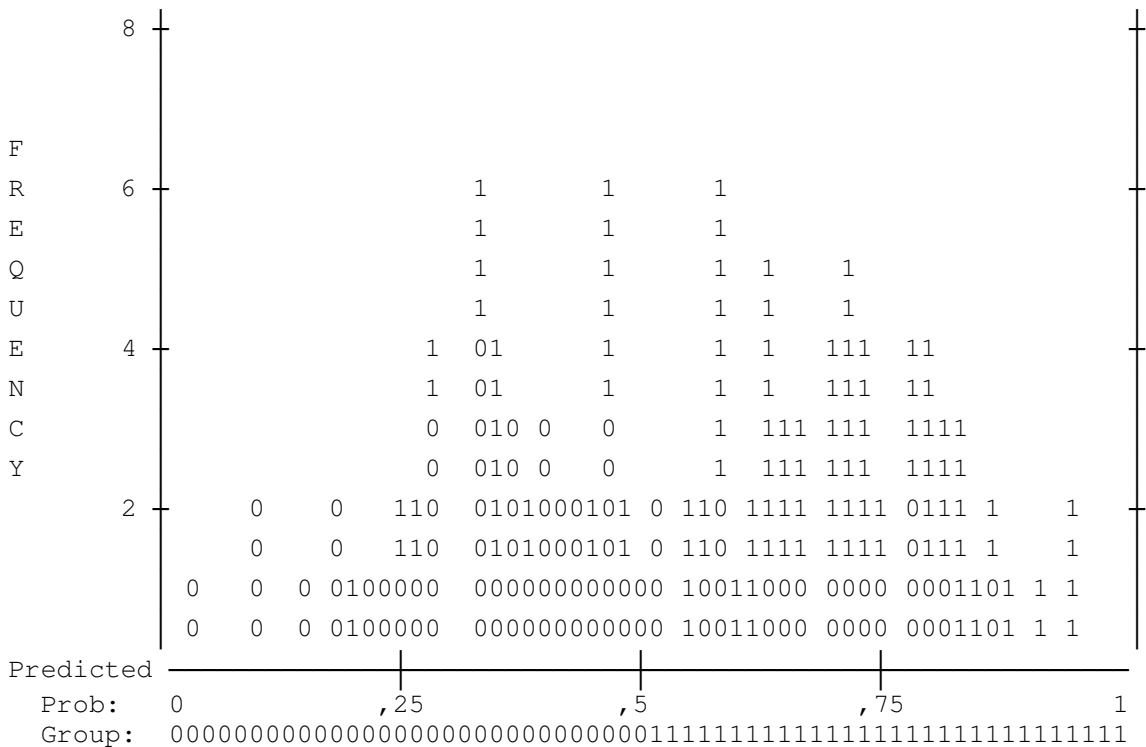
a Variable(s) entered on step 1: TAŞIMA, KAYIP, GSM, DİĞER, SÜRE.

Correlation Matrix

		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	SÜRE
Step 1	Constant	1,000	-,340	-,002	-,130	-,492	-,136
	TAŞIMA	-,340	1,000	,450	,052	-,056	-,302
	KAYIP	-,002	,450	1,000	-,019	,127	-,336
	GSM	-,130	,052	-,019	1,000	,598	,072
	DIĞER	-,492	-,056	,127	,598	1,000	-,015
	SÜRE	-,136	-,302	-,336	,072	-,015	1,000

Step number: 1

Observed Groups and Predicted Probabilities



Predicted Probability is of Membership for 1,00

The Cut Value is ,50

Symbols: 0 - , 00

1 - 1,00

Each Symbol Represents , 5 Cases.

ROC Curve

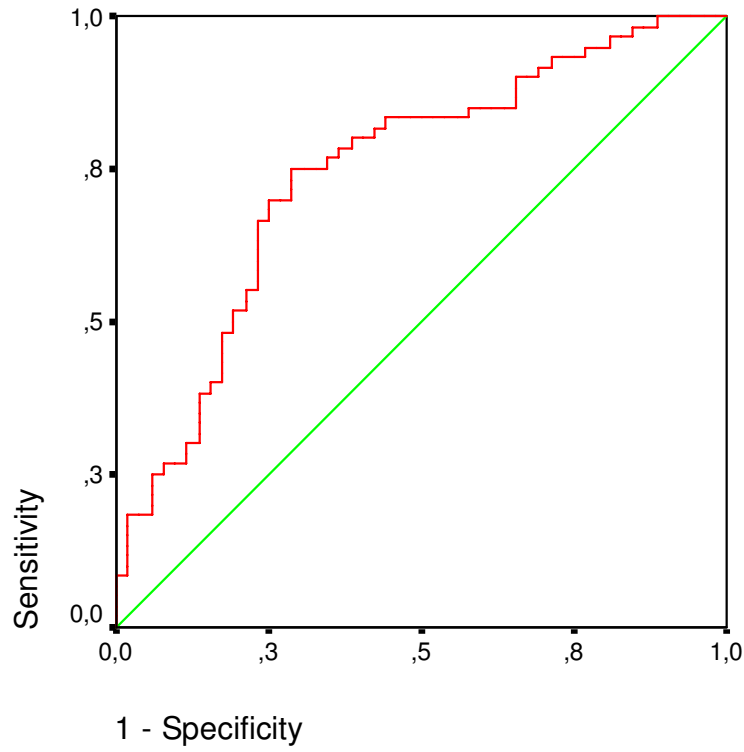
Case Processing Summary

SEÇİM	Valid N (listwise)
Positive(a)	60
Negative	52

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a The positive actual state is 1,00.

ROC Curve



Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area
,744

MODEL 3'ÜN SONUÇLARI

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases(a)		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	256	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	256	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		256	100,0

a If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
,00	0
1,00	1

Block 0: Beginning Block

Iteration History(a,b,c)

Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients
			Constant
Step 0	1	80,048	,281
	2	80,048	,283
	3	80,048	,283

a Constant is included in the model.

b Initial -2 Log Likelihood: 80,048

c Estimation terminated at iteration number 3 because parameter estimates changed by less than ,001.

Classification Table(a,b)

	Observed	Predicted		
		SEÇİM		Percentage Correct
		,00	1,00	
Step 0	SEÇİM			
	,00	0	110	,0
	1,00	0	146	100,0
	Overall Percentage			57,0

a Constant is included in the model.

b The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	,283	,126	5,045	1	,025	1,327

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	TAŞIMA	78,357	1	,000
		KAYIP	6,213	1	,013
		GSM	16,711	1	,000
		DIĞER	58,364	1	,000
		ZAMAN	22,197	1	,000
	Overall Statistics		108,060	5	,000

Block 1: Method = Enter**Iteration History(a,b,c,d)**

Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients					
			Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	ZAMAN
Step 1	1	74,116	1,607	-,095	-,022	-,012	,000	-,023
	2	66,738	2,367	-,129	-,035	-,021	-,001	-,031
	3	65,284	2,710	-,131	-,038	-,027	-,001	-,035
	4	65,269	2,783	-,131	-,039	-,029	-,002	-,036
	5	65,268	2,786	-,131	-,039	-,029	-,002	-,036
	6	65,268	2,786	-,131	-,039	-,029	-,002	-,036

a Method: Enter

b Constant is included in the model.

c Initial -2 Log Likelihood: 80,048

d Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than ,001.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	14,786	5	,029
	Block	14,786	5	,029
	Model	14,786	5	,029

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	65,268	,784	,813

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	4,079	8	,271

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		SEÇİM = ,00		SEÇİM = 1,00		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	26	25,481	0	,519	26
	2	24	23,044	2	2,956	26
	3	21	19,620	5	6,380	26
	4	11	14,826	15	11,174	26
	5	10	10,915	16	15,085	26
	6	7	6,761	19	19,239	26
	7	5	4,083	21	21,917	26
	8	3	2,663	23	23,337	26
	9	2	1,801	24	24,199	26
	10	1	,807	21	21,193	22

Classification Table(a)

		Observed	Predicted		Percentage Correct
			SEÇİM ,00	1,00	
Step 1	SEÇİM	,00	71	24	74,7
		1,00	26	135	83,9
	Overall Percentage				80,5

a The cut value is ,500

Variables in the Equation

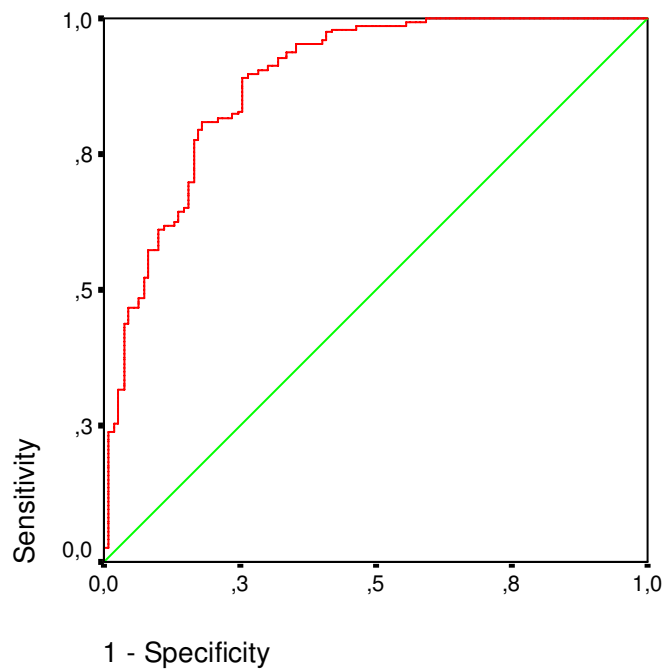
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1(a)	TAŞIMA	-,131	,038	11,884	1	,047	,877
	KAYIP	-,039	,014	7,760	1	,023	,962
	GSM	-,029	,011	6,950	1	,037	,971
	DIĞER	-,002	,001	4,001	1	,029	,998
	ZAMAN	-,036	,009	16,225	1	,041	,965
	Constant	2,786	,446	39,079	1	,001	16,217

a Variable(s) entered on step 1: TAŞIMA, KAYIP, GSM, DIĞER, ZAMAN.

Correlation Matrix

		Constant	TAŞIMA	KAYIP	GSM	DIĞER	ZAMAN
Step 1	Constant	1,000	-,528	-,111	,114	-,260	,085
	TAŞIMA	-,528	1,000	,480	-,363	-,483	-,288
	KAYIP	-,111	,480	1,000	-,204	,102	-,220
	GSM	,114	-,363	-,204	1,000	,140	,690
	DIĞER	-,260	-,483	,102	,140	1,000	,061
	ZAMAN	,085	-,288	-,220	,690	,061	1,000

ROC Curve



Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area
,885

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 27.08.1974

Doğum yeri Bursa

Lise 1989-1991 Antalya Gazi Lisesi

Lisans 1993-1998 İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2000-2002 Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora 2002- Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1998-1999 Öztaş İnşaat'ta İnşaat Mühendisi

1999-2000 Demirli İnşaat'ta İnşaat Mühendisi

2000-2002 Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi

2002-2008 Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi

