

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

79160

TEZİN KAYIT NO
BECERİSİZ

KENTLERARASI YÜK TAŞIMACILIĞINDA
TALEP MODELLERİNİN
İNCELENMESİ



İnş. Müh. Haldun Erman KELEŞ

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Haluk BERSİL
H. Bersil

Prof. Dr. Zengin BAYRAKDAR
Zengin Bayraktar

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aydın EREL

Prof. Dr. Aydın EREL
A. Erel

İSTANBUL, 1998

79160

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
I. GİRİŞ	
1.1. Yük Ulaşım Talebinin Analizinde Model İhtiyacı	1
1.2. Mevcut Durumun Özeti	4
II. YÜK ULAŞIMI TALEP TEORİLERİ ve MODEL SİSTEMLERİ	
2.1. Yük Ulaşımında Talep Analizi	6
2.1.1 Yük Ulaşım Talebinin Doğuşu	6
2.1.2. Yük Ulaşımını Etkileyen Faktörler	7
2.2. Yük Ulaşım Talebinin Analizinde Kullanılan Teoriler	8
2.3. Talep Modellerinin Sınıflandırılması	10
III. FİRMA YÖNELİMLİ EKONOMİK BİR MODELİN GELİŞİMİ	
3.1. Genel Hatlar	17
3.2. Karar Verici Olarak Bireysel Firma	18
3.3. Karar Vericinin Konumu	20
3.4. Faktör Talep Teorisi	25
3.5. Türetilen Talep Olarak Yük Ulaşımının Modellenmesi	35
3.6. Yük Talebi için Genel Bir Çerçeve Oluşturulması	42

IV. MEVCUT ÇALIŞMALARIN ÖZETİ	
4.1. Mevcut Modellerin İncelenmesi	51
4.2. Girdi - Çıktı Teorisi	52
4.3. Mekansal Denge Teorisi	56
4.4. Firma Teorisi	59
4.5. Tüketici Teorisi	65
4.6. Envanter Teorisi	70
V. KISA DÖNEMLİ BİR YÜK TALEBİ MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ	
5.1. Yaklaşım	72
5.2. Lojistik Süreç	72
5.3. Lojistik Seçimin Modellenmesi	80
5.4. Deterministik Maliyet Modeli	83
5.5. Rassal Maliyet Modeli	91
VI. AYRIŞIK BİR VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ	
6.1. Giriş	106
6.2. Kentlerarası Taşımacılık (nakliye) Verileri	108
6.3. Yıllık Kullanım Oranları Konusundaki Bilginin Geliştirilmesi (Oluşturulması)	111
6.4. Servis Düzeyi Nitelikleri	119
6.5. Mal ve Pazar Nitelikleri	132
VII. NAKLİYE BOYUTU VE TÜR ORTAK SEÇİM MODELİNİN TAHMİNİ	
7.1. Giriş	

7.2. Örnek Çalışmanın Hazırlanışı	134
VIII. SONUÇLAR	146
KAYNAKLAR	149
ÖZGEÇMİŞ	150



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Teoriler ve Model Araştırma Hedefleri	11
Şekil 2.2	Talep Modellerinin İncelenmesi İçin Bir Çatı	12
Şekil 2.3	Yük Ulaşımında Talep Modellerinin Sınıflandırılması	14
Şekil 3.1	Dış Ticarete Depodan Depoya Sevkiyat	22
Şekil 3.2	Aşağıya Akış Yöneliminde Bir Yük Talep Modeli	23
Şekil 3.3	Yukarıya Akış Yöneliminde Bir Yük Talep Modeli	24
Şekil 3.4	Seçim Hiyerarşisi	43
Şekil 4.1	İki Bölgeli Ekonomide Ulaşım Talebi	58
Şekil 4.2.a	Değişik Ulaşım Fiyatlarında Taşıyıcı Firmanın Çıktıları	61
Şekil 4.2.b	Ulaşım Talebi Fonksiyonu	61
Şekil 5.1	Ateşleme Sisteminin Uygulandığı Bir Envanter Sistemi	75
Şekil 5.3	Farklı (i) faiz oranlarında $RATE_m$ ve TT_m arasındaki farksızlık eğrileri	88
Şekil 5.4	Ulaşım Türü ve Nakliye Boyutunun Bir Fonksiyonu Olarak Toplam Lojistik Maliyetler	90
Şekil 6.1	Kentsel Endüstri / Firma Boyutu Dağılım Matrisi	112
Şekil 6.2	Her bir Pazar Bölgesi için Kullanım Oranı Dağılımlarının Elde Edilmesi için Kullanılan Yordam	117
Şekil 6.3	Yıllık Kullanım Oranının Tahmin Edilmesi İçin Yordam (Metod 1)	118
Şekil 6.5	Yıllık Kullanım Oranının Tahmin Edilmesi İçin Yordam (Metod 2)	121
Şekil 6.6	Nakliye Boyutunun Fonksiyonu Olarak Değer Durumu	123
Şekil 6.7	Toplam Ulaşım Süresi Dağılımı	126
Şekil 6.9	Gözlemlenen ve Tahmin Edilen Ulaşım Süresi Dağılımlarının Karşılaştırılması	129
Şekil 7.1	Alternatiflerin Tanımlanması	135

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.5	Ulaşımın Türetilmiş Talep Olarak Modellenmesindeki Temel Zorluklar	47
Tablo 4.4	Taşıyıcı Seçim Modellerinin Özetleri	68
Tablo 5.2	Hipotetik Lojistik Maliyetler	82
Tablo 6.4	Yıllık Kullanım Oranı ve Nakliye Boyutu için Ortak Olasılık Dağılımı	120
Tablo 6.8	LTL Ulaşım Süresi Dağılım Modeli için Tahmin Katsayıları ve İstatistikler	128
Tablo 6.10	Motorlu Taşıyıcılarda Aranılan Önemli Servis Ölçütleri	131
Tablo 7.2.a.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	139
Tablo 7.2.b.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	140
Tablo 7.2.c.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	141
Tablo 7.2.d.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	142
Tablo 7.2.e.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	143
Tablo 7.2.f.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	144
Tablo 7.2.g.	Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması	145

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında bana danışmanlık yapan Prof. Dr. Aydın EREL 'e teşekkür ederim.

Ayrıca, tezimin son haline gelmesinde, değerli eleőtirileri ile katkıda bulunan diğer jüri üyeleri, Prof. Dr. Zerrin BAYRAKDAR ve Prof. Dr. Haluk GERÇEK 'e teşekkür ederim.



ÖZET

Bu tezde, kentlerarası yük ulaşım talebinin analizinde kullanılan talep modelleri incelenmiştir. İnceleme ile yük ulaşımı için bir modelleme çalışmasının ilk evresi gerçekleştirilmiştir. İnceleme neticesinde, ekonomik model sınıfında, firma yönelimli bir modelin, günümüz koşullarına en uygun yaklaşım olduğu bulgusu ile çalışma bu yönde devam ettirilmiştir. Ekonomik bir modelin geliştirilmesi, bölüm başlığı altında ele alınarak, ilgili tüm detaylar araştırılmıştır. Ekonomik varsayım altında, firmaya yönelik bir yük talep modeli, teorik düzeyde çalışılarak konu tartışılmıştır.



ABSTRACT

In this thesis, demand models which is used to analyses demand for intercity freight transportation were explored. It is the first attempt to developing a model for forecasting freight demand. Since a firm oriented freight demand models, which is classified in econometrik model, are more available, economic assumptions were reviewed with details. Under economic assumptions, a firm oriented freight demand model were studied theoretically.



1.0. GİRİŞ

1.1. Yük Ulaşım Talebinin Analizinde Model İhtiyacı

Günümüzde yük ulaşımı ile ilgili tüm meselelerin çözümü, işlemekte olan ulaştırma sisteminin, bütün yönleriyle tanınmasını gerektirmektedir. Böyle bir girişimin, başarıyla sonuçlanmasında, ulaştırma sisteminin tanınması için kullanılan yöntem ve yaklaşımların geçerliliği etkili olmaktadır. Bu yüzden, bir modelleme çalışmasında kullanılacak teorilerin ve yaklaşımların incelenmesi, modellerin zaman içindeki gelişimleri ile yük ulaşımını ilgilendiren dolaylı-dolaysız olayların ele alınması, bir 'temel' olma niteliği taşıdığından başlı başına bir konu olmaktadır. Böyle bir çalışma ile güncel ve güncelleştirilebilen bir yük talep modeli çalışmasında, ilk atılım gerçekleştirilmiştir.

Ulaştırma sisteminin yaşamımızda sürekli olarak yer almasını sağlayan olgunun, bizim bu sisteme olan talebizden kaynaklandığı düşünülürse; ulaştırma sisteminin tanınmasında, sistem için oluşan talebin bilinmesinin önemliliği ortaya çıkar. Bu yüzden, yük ulaşımı konusunda akılcı planların yapılabilmesi, bu planların uygulanabilirliği ve geçerliliği, sağlıklı bir talep analizinin yapılmasına bağlıdır. Ancak, gerçek dünyada devinmekte olan yük ulaşımı, bütünselliği, bağımlılıkları, çok yanlılığı, sistemin iç çelişkileri, bu çelişkilerin çözümü olan değişim ve gelişimi ile çok karmaşık bir haldedir. Bu işleyiş sürecinden belirli anlamlar çıkarmak ve açıklayıcı öneriler getirmek isteyen ulaşım plancıları, bazı soyutlamalar yapmak ve model kurmak zorundadır. Bir başka deyişle, ele alınan sorun için, önemli olduğu düşünülen bir kaç değişken ve ilişki seçilir. Bu tür bir yöntem kullanılarak yapılan soyutlamalar, gerçek dünyanın tanınması ve anlaşılması çok karmaşık olayların keşfedilmesi için gerekli bir süreçtir.

Parasız (1994), modeli, "kendisinden sonuçlar türetilebilen, bir varsayımlar kümesinden oluşan, teorik yapı veya analitik bir çatı" olarak tanımlamaktadır. Bu özelliği sayesinde bir model, varsayımlarla koşullandırılmış durumdaki yük hareketi hakkında, bizlere bir sürü şey söyleyebilir. Ulaştırma sistemlerinin çevre kirliliğine etkisi, ulaştırma

sistemlerini enerji tüketimi, yeni bir yol mu, mevcut yolun genişletilmesi mi, raylı sistem mi, karayolu mu, gibi.

Yük ulaşımında yapılacak herhangi bir niceliksel analiz, önemli bir özellik olarak, belirli koşullar altında, belirli bir ulaşım servisi için oluşacak talebi tahmin edecek yeteneğe sahiptir (Chiang et. al,1981). Bu sebeple, bu tür bir analiz çalışmasında kullanılacak bir model, yük ulaşım servisindeki değişikliklerin, yük akımı üzerindeki etkilerini belirlememizi sağlayacaktır. Ayrıca, yük ulaşımında etkili olduğu düşünölen değişkenlerden teşkil edilerek, planlama hususunda duyarlılık kazandırılan bir model, amaçlanan ulaşım eylem planı sonuçlarının tüm etkilerini, planları hayata geçirmeden önce ortaya koyacak olması durumunda, bizler için çok can alıcı bir konuma gelecektir.

Ulaşım planlarında, alınan bir kararla yapılacak bir değişikliğin etkilerini niceliksel olarak değerlendirmek için yapılacak iş, uygulanması düşünölen kararları (yapılacak değişiklikleri), çeşitli ulaşım sunuları için, servis düzeyindeki değişiklikler kümesi şekline dönüştürmektir. Talep modeli bu yol ile karar değişikliklerinin talepte yaratacağı değişimi, ilgili değişkenlere bağlı olarak tahmin edebilir. (Chiang et.al, 1981)

Eylem planlarında alınan herhangi bir kararın, ulaşım talebi ile ilgili hangi birimler üzerinde etkili olacağı hususu da göz önünde bulundurulmalıdır. Kararların etkileri, aynı birimler üzerinde farklı etkiler yaratacağı gibi, belirli endüstrilere özgü de olabilir. Bu yüzden, bir talep modelinin, yukarıda sayılan tüm etkilerin analiz edilmesinde kullanılabilmesi için, kapsamlı bir model olması da gerekir.

Model gereksinimlerini bu şekilde ele aldıktan sonra, ihtiyacımız olan modelleri iki genel yaklaşım altında özetleyebiliriz:

- Yüke ve yere özgün model sistemleri
- Yük ve yer özelliğinden soyut modeller

Belirli bir esnekliğe sahip olması ve daha az veriye ihtiyaç duyması sebebiyle; ikinci yaklaşım daha çekici gözükmektedir. Talep modelini, bireysel karar vericinin nitelikleriyle açıklanan davranışlarını esas alıp, ayrışık düzeyde oluşturarak gerekli soyutlamayı yapmış oluruz. Bu sayede, herhangi bir yerdeki yük ve herhangi bir ürün için oluşacak talep üzerindeki tüm etkileri model yardımıyla belirleyebiliriz. Dolayısıyla, değişik zaman, yer ve ürünler için uyarlanabilen model kullanışlı bir hale gelmiş olur. Zaten gerçek dünyaya bakıldığında, ulaşım planlarında alınan kararlar, ulaşım alanındaki gelişmelere cevap olacak niteliktedir. Bu durumda, belirli bir dönemin koşullarına özgü bir model, ulaşım alanındaki gelişmelere cevap veremez, cevap verecek nitelikte olsa da, yeni sistemlerden elde edilen veriler böyle bir modelin kalibrasyonunda uyumsuzluklar yaratabilir.

Bu bilgiler ışığında, zaman içerisinde ulaştırma sisteminde 'sürekli varolma özelliği' ile ulaşımı ve ulaşım alanındaki yeni gelişmeleri talep edenlerin davranışlarının (karar vericinin karakteristiklerinin) modellerde ele alınması, plancılara, ulaştırma ile ilgili problemlerin çözümünde, talep edenlerle birlikte olma şansını da verecektir.

Yük hareketi için oluşan talep, ihtiyaçların olduğu tüketim bölgelerinin, üretim bölgelerinden mekansal olarak ayrı olması ve bu bölgelerdeki belirli amaçlara uygun, üretilen mal ve hizmet ihtiyacından doğmuştur (Shen, 1992). Firma ; çeşitli prodüktif faktörler satın alıp, bunları çıktıya dönüştüren ve satan ekonomik bir kuruluş olarak üretimde, dolayısıyla yük ulaşım hareketinde, davranışsal bir role sahiptir. Parasız (1994) eserinde, günümüzde firma davranışlarının en iyi şekilde öngörülmesine izin veren ekonomik hipotezin, kar maksimizasyon hipotezi olduğunu ve bu hipoteze alternatif bir başka hipotezin henüz varolmadığını söylemektedir. Ayrıca, Chiang et.al.(1981)'de ulaşım türlerinin, servis düzeyi nitelikleri ile tanımlanması sebebiyle, davranış yönelimli bir modelin, yeni bir tür için oluşacak talebi, tahmin edecek yetenekte olacağını söylemektedir.

Yaklaşımlardaki bu gelişim, oluşturulacak bir modelde, firma davranışını öngören kar maksimizasyonu hipotezinin, çalışmada ele alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu amaçla, kar maksimizasyonu hipotezinin bir modelde kullanılışı ile ilgili yaklaşımlar ve teorik düzeyde, çalışmalarda ele alınışı incelenerek tartışılmıştır.

1.2. Mevcut Durumun Özeti

Modellerin oluşum amaçları ve planlamalarda, bir planlama aracı olarak etkinliği dikkate alındığında, modellerin henüz yeterince gelişmemiş olduğu görülmektedir. Firmaların, yük ulaşımının temel karar verici birimleri olduğunu söylemiştik. Bununla birlikte, firmaların yük ulaşım servisinin seçimindeki rolleri tatmin edici bir şekilde araştırılmamıştır. Veri kısıtlamaları buna bir etken olarak sayılmaktadır. Bir ayrışık davranışa bağlı yük talep modelinin kalibrasyonunda kullanılacak veriler, hemen hemen yok gibidir. Bu yüzden geçmişte araştırmacılar, ya bir bütünleşik talep modelini tahmin etmek için kullanışlı bütünleşik verileri toplamak ya da çok kısıtlı nakliyeciler için seçim modellerini tahmin etmek için, nakliyecilerin gözlemlerini kullanmak zorunda kalmışlardır.

Bir diğer kısıtlama, talebi doğuran ekonomik teorilerin, basitleştirme varsayımları yapılmadan, yük talebi analizine uygulanması zorluğundan gelmektedir. Çok sık kullanılan bir varsayım, sabit ulaşım maliyeti varsayımdır. Bu, taşıma ücretinin, taşınacak miktardan etkilenmediğini kabul etmektir ki; bu durumda model, servis düzeyindeki değişimlere karşı, eylem planı açısından duyarsız bir hale gelmektedir. Aslında pratikte, taşıma ücreti, nakliye boyutunun belirli bir azalan fonksiyonudur. Bu durum, büyük miktarlarda yük göndermek isteyenler (taşıyıcılar) için ekonomik çözümler sağlamaktadır.

Sonuç olarak; gerçek ulaşım maliyeti ele alınırken; envanter maliyetleri ile aynı zamanda lojistik yönetim sürecinin sonuçlarından elde edilen ve bu sebeple, nakliye boyutunun bir fonksiyonu olan, tarife ücretleri birlikte düşünülmelidir (Chiang et.al,1981).

Mevcut yük talebi çalışmaları, sonraki bölümlerde de belirtileceği gibi; bu çalışmaların kökenlerine göre de sınıflandırılmaktadır. Değişik çalışma alanlarındaki araştırmacılar tarafından, farklı problemleri çözmeyi amaçlayan farklı yaklaşımlar kullanılarak, değişik modeller geliştirilmiştir. Bu tür farklı yaklaşımların kullanılmış olması, yük ulaşımının, karmaşık bir karar verme sürecine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden bir firma seçimlerinin, firma uzun dönem kararları (firma yerleşim yerinin seçimi, üretim teknolojisinin seçimi v.b.) ile daha kısa dönemli kararları (girdi ve çıktılar için tür seçimi ve nakliye boyutu seçimi) arasında değişim göstereceği düşünülmelidir. Bu kararların tümü, yük ulaşım talebini etkilemektedir. Gereken ulaşım talebinin basit bir model ile tanımlanması çok zordur. Basit bir model, anlaşılması çok zor olan, boyutlar arasındaki genel ilişkileri hemen yansıtamaz. Ulaştırma ile ilgili karar verme sürecini, tatmin edici bir şekilde tanımlayabilmek için, iyi oluşturulmuş modeller sistemine gereksinim duyulmaktadır.

2.0. YÜK ULAŞIMI TALEP TEORİLERİ VE MODEL SİSTEMLERİ

2.1. Yük Ulaşımında Talep Analizi

Yük ulaşım talebi, yüklerin hareketinin üretim ve tüketim ekonomik sürecinin bir parçası olması sebebiyle, ekonomik bir aktivite olarak kabul edilmektedir. İlk önce talebin doğuş sebebinin araştırılması ve yük ulaşımının işleyiş sürecinde talebi etkilediği düşünülen faktörlerin incelenmesi gerekmektedir. Bu inceleme, ayrıca genel olarak ulaşım yaklaşımlarında, yolcu ve yük hareketinin karşılaştırılması açısından da faydalıdır.

Yük ulaşım talebi çalışmalarında belirtilmesi gereken diğer bir konu, yük ulaşımının aktörleridir. Yük ulaşım talebinin analizinde kullanılacak bir modelde ya da model sistemlerinin oluşumunda, etkili olan üç acente düşünülür. Bunlar; hükümet, taşıyıcı (firma) ve taşıyıcılarıdır. Bu üç acente, ulaşım ile ilgili problemleri farklı bakış açılarından ele aldıkları için, model yapısını, dolayısıyla talep analizinde kullanılacak yöntem ve yaklaşımları etkilemektedir.

2.1.1. Yük Ulaşım Talebinin Doğuşu

Yük ulaşım talebi, üretimdeki gelişmelerin, kaynak dağılımındaki düzensizliklerin mekansal, fiziksel, ekonomik ve sosyal faktörler eşliğinde oluşturduğu kombinasyonlar sonucunda ortaya çıkar. Bu kombinasyonları oluşturan ekonomik aktiviteleri şöyle sayabiliriz:

1. Bölgesel ekonomilere ait çeşitli sektörlerdeki büyüme ve yapısal değişiklikler.
2. Mamul tüketimi, hükümet politikaları ve ekonomik amaçlı yasal düzenlemelerdeki değişiklikler (İthalat ve ihracat oranlarındaki politik düzenlemeler, hammadde ücretlerindeki değişiklikler ve endüstri alanındaki teknolojik gelişmeler gibi).

3. Yeni yerleşim bölgelerinin gelişimi ve yeni şehirlerin kurulması ile farklı coğrafik bölgelerdeki nüfus ve yük dağılımının değişmesi (Shen, 1992).

Bütün bu aktivitelere bakıldığında, yük ulaşımı talep çalışmaları, aslında bir çok ekonomik sahayı içine almaktadır. Bu sebeple, yük ulaşım talebinin modellenmesi, tüketici teorisi, müşteri teorisi ve firma teorisi gibi ekonomik teorilerle ilgili olmaktadır. Ekonomik talep teorisinde ise; yük ulaşımı, bir üretim faktörü şeklinde ele alınmıştır. Bu teorilerin modelleme çalışmalarında ele alınışı ve ekonomik teorinin uygulanışı ile ilgili çalışmalar sonraki bölümlerde ele alınmıştır.

2.1.2. Yük Ulaşımını Etkileyen Faktörler

Genel ulaşım karakteristikleri adı altında yolcu ve yük hareketi ile ilgili ortak noktaların yanında, yük hareketinin kendisine özgü nitelikleri de vardır. Yalnız burada ele alınan faktörlerde böyle bir ayırım yapılmamış, ilgili tüm faktörler anlatılmıştır.

- **Yerel Faktörler:** Yük ulaşımı türeyen bir taleptir ve çoğunlukla endüstriyel sürecin bir parçası olarak kabul edilir. Bu yüzden; hammadde kaynaklarının ve üretimde kullanılabilecek diğer girdilerin yeri ile ara ve sonuç üretimlerin satılacağı pazar yerleri yükler için çıkış ve varış noktaları olarak, yük hareketinin düzeyi konusundaki kararlarda etkili olacaktır.
- **Fiziksel Faktörler:** Üretimde kullanılan girdiler ile sonuç üretimlerin doğal yapısı ve karakteristikleri, bunların nasıl taşınacağı konusunda etkili olacaktır.
- **İşletmesel Faktörler:** Firma boyutu, firmanın girdi temini ve çıktıları için pazar yeri hakkındaki kararları, firmanın coğrafik dağılımı (fabrikalar, depolar, şubeler v.b.) değişik nakliye stratejileri ve değişik ulaşım türlerinin kullanımında etkili olacaktır.

- Coğrafi Faktörler: Yerleşim yeri ve nüfus yoğunluğu, sonuç üretimlerin dağılımında etkili olacaktır.
- Dinamik Faktörler: Talepte oluşan sezona bağlı değişiklikler ve müşteri memnuniyetindeki değişiklikler, yük hareket biçimlerinin değişiminde etkili olacaktır.
- Ücretlendirme Faktörleri: Yük ulaşımında ücretler yolcu ulaşımının tersine belirgin ve genel olmayıp, herhangi bir şekilde yayınlanmış ya da ilan edilmiş değildir, pazarlık ve görüşmelere bağlıdır (N.C.H.R.P.,1995).

2.2. Yük Ulaşım Talebinin Analizinde Kullanılan Teoriler

Yük talebi analiz çalışmalarında kullanılan teoriler genelde, ekonomik teoriyi, klasik Newton çekim yasasını ve optimizasyon teorisini esas almaktadır. Bu teoriler ile yapılan modelleme çalışmaları çoğunlukla, farklı alan araştırmalarını ve farklı modelleme tekniklerini içermektedir.

Ekonomik teori esas alınarak oluşturulan modeller ulaşımı, firmalar için bir üretim girdisi veya pazarlama süreci olarak ele almaktadır. Bu ilişkinin model formülasyonunda, çoğunlukla ekonometrik yaklaşımların kullanılması sebebiyle, oluşturulan modeller ekonometrik modeller olarak adlandırılmaktadır. Ekonometrik model formülasyonları oluşturulurken öncelikle, firmanın yük talebi (girdi talebi) analizi yapılır ve sonra, yük ulaşımına olan talep buradan türetilir. Ekonometrik modellerin özünde (girdi-çıkıtı modeli hariç), hükümet, taşıtıcılar ve taşıyıcılar arasındaki yük ulaşımı ile ilgili ilişkileri belirleme çalışması yatmaktadır. Bu sebeple, ekonometrik modeller, çeşitli eylem planlarının (policy), ulaşım talebi, yatırım araçları kararları ve firmalar üzerindeki etkilerinin analiz edilmesinde çok faydalı bir sınıftır.

Newton çekim yasası esas alınarak, mekansal etkilerin dikkate alındığı talep modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerin formülasyonu, "başlangıç ve varış noktaları

arasındaki yük akımı; bu noktadaki gönderilmek ya da alınmak istenen yük miktarı ile doğru, noktalar arasındaki mesafenin belirli bir ölçütü ile ters orantılıdır ” varsayımına dayanmaktadır. Çekim modelleri, taşıtıcılar, taşıyıcılar ve tüketicilerle ilgili bir çok soruya cevap verebilir. Bu modeller, bütünleşik yapılu modeller olup; çoğunlukla kentlerarası yük dağılımının analizinde kullanılır.

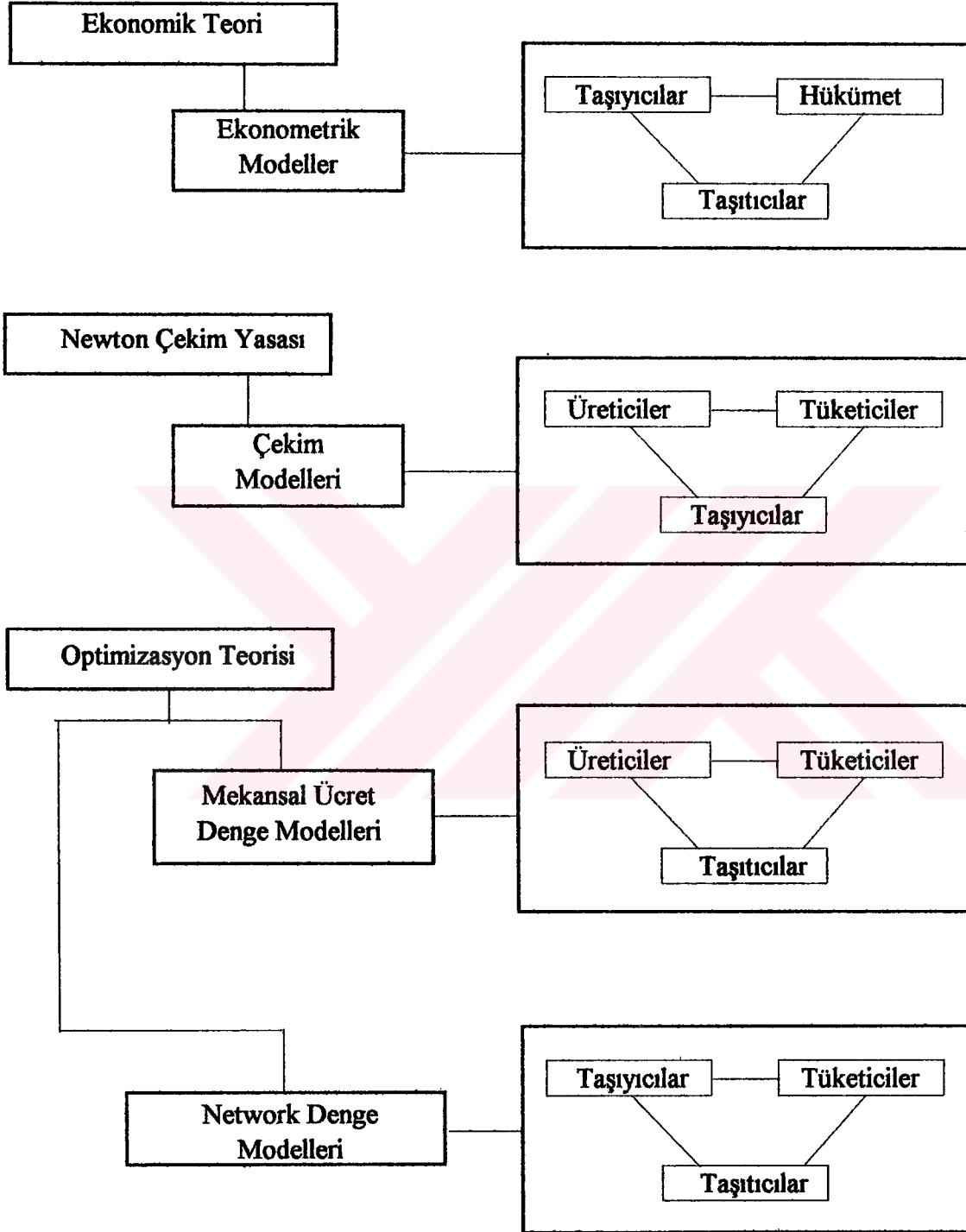
Optimizasyon teorisine göre; yüklerin dağılımı, yola atanması, ulaşım araçları talebi ve acentelerin çoklu davranışları, şebeke modelleri kullanılarak tahmin edilebilir. Optimizasyon teorisinin, model formülasyonlarında kullanılması genelde iki tip olarak karşımıza çıkar. Bunlar; mekansal ücret denge modelleri ve şebeke denge modelleridir. Mekansal ücret denge modelleri, şebeke optimizasyonunu kullanarak, üreticiler, tüketiciler ve taşıtıcılar arasında varolan etkileşimin analiz edilmesi için oluşturulmuştur. Formülasyonun oluşumunda kullanılan temel varsayım; “eğer farklı bölgelerde bulunan mal miktarları ve pazar fiyatları dengesiz ise (bir bölgede ihtiyaç fazlası mal, diğer bölgede bu mala ihtiyaç var ise, malların pazar fiyatları bölgelere göre farklı ise); yük akımı, arz fazlası bulunan bölgelerden, talep fazlası bulunan bölgelere doğru olacaktır”. Bu varsayım altında, bu tip bir model, yük ulaşım talebinin, farklı bölgelerdeki farklı fiyatlar sebebiyle ortaya çıktığı ve talebin doyurulması ile denge konumuna ulaşılacağı koyutlarını (postulate) ileri sürer. Sonuç olarak bu modeller, pazarlar arasındaki yük talebinin ve mekansal olarak birbirinden ayrı pazarlarda dengenin analizi için geliştirilmiştir. Şebeke denge modellerinde ise, model formülasyonunun arkasında, denge sürecinin ve ürünlerin taşınacağı şebeke yolunun seçiminde karar verici olan, taşıyıcı davranışlarının analizi yatmaktadır. Bu model yapısı, tüm tüketim bölgelerindeki yük talebinin, bölgelere göre ayırım ve dağılımının tahmini ile yük ulaşım ağındaki taşıyıcı davranışlarını analiz edecek yeteneindedir. Sonuç olarak, şebeke denge modelleri, küçük firmaların ulaşım maliyetleri minimizasyonu için en kısa yol seçimi analizinde ya da büyük firmaların ulaşım şebekesindeki, toplam maliyeti minimize eden seçiminin analizinde uygulanabilir.

Yukarıdaki incelemeden görüldüğü üzere; yük ulaşım talebi analiz çalışmalarında kullanılan modeller, problemlere özgü, farklı teorilerin kullanılması ile geliştirilmektedir. İlgili alanı, kullanılan model ve varsayımlar Şekil 2.1 de gösterilmiştir.

2.3. Talep Modellerinin Sınıflandırılması

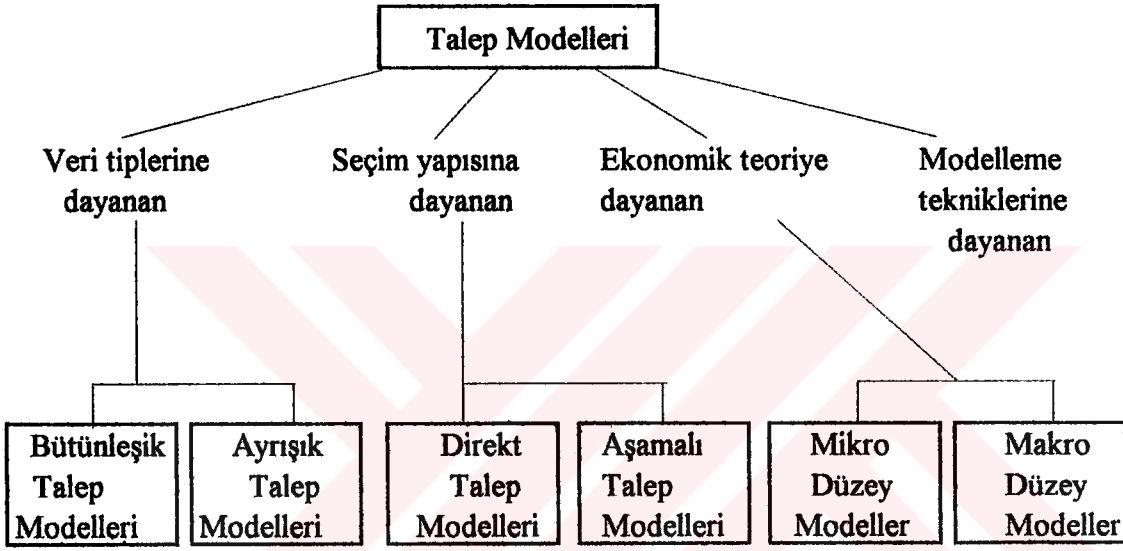
Kentlerarası yük ulaşımı alanında kullanılan talep modellerinin irdelenebilmesi için, bir sınıflandırma yapılması gerekmektedir. Bu sınıflandırma ile talep modeli teorileri, mevcut modelleme metodları ve teknikleri ele alınıp, modeller arasındaki ilişkiler ve model yapılarındaki farklılıklar analiz edilebilir. Ayrıca, bu sınıflandırma, uygulama amacıyla bir model seçilmesinde ve modellerdeki gelişimin gözden geçirilmesinde çok faydalıdır.

Talep modelleri, çeşitli kriterlere dayanarak bir kaç grupta sınıflandırılabilir (Şekil 2.2). İlk olarak; bilgi kaynaklarının faklılığına ya da analiz edilen davranış karakteristiklerine göre modeller, bütünleşik ve ayrışık modeller olarak kolayca isimlendirilebilir. Bütünleşik modelleme süreci çoğunlukla, bölgesel düzeyde bilgi toplama ile başlar ve talep modeli sonra, bu bütünleşik ya da ortalanmış veriler kullanılarak tahmin edilir. Bütünleşik modeller genellikle, tüm tüketicilerin pazardaki talebini doğrudan doğruya bildirebilir. Ayrışık modeller, taşıtıcı ve taşıyıcı davranışlarını kapsayan ekonomik teoriyi kullanılır. Bu modelin kalibrasyonu bireysel düzeydeki gözlemlere bağlıdır. İkinci olarak, seçim davranışının yapısına göre; eş anlı (direkt) ve aşamalı (endirekt) modeller ailesini ele alabiliriz. Bir eş anlı (direkt) talep modelinde, karar verici seçimlerinin (gidilecek yer, ulaşım türü ve rota seçimi), karar verici tarafından aynı anda yapıldığı kabul edilir. Zıt olarak aşamalı modeller, karar verici seçimlerinin sıra ile, aşamalı bir şekilde yapıldığını varsayar. Üçüncü olarak, talep modellerini ekonomik teori altında gruplayabiliriz. Araştırma özelliklerine ve kullanılan ekonomik teoriye göre; makroekonomik ve mikroekonomik model olarak iki tip söz konusudur. Dördüncü olarak; talep modelleri, farklı modelleme teknikleri ve yapıları



Şekil 2.1. Teoriler ve Model Araştırma Hedefleri*

* Bu şekil Shen (1992), s.8' den alınmıştır.



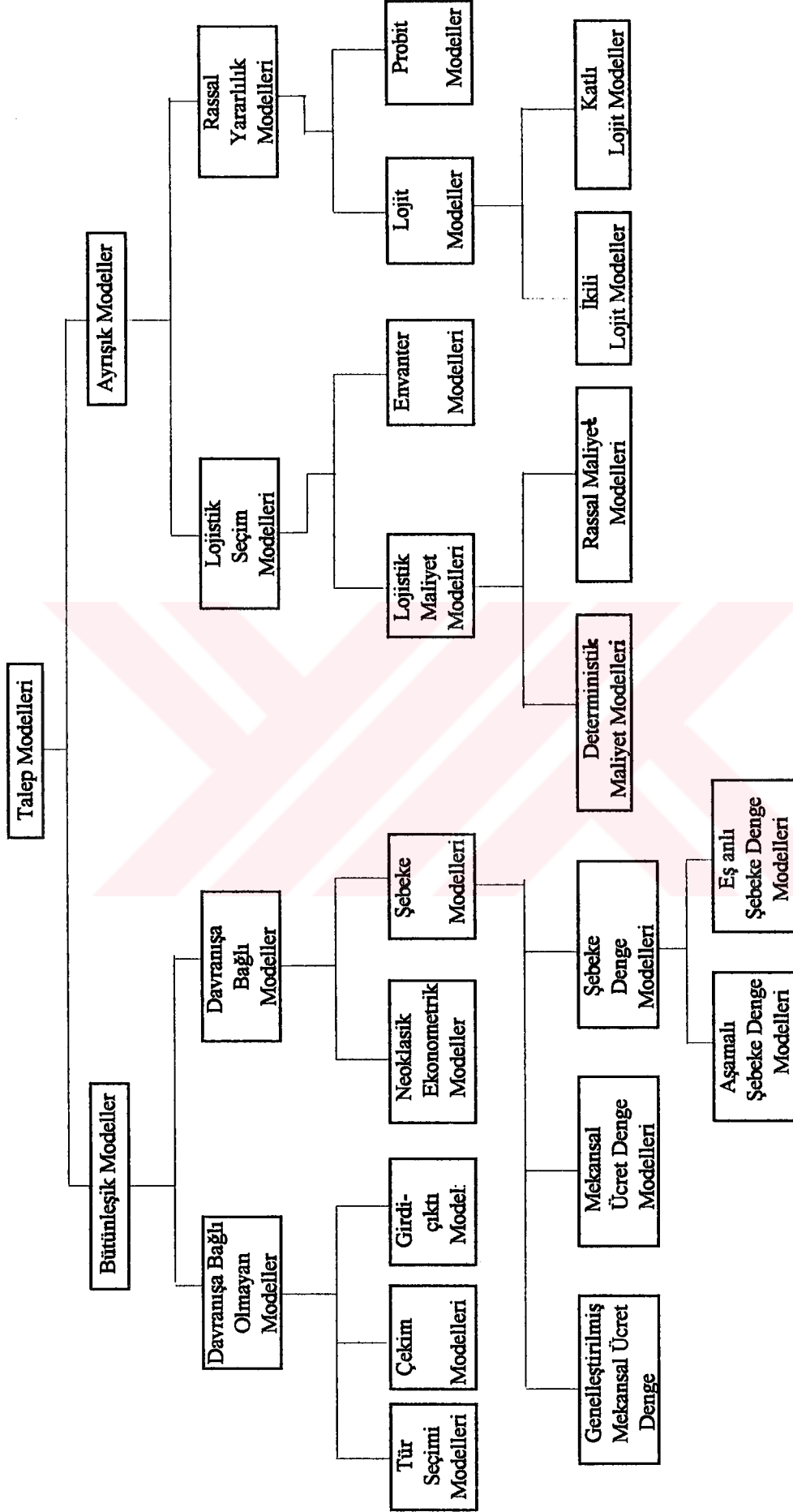
Şekil 2.2. Talep modellerinin incelenmesi için bir çatı*

* Bu şekil Shen (1992), s.10 dan alınmıştır.

dikkate alınarak, , lineer model, log-lineer model, lojit model, translog model ve karışık yapı modelleri olarak sınıflandırılabilir (Shen, 1992).

Şekil 2.3 de yük ulaşımı talep model sistemleri gösterilmiştir. Bu tür bir sınıflandırma, gerçek yaşamda büyük bir sorun teşkil eden, veri konusu dikkate alınarak yapılmıştır. Bütünleşik talep modellerinde, bu sınıftaki bir çok modelin, davranışa bağlı ve davranışa bağlı olmayan modeller olarak öncelikle iki ana gruba ayrılması daha iyi olabilir. Bir sınıflandırma çalışmasında, davranış karakteristiklerini bir kriter olarak kullanmak çok yardımcı olacaktır. Bu sayede bir modelin, taşıtıcı ve taşıyıcı seçimlerinin ve bu seçimler arasındaki ilişkilerin analizinde kullanılıp kullanılmayacağı açıkça ortaya çıkmış olur. Davranışa bağlı olan ve bağlı olmayan bütünleşik talep modelleri sınıfı içinde teori ve yaklaşımların öncülüğünde bir yeni sınıflandırma yapılabilir. Davranışa bağlı olmayan model ailesi içerisinde, çekim modelleri, Newton'un çekim yasası dikkate alınarak kolayca sınıflandırılabilir. Makroekonomik teori bazında, girdi-çıktı modeli, bütünleşik talep modelleri grubunun baş üyesidir. Girdi-çıktı modeli doğal olarak bütünleşiktir ve davranışa bağlı değildir. Model, genellikle alternatif hükümet stratejilerinin, ulusal çaptaki yük dağılımı etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Ayrıca bu model, çeşitli kentlerdeki ve bölgelerdeki homojen olmayan üretim ve tüketim dağılımlarının dengelenmesi için optimum planların bulunmasında uygulanır. Bütünleşik model sınıfı içerisindeki diğer önemli bir grup, tür seçimi modelleridir. Bütünleşik yapıdaki tür seçimi modellerinde, acente davranışlarının, yük ulaşım sistemleri üzerindeki etkileri ihmal edildiğinden, davranışa bağlı olmayan bütünleşik tür seçimi modelleri başlığı bu model ailesi için uygun olabilir. Tür seçimi modelleri genellikle, belirli ulaşım türlerinde nakledilen yük miktarlarının tahmin edilmesinde kullanılır.

Davranışa bağlı modellere bakıldığında, neoklasik ekonometrik modeller sınıfı içerisinde belli-başlı bir grup, translog talep modelidir. Bu model neoklasik talep teorilerinden türetilmiştir. Bu model, tüketici talepleri için oluşturulan yararlılık fonksiyonu veya girdi talebi için oluşturulan üretim fonksiyonunun esnek bir fonksiyonel forma sokulmasıyla türetilmiştir. Yararlılık yada üretim / maliyet fonksiyonlarına dayanan



Şekil 2.3 Yük Ulaşımında Talep Modellerinin Sınıflandırılması*

*Bu şekil Shen (1992), s.10 dan alınmıştır.

translog model, neoklasik ekonomik teori ile desteklenmektedir ve faktör yer değişimindeki elastikliği sayesinde ulaşım türleri ile diğer değişkenler arasındaki 'yerine geçmeye (faktör ikamesine)' müsaade eder.

Şebeke modelleri gurubu, yük akımının ayırım ve dağılım çalışmalarında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte; geniş ölçekli şebeke problemlerini ele almanın zorluğu söz konusudur. Bütünleşik şebeke modelleri, plancılar tarafından, hesaplama zorluklarının hafifletmesi açısından tercih edilirler. Bu bakımdan, bir çok şebeke optimizasyon modeli doğal olarak bütünleşiktir. Şebeke optimizasyon modelleri içerisinde üç ana üye; mekansal ücret denge modelleri, şebeke denge modelleri, ve genelleştirilmiş mekansal ücret denge modelleri olarak sayılabilir.

Ayrışık talep modelleri grubunda, lojistik seçim modelleri ve rassal yararlılık modelleri kullanılan en popüler modellerdir. Lojistik seçim modelleri, lojistik maliyet modelleri ve envanter modelleri olarak ayrılabilir. Lojistik maliyet modelleri kendi içerisinde; kullanılan fonksiyonel forma göre, deterministik maliyet modelleri ve rassal maliyet modelleri şeklinde daha da ayrıntılı olarak tanımlanabilir. Envanter modelleri grubu, tek-ürünlü ve çok-ürünlü envanter modelleri olarak ikiye ayrılabilir. Ayrışık modeller sınıfı içindeki diğer bir başka aile rassal yararlılık modelleridir. Yararlılık fonksiyonundaki ve model yapılarının farklılığındaki, rassal değişkenlerin dağılımına göre, bu modeller lojit modeller ve probit modeller olarak ayırt edilebilir. Ayrışık lojit modeller, teorik ve sezgisel uygunluk yönünden çok popüler modellerdir. Bu modeller, ücret ve mekan niteliklerinden daha öte değişkenlerle tanımlanan bir rassal yararlılık fonksiyonundan ve maksimum yararlılık teorisinden türetilmiştir. Bu ailenin belli başlı iki üyesi; ikili lojit model ve çoklu lojit modeldir.

Ayrışık seçim modelleri ile son zamanlarda şehirlerarası yük ulaşımında, yük hareketini geniş ölçüde belirleyici uygulamalar yapılmıştır. Çünkü bu modelde, taşıyıcı ya da alıcı firmaların, toplam satın alma maliyetlerini ve lojistik maliyetlerini minimize eden optimum seçimleri söz konusudur ve tüm girdi mamulleri, nakliye boyutu ve ulaşım türü,

toplam satın alma maliyetlerinin ve lojistik maliyetlerin bileşeni olarak ele alınmaktadır. Bu sebeple bu model diğer modellere göre çok daha kapsamlıdır.



3.0. FİRMA YÖNELİMLİ EKONOMİK BİR MODELİN GELİŞİMİ

3.1. Giriş

Bu bölümde kapsamlı bir çerçeve ele alınarak, bir firmanın ulaştırma ile ilgili kararlarını içeren, çeşitli görüşler arasındaki ilişkiler tanımlanmaktadır. Bu çerçeve, temel karar verici birim olarak firmanın bakış açısı altında, davranışsal bir yük talep modelinin geliştirilmesine yöneliktir. Firma seçimlerinin, firmanın uzun dönem kararlarından (yerleşim bölgesi seçimi, üretilen mal seçimi, üretim teknolojisi seçimi ve çıktıların düzeyi gibi) daha çok kısa dönemli kararlara (çıktıların pazara iletecek ya da girdilerini temin edecek firma seçimi gibi) doğru değişiklik göstereceği, aynı zamanda seçimlerin üretim girdileri ile ilgili lojistik strateji ve envanter süreci ile ilgili olacağı düşünülmelidir. Bu kararlar pazardaki yük ulaşımının akışı ile yakından ilgilidir. Örneğin çıktıların fiyatlarındaki değişiklikler firma yönetimini, üretimde kullanılan teknolojiyi ve ürettiği çıktıların düzeyini yeniden gözden geçirmeye iterek etkileyebilir. Bu sebeple, girdi talep sözü edilen yönetim kararlarına göre düzeltilmiş olacaktır. Giren yük için farklı talep düzeyleri sonra envanter kontrol planı olarak değişiklik gösterecektir. Bu yüzden, envanter stratejisindeki bir değişiklik, yeni bir ulaştırma planı için de bir sonuç olabilir (Değişiklik bir ulaşım türü ve/veya nakliye boyutu ya da yeni bir köken seçimi bile içerebilir). Örneğin; taşıyıcıların özellikle bir grup pazarda, genel yüklerde tarife ücretlerini düşürme düşüncesi, firmanın yönetim stratejisini etkileyecektir. Bu yüzden ulaşım türü, nakliye boyutu ve girdi mallarının kökeni değişebilecektir. Üstüne üstlük, ulaşımın bir üretim girdisi olması sebebiyle, ulaştırma ücretlerindeki bir değişiklik uzun dönemli olabilir, aynı zamanda pazardaki teknolojiyi ve dengeyi etkileyebilir.

Bir firmaya uygun olabilecek bir seçimin içerdiği karmaşıklıktan iki nokta hemen gözlemlenebilir. İlk olarak, eğer ulaştırma ile ilgili çeşitli görüşler düşünülmemişse bir yük talebi modeli eylem planlarına ve bu planların içerdiği kararlara karşı duyarsız olacaktır. İkinci olarak; yine karmaşıklık sebebiyle aynı anda tüm etkenleri içeren basit bir yük talebi modeline sahip olmak imkansız olacaktır. Bu yüzden geçmişte bir yük talebi

modeli oluşturma girişiminde bulunulurken birçok farklı yaklaşımın incelenmiş olması bizim için pek de şaşırtıcı olmamıştır ve hala bu modellerden hiçbirisi boyutların genel ilişkilerini memnun edici bir şekilde ortaya koyacak kadar başarılı değildir. Sistematik bir yaklaşım; gerçekten kolaylıkla kontrol edilebilen ampirik bir ereve içerisinde, yk talebinin oluşturduğu karmaşık genel ilişkileri, türlerine göre ayıracak bir yaklaşım olmalıdır. Bu bölüm böyle bir sistematik yaklaşımı elde etme çalışmasına ayrılmıştır. Bu amaçla bölümün devamı aşağıda bulunan sorular üzerinde odaklanacaktır.

- (1) Firma neden yük talebi analizinde merkez rolü elinde tutar diye düşünülür ?
- (2) Bir firmanın üretim ve lojistik sürecine uygun olabilir seçimler nelerdir ?
- (3) Bu seçimler bir diğeriyle nasıl ilgilidir ?
- (4) Bu ilişkiler sistematik bir çerçevede nasıl tanımlanabilir ?
- (5) Modellerin amaçlanan çerçeveye sokulması nedir ?

3.2. Karar Verici Birim Olarak Bireysel Firma

Firmaların yk ulaşımında temel karar verici üniteler olduğunu belirtmiştik. Firma imal ettiği bir mamulün, toptan dağıtımının veya parekende sattığı bir dükkanın yöneticisidir. Bu yüzden firma, girdileri ve bazen de ıktıları için ulaştırma eylem planları üzerine karar veren bir birimdir. Bu kararlar sürekli olarak, ulaştırma servisindeki ve yüklerin pazar fiyatlarındaki değişikliklere cevap verecek durumdadır.

Firmanın retimdeki ve envanter kontrolündeki rolünün geçerliliği, yönetim bilimleri konusu olarak, firma neoklasik teorisi altında incelenerek tahkik edilmiştir. Bununla birlikte; yk ulaşım servisinin seçiminde firmanın rolü önemsiz sayılacak derecede araştırılmıştır. Sınırlı miktarda yapılan, firma yönelimli yk talep çalışmaları çok

teorik bir düzeydedir. Planlama için araç olacak hiçbir, gerçek ve tatmin edici, işletmesel bir model gerçek yaşam için geliştirilememiştir. Bu olgu için bir çok neden sayılabilir. İki ana neden:

- 1) Taşıyıcı bakış açısına göre bir yük talep modeli geliştirme konusunda notasyon eksikliği,
- 2) Firma ekonomik teorisinin, ampirik talep tahmini için kullanmak üzere; kabul edilebilir bir formülasyona çevrildiği, uygun modelleme tekniklerinin bulunmamasıdır.

Biz bu bölümün geri kalan kısmında birinci noktanın ayrıntılarına gireceğiz. İkinci nokta izleyen bölümlerde tartışılacaktır.

Yük talep modellerinde ilgili üç ayrı birim vardır. Hükümet, taşıyıcı, taşıyıcı (firma). Bu birimlerin her biri probleme değişik açılardan bakarlar. Çünkü her birinin yük ulaşım talebi modellerine farklı gereksinimleri vardır. Hükümet, yük talebi modellerine, düzenleme, eylem planlarını oluşturma veya yatırım imkanlarına karar vermede, yardımcı bir planlama aracı olarak ihtiyaç duyar. Hükümet yatırım imkanları için kurulan talep modelleri, tip olarak geniş açılı ve geniş kapsamlı, tüm ulaşım türlerini içeren ve bir miktar yükün taşınmasının ötesinde, tüm sistemlerin gereksinimlerini kapsayacak şekildedir. Eylem planları sonuçlarını tahmin eden, hükümet yönelim modelleri; çok türlü ve bütünleşik olarak, yüklerin ve coğrafik bölgelerin ötesindedir.

Bir taşıyıcı, talep modeli ile pazarlama veya ücretlendirme aracı olarak ilgilenir. Taşıyıcı tarafından cevaplandırılacak tipik bir soru; “tarifelerin, transit zamanının ve/veya bekleme zamanının değişmesinden taşıyıcının talebi ve ulaştırma servisi nasıl etkilenecektir ? ” şeklindedir. Taşıyıcı aslında, önerilmiş olan servis düzeyi ve rakip ulaştırma pazarında başarılı olabilecek sonuç kâr düzeyleri ile ilgilenir.

Bir taşıyıcı ise probleme daha farklı bakar. O, yük talep modeliyle, kendi girdi malzemelerin temin edileceği sunu noktaları ya da sonuç üretimlerinin depolanacağı yerlerin seçiminin yanında, bu girdi ve çıktılar için lojistikler ve ulaşım stratejilerinin seçimleri ile ilgilenir.

Hükümet ve taşıyıcı, aslında probleme bir taşıyıcının bakış açısından bakmaz. Bununla birlikte; tipik olarak ulaştırma servisinin seçiminde karar alan bir taşıyıcıdır. Taşıyıcının ulaştırma servisinin son alıcısı olması sebebiyle, biz taşıyıcıların bakış açılarını, modelin hangi aktör için yapıldığını önemsemeden ele almalıyız (Chiang et. al ,1981). Taşıyıcılar, taşıyıcılarla kendileri için müşteri potansiyeli olduğundan ilgilenirler, hükümetler ise, tüm ulaşım türlerini içererek bu alanda geniş bir yer teşkil ettiğinden taşıyıcılarla ilgilenirler. Bir taşıyıcıyı esas alan model, uygun bir bütünlük sürecinden geçerek, hükümet ve taşıyıcılar ile ilgili belirli sorulara cevap verebilir.

3.3. Karar Vericinin Konumu

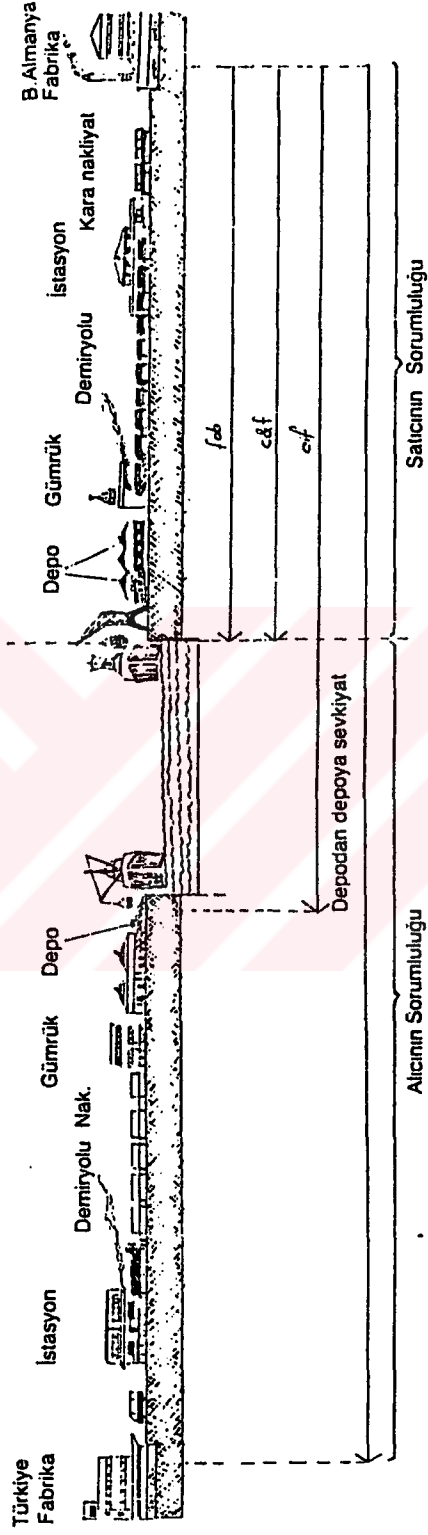
“Yük talep kararlarının alınmasında, merkezi davranışsal rolü elinde tutan firmadır” kararına vardiktan sonra, firma bakış açısından probleme yaklaşım biçiminin nasıl olacağı, gelecek soru olacaktır. Öncelikle karar vericinin konumunun (köken) neresi olacağı sorusunu yöneltebiliriz. Bu yolcu ulaşım talebinin analizinde bir problem olarak fark edilmez. Karar verici birim, yolcudur. Her zaman bir yolculuğun veya yolculuk zincirinin başlangıcında konumlanır. Karar vericinin, yük ulaşımına talepte bulunması durumunda, konumu tam olarak açık değildir. Pratikte karar vericiler; başlangıç noktasında, varış noktasında veya her ikisinde birden konumlanabilirler . Karar vericinin konumu, endüstri yapısı, sahiplik, fiziksel dağıtım kanalının yapısı v.s. ile etkilenebilir. Gerçek yaşamda bu farklı konumlanmanın bir çeşitliliği olur ve karar vericiler, sistem içinde belirli yerlerde bulunabilirler.

Genel olarak konuşulan, tekel gücü olan bir firmanın, çıktılarının dağılımı üzerinde dağıtım kontrolü yapma olasılığı olduğudur. Bu durumda karar verici, çıkış

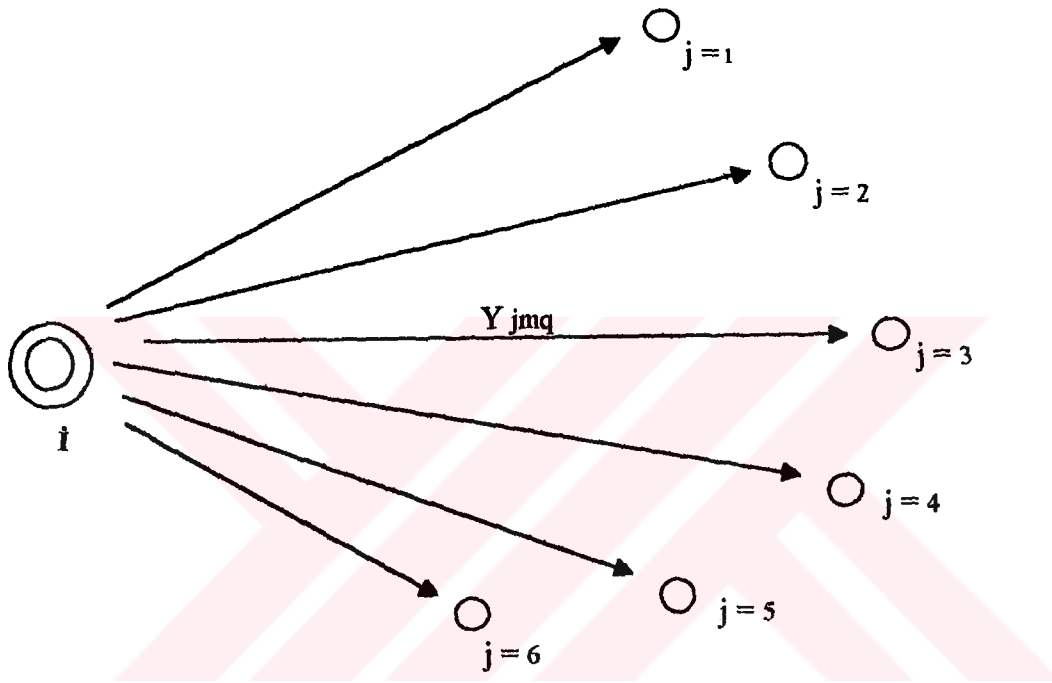
noktasının sonunda konumlanmıştır. Hangi pazara katılacağına ve katıldığı her bir pazara ürününün ne kadarını, hangi tür ile ileteneğine karar verebilir. Rekabet ortamı pazarda ise, firmanın kendi ürünlerinin dağıtımını kontrol edebileceği küçük bir gücü vardır. Bununla birlikte, bu firmanın kendi girdi ürün yükü için, lojistik planı kontrol etmeye gücü vardır; nereden, ne miktarda ve hangi tür ile satın alacağı gibi. Karar vericinin konumu, böylece varış noktasının sonuna hareket etmiştir. Üçüncü durum ise, depo yerleri ve/veya çoklu fabrikaları olan büyük firmalar içindir. Bu firmalar için yük, dahili olarak bir yerden diğerine nakledilebilir. Karar verici başlangıç ve bitişte konumlanmıştır.

Pratikte ürünler FOB (Free On Board) fabrika çıkışı veya FOB varışından satın alınabilir. FOB varış noktasında satın alınmış ürünler için taşıyıcı, ulaşımın türünü tipik olarak seçecektir ve çoğunlukla, FOB varış noktasına kadar olan ulaşım türünün fiyatlandırması yükselecektir, çünkü taşıyıcı kendi yerel ürünlerini, dağıttığı depo evine nakil eder. Bu durumda varışta konumlanmış satın alıcı ile başlangıçta konumlanmış taşıyıcının her ikisi de ürünlerin pazara varışında bir rol almış olurlar. Aksinde ise FOB fabrika çıkışında satın alınmış ürünler için, karar verici tipik olarak varışta konumlandırılmıştır (Şekil 3.1). Çıkış noktasını, karar vericinin konumu olarak ele alan yük talep modeli, bundan sonra aşağıya akış yönelimli yük talep modeli olarak ; varış noktasını karar vericinin konumu olarak ele alan yük talep modeli ise bundan sonra yukarı akış yönelimli yük talep modeli olarak anılacaktır.

Yük talep modellemelerinde, yukarı akış yönelimli modellerin, aşağı akış yönelimli modellere göre bazı avantajları vardır. Çünkü, seçim kümesi görece olarak daha küçüktür ve seçim davranışı, görece olarak bu türlü bir yaklaşımla, diğer yaklaşımdan daha kolay elde edilir. Bir çok ürün, orta düzeyde ürün olarak , çok sayıda endüstride aynı anda tüketilir ve bu ürünleri, bir girdi mamulü olarak temin etmek isteyen olası firmalar sayılamayacak kadar çoktur. Aksi halde, tekil bir firma tarafından kullanılan girdi ürünlerin sayısı tipik olarak çok daha küçüktür ve bu girdilerin sağlanma noktaları, görece olarak sınırlıdır. Yukarı akış yönelimi yaklaşımının çekiciliği ayrıca, FOB fabrika çıkışı satın almaların, pratikte daha yaygın olarak kullanıldığı gerçeği tarafından



Şekil 3.1. Dış Ticarete Depodan Depoya Sevkiyat



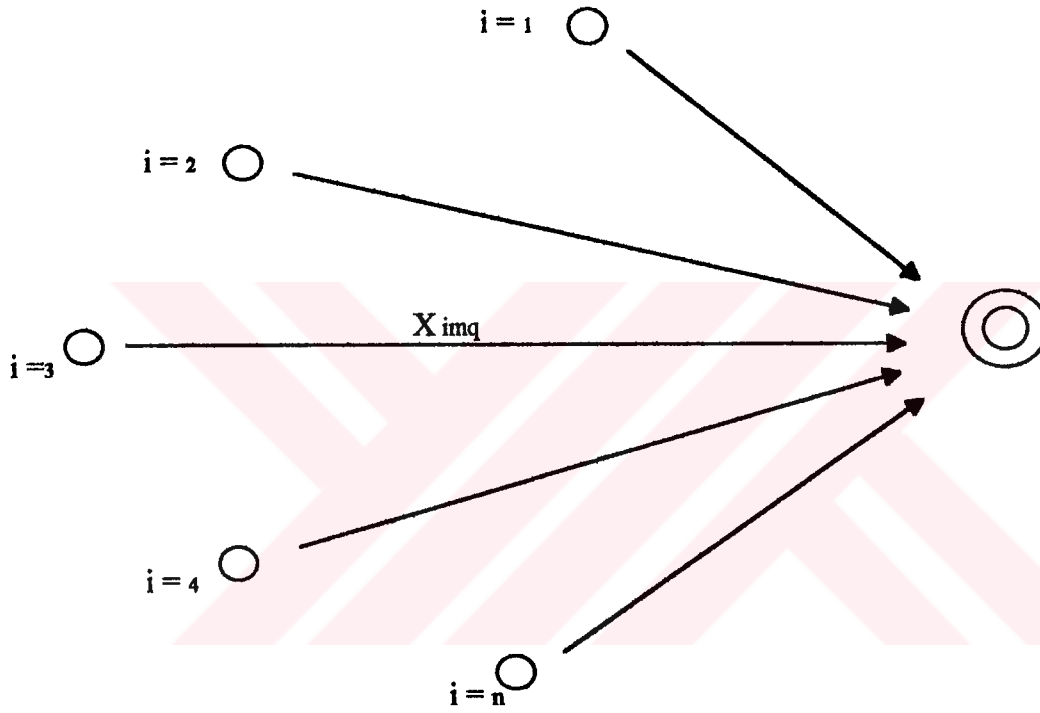
Karar Değişkenleri: j = varış noktası

m = ulaşım türü

q = nakliye boyutu

Şekil 3.2. Aşağıya Akış Yöneliminde Bir Yük Talep Modeli*

* Bu şekil Chiang et.al (1981) den alınmıştır,s.26



Karar Değişkenleri: i = köken (çıkış noktası)

m = ulaşım türü

q = nakliye boyutu

Şekil 3.3. Yukarıya Akış Yöneliminde Bir Yük Talep Modeli

* Bu şekil Chiang et.al (1981) den alınmıştır, s.27

güçlenmiştir. Yukarı akış yöneliminin daha çekici olması sebebiyle, bu araştırmada verilen yük ulaşım talebi modelinin gelişimi, karar vericinin varış noktasında konumlandığı ve kendi girdi malları için, lojistiklere ve ulaşım seçimlerine karar verirken, rasyonel olduğu hipotezlerine dayandırılmıştır.

3.4. Girdi Talebi Teorisi.

Ulaşım bir üretim girdisidir. Bu sebeple, ulaşım talebi, üretim teorisinden ayrı olarak analiz edilmemelidir. Bu bölümde, girdi talebinin türetilmesinde kullanılan ekonomik teoriler ele alınmıştır. Bu teoriler, bir taşıtıcının bakış açısından, yük talep fonksiyonu geliştirmeye esas olacak şekilde incelenecektir. Burada bahsedilen gözden geçirme, yük talep fonksiyonunun tanımlanması ile ilgili değişik etkenler arasındaki önemli ilişkileri de vurgulamaktadır.

İlk önce aşağıda kullanılan bazı notasyonları sunalım:

X : girdiler vektörü, $X = (x_1, \dots, x_M)$

Y : çıktılar vektörü, $Y = (y_1, \dots, y_N)$

W : girdi fiyatları vektörü, $W = (w_1, \dots, w_M)$

P : çıktı fiyatları vektörü, $P = (p_1, \dots, p_N)$

C : girdi fiyatı W iken, Y 'nin minimum üretim maliyeti

π : firmanın karı.

Buradaki çalışma, mekansız bir ortamı, yani; talep ve sununun tümünün tek bir noktada oluştuğunu varsayar ve mekansal boyutlar düşünülmemiştir. Bu varsayım sayesinde ulaşım talep analizi çalışmaları, ilerleyen bölümlerde rahat bir konuma sokulmuş olmaktadır.

Firma, bir X girdiler vektörü kullanarak, bir Y çıktı vektörü üretir. Firma tarafından kullanılacak girdilerin kümesi $V(Y)$; Y çıktılar vektörünü üretmek için kullanılabilen X kümeleri olarak tanımlanır.

$$V(Y) = \{X \mid Y, X' \text{ lerden oluşur.}\} \quad (3.1)$$

Girdilerin tanzim edilmesinde (girdi birleşimlerinin oluşturulmasında) bir serbesti söz konusu olduğundan, isteğe uygun Y çıktıları veren (girdilerin tamamının, artmadan, Y çıktısına dönüşmesi için gerekli X oranları ya da Y çıktısını azami yapan X oranları) girdi birleşimi kümesi ile ilgilenilecektir. Bu, aynı girdilerden tanzim edilen farklı girdi birleşimleriyle, aynı Y çıktıları veren üretim düzeyinin sağlanabileceği anlamına gelir. Bu, eşürün girdi kümesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned} Q(Y) &= \{X \mid X \in V(Y) \text{ ve } X \notin (Y') \text{ eğer } Y' > Y\} \\ &= \{X \mid t(X, Y) = 0\} \end{aligned} \quad (3.2)$$

$t(X, Y) = 0$ girdi demetlerinden üretilebilen maksimum çıktı olarak tanımlanır. Bu teknolojik üretim fonksiyonu diye adlandırılır. Genellikle bir firmanın hedefi, ya karını maksimize etmek ya da bir çıktı veren üretiminin maliyetini minimize etmektir. Bir maliyet fonksiyonu $C(Y, W)$, fiyatı W olan girdilerin oluşturduğu Y çıktısının minimum maliyetine göre belirlenecektir.

$$C(Y, W) = \min W \cdot X \quad t(X, Y) = 0 \text{ koşulunda} \quad (3.3)$$

Kar maksimizasyonunu sağlayan çıktı miktarı; çıktının pazarda satış fiyatı P , girdi fiyatı W olarak, aşağıdaki eşitliğin çözümü sonucunda bulunur. Bu eşitliğin çözümünü sağlayan Y değerine Y^* diyeceğiz.

$$\max_Y \pi = P \cdot Y - C(Y, W) \quad (3.4)$$

(3.4) eşitliği kullanılarak Y^* in çözülebilmesi için kar fonksiyonunun bir $Y = Y^*$ değerinde, maksimum noktaya sahip olması gerekmektedir. Bunun için, ekonomide

üretim yapan firmanın üretimini gerçekleştirmek için kullandığı girdilere ölçek, bu üretimden sağladıklarına ise getiri adı verilerek, ölçek ile getiriler arasındaki ilişki incelenmiştir. Biz buradaki üretim için ölçeğe göre azalan getiri (üretim girdilerindeki artışla sağlanan getiri miktarı bir Y değerinde maksimum yaptıktan sonra azalmaya başlar) varsayımını kullanarak Y^* 'ı çözeceğiz. Bu yaklaşımdan sonra kar fonksiyonu

$$\pi(P,W) = P \cdot Y^* - C(Y^*,W) \quad (3.5)$$

olarak tanımlanır.

Üretim fonksiyonu ile maliyet fonksiyonu arasında eşlek (dual) bir ilişki vardır. Eşleklik teoremi (duality theorem) iyi bir uygulama yöntemidir. Bu yöntem, firmalar maliyet minimizasyonunda olduğu sürece, her ikisi de aynı derecede iyi olmak koşuluyla, ya girdi niceliklerinin ya da girdi fiyatlarının arasındaki ilişkilere dayanarak iyi bir şekilde tanımlanabilir. Verilen bir masraf düzeyi için çıktı ya da karın maksimizasyonu ile verilen bir çıktı düzeyinin üretim maliyeti minimizasyonu bize aynı girdi oranlarını verir.

Bu iki fonksiyon arasındaki eşlek durumu şunu ortaya koyar; üretim fonksiyonu ile maliyet fonksiyonu arasında tek bir ilişki kümesi olduğundan, teknolojik ilişkiler ya maliyet fonksiyonundan ya da üretim fonksiyonundan sonuçlandırılabilir. Böylece üretim fonksiyonu ve maliyet fonksiyonu uygulanan yöntemin açıklanmasında eşit olarak uygulanabilir. Bununla birlikte genellikle ampirik çalışma yönteminde maliyet fonksiyonu kullanılmaktadır. Çünkü;

- 1) Maliyet fonksiyonu verileri kolayca elde edilebilir.
- 2) Maliyet fonksiyonunda bağımsız hatalı terimlerin elde edilmesi çok olasıdır.
- 3) Vurgulanan yöntem ile ilgisi olan hipotezlerin testi, maliyet fonksiyonu üzerinde kolayca hazırlanabilir.

Girdi fiyatları için tüm pazarların rakip olduğu varsayımıyla, k girdisi için oluşan talep; maliyet fonksiyonun, k girdisinin fiyatına göre türevidir.

$$x_k = \frac{\partial C(Y, W)}{\partial w_k} = x_k(Y, W) \quad k=1, \dots, M \quad (3.6)$$

Bu girdi talep teoremi **Shephard teoremi** olarak bilinir. Bu eşitlikler, belirli bir Y çıktı miktarı üretmek için gerekli üretim girdilerine olan talebi elde etmeye yarayan, bağıl talep fonksiyonlarıdır.

Üretim girdileri için mutlak talep, basit olarak, kar maksimizasyonunu sağlayan çıktı miktarı; $Y=Y^*=Y(P, W)$ ın bağılı talep fonksiyonlarında yerine konulmasıyla elde edilecektir.

$$x_k = x_k [Y(P, W), W] = x_k(P, W) \quad k=1, \dots, M \quad (3.7)$$

Bu eşitlikler aynı zamanda Hotelling'in teoremi ile türetilir: "Mutlak girdi talepleri, kar fonksiyonunun girdi fiyatlarına göre türevlerinin negatif değerine eşittir".

$$x_k = -\frac{\partial \pi(P, W)}{\partial w_k} = x_k(P, W) \quad k=1, \dots, M \quad (3.8)$$

Yukarıdaki eşitlikleri basit bir örnekle özetleyebiliriz. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile karakterize edilen bir üretim teknolojisine sahip, tek bir üretim firması düşünelim:

$$y = \alpha_0 \cdot x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \quad (3.9)$$

İlk olarak aşağıdaki minimizasyon problemini kuralım.

$$\min_{x_1, x_2} C = x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2$$

$$y = \alpha_0 \cdot x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \text{ ' a göre} \quad (3.10)$$

Minimizasyon için üretim fonksiyonundan x_1 ve x_2 ayrı ayrı elde edilerek maliyet fonksiyonunda yerine konular ve ilgili girdiye göre kısmi türevler alınır:

$$x_1 = \alpha_0^{\frac{-1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot \left(\frac{w_1 \cdot \alpha_2}{w_2 \cdot \alpha_1} \right)^{\frac{-\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot y^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}}$$

$$x_2 = \alpha_0^{\frac{-1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot \left(\frac{w_2 \cdot \alpha_1}{w_1 \cdot \alpha_2} \right)^{\frac{-\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot y^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \quad (3.11)$$

elde edilir.

Bu değerleri maliyet fonksiyonunda yerine koyduğumuzda aşağıdaki Cobb-Douglas maliyet fonksiyonuna ulaşırız.

$$C = \alpha_0^{\frac{-1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot \left[\left(\frac{w_1 \cdot \alpha_2}{w_2 \cdot \alpha_1} \right)^{\frac{-\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot w_1 + \left(\frac{w_2 \cdot \alpha_1}{w_1 \cdot \alpha_2} \right)^{\frac{-\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}} \cdot w_2 \right] \cdot y^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}}$$

$$= u \cdot \alpha_0^{\frac{-1}{u}} \cdot \left(\frac{w_1}{\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{u}} \cdot \left(\frac{w_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_2}{u}} \cdot y^{\frac{1}{u}} \quad u = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (3.12)$$

Sonraki aşama, kâr fonksiyonunun türetilmesi için maksimizasyon probleminin kurulmasıdır.

$$\max_y \pi = p \cdot y - C$$

$$C = u \cdot \alpha_0 \cdot \frac{1}{u} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_2}{u}} \cdot y^{\frac{1}{u}} \quad \text{'a göre} \quad (3.13)$$

Ölçeğe göre azalan getiri varsayımı ($u < 1$) ile (3.13) eşitliğinin maksimizasyonu için, y 'ye göre maliyet fonksiyonunun kısmi türevi şunu verir;

$$p = u \cdot \alpha_0 \cdot \frac{1}{u} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_2}{u}} \cdot \left(\frac{1}{u} \right) y^{\frac{1}{u}-1} \quad (3.14)$$

Bu durumda kar maksimizasyonunu sağlayan çıktı miktarı , y^* :

$$y^* = p^{\frac{u}{1-u}} \cdot \alpha_0^{\frac{1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{-\frac{\alpha_1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{-\frac{\alpha_2}{1-u}} \quad (3.15)$$

olacaktır.

Kar fonksiyonu daha sonra aşağıdaki gibi türetilir:

$$\begin{aligned} \pi &= p \cdot \left[p^{\frac{u}{1-u}} \cdot \alpha_0^{\frac{1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{-\frac{\alpha_1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{-\frac{\alpha_2}{1-u}} \right] \\ &- u \cdot \alpha_0 \cdot \frac{1}{u} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_2}{u}} \left[p^{\frac{1}{1-u}} \cdot \alpha_0^{\frac{1}{u(1-u)}} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{-\frac{\alpha_1}{u(1-u)}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{-\frac{\alpha_2}{u(1-u)}} \right] \\ &= (1-u) \cdot p^{\frac{1}{1-u}} \cdot \alpha_0^{\frac{1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_1}{\alpha_1} \right)^{-\frac{\alpha_1}{1-u}} \cdot \left(\frac{W_2}{\alpha_2} \right)^{-\frac{\alpha_2}{1-u}} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Biz talep fonksiyonları ile x_1 , x_2 için ilgilenmekteyiz. Shephard'ın teoremine göre, bağıl talep fonksiyonları aşağıdaki gibi türetilir.

$$x_1 = \alpha_0^{-\frac{1}{u}} \cdot \left(\frac{w_2 \cdot \alpha_1}{w_1 \cdot \alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_2}{u}} \cdot y^{\frac{1}{u}} \quad (3.17)$$

$$x_2 = \alpha_0^{-\frac{1}{u}} \cdot \left(\frac{w_1 \cdot \alpha_2}{w_2 \cdot \alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{u}} \cdot y^{\frac{1}{u}}$$

Çıktıların kar maksimizasyon düzeyi, y^* , yukarıdaki bağıl talep fonksiyonlarında yerine konulursa; aşağıdaki mutlak talep fonksiyonlarını elde ederiz.

$$x_1 = \alpha_0^{\frac{1}{1-u}} \cdot p^{\frac{1}{1-u}} \cdot \left(\frac{w_1}{\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_2-1}{1-u}} \cdot \left(\frac{w_2}{\alpha_2} \right)^{-\frac{\alpha_2}{1-u}}$$

$$x_2 = \alpha_0^{\frac{1}{1-u}} \cdot p^{\frac{1}{1-u}} \cdot \left(\frac{w_1}{\alpha_1} \right)^{-\frac{\alpha_1}{1-u}} \cdot \left(\frac{w_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{\alpha_1-1}{1-u}} \quad (3.18)$$

Hotelling'in teoremine göre, kâr fonksiyonunun girdi fiyatına göre türevini alarak mutlak talep için aynı sonucu elde ederiz.

Bu aşamada maliyet fonksiyonunun ya da talep fonksiyonunun ampirik olarak türetilmesindeki kritik durumu ortaya koymalıyız. (3.2) eşitliğinde biz üretim fonksiyonunu, bir dönüşüm fonksiyonu şeklinde tanımladık.

$$t(X, Y) = 0 \quad (3.19)$$

(3.19) eşitliğindeki gibi bir dönüşüm fonksiyonu, bir girdiler vektörü ile bir çıktı vektörü arasındaki genel ilişkileri verir. Ekonometrik tahmin amaçları için, açık bir üretim

fonksiyonu formuna gerek duyulur. Bizim yukarıdaki örneğimizde üretim fonksiyonu olarak Cobb - Douglas üretim fonksiyonu kullanıldı:

$$y = \alpha_0 \cdot x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \quad (3.9) \text{ tekrar}$$

Bu tür bir tanımlamanın yapılması, aşağıdaki formülasyonla ifade edildiği gibi, girdiler ve çıktılar arasında bir ayrılabilirlik varsayımı vurgulamaktadır.

$$t (X,Y) = - g (Y) + f (X) = 0 \quad (3.20)$$

Kapalı formda bulunmayan birçok üretim fonksiyonu, ayrılabilirlik varsayımını kullanır. Ayrılabilirlik varsayımının iyiliği problemleri matematiksel olarak kolaylıkla kontrol edilebilir bir hale getirmesinden kaynaklanır. Maalesef, bu özelliğin vurgulanan yöntem için bazı karmaşıklıkları vardır. İlk olarak, katlı (çoklu) çıktı teknolojisi için ayrılabilirlik ortak üretim anlamına gelir (ham petrolden; uçak benzinini, normal benzini, motorini, gazyağını, fuel-oili ve zifti aynı anda üreten rafinerinin durumu). Ortak üretimin anlamı, herhangi çıktılar alt kümesinin, ayrık üretim fonksiyonları şeklinde gösterilebileceği hiçbir yolun bulunmamasıdır (yukarıdaki örneğe dönersek; benzin üretimi için ayrık bir üretim fonksiyonu tanımlayamazsınız çünkü; sadece normal benzin çıktısını veren üretim girdisi birleşimi ve girdi miktarı diye bir tanımlama söz konusu değildir. Her bir ürünün üretiminde kullanılan girdi miktarları belli olmadığına göre ayrık üretim fonksiyonu oluşturulamayacaktır, kullanılan üretim girdilerinin birleşim oranları ve miktarları yukarıda saydığımız tüm sonuç üretimlerin oluşumunda kullanılmıştır). Chiang et.al, (1981) de ; ayrılabilirlik varsayımının uygulanabileceği üretim teknolojisinin daima ortak üretimi ima ettiğini fakat ortak üretimin aynı şekilde mutlaka ayrılabilirlik varsayımının uygulanabileceği bir teknolojiyi ima etmeyeceğini göstermiştir.

Ayrılabilirliğin ikinci anlamı; çıktılar arasındaki marjinal dönüşüm oranı (haddi) nın girdi yoğunluklarından ya da girdi fiyatlarından bağımsız olmasıdır. Bu aşağıda olduğu gibi gösterilebilir:

Ayrılabilirlik için yeter ve gerek şart, $t(X,Y) = -g(X) + f(Y)$ 'dir. Ortak üretim fonksiyonu çarpanlarına ayrılabilir: $C(Y,W) = h(Y).q(W)$ (Chiang et. al, 1981), gösteriminde :

$$mc_i = \partial C(Y,W) / \partial y_i, \text{ ve } h_i(Y) = \partial h(Y) / \partial y_i \text{ olarak,}$$

$$mc_i = h_i(y) q(w)$$

$$mc_j = h_j(y) q(w)$$

$$\partial (mc_i / mc_j) / \partial w^k = 0 \quad \forall i,j,k \quad (3.22)$$

Böylece çoklu çıktılarla ayrılabilirlik varsayımı şunu belirtmeye çalışır; bir girdiler vektörü, tek bir homojen çıktı üretmek için kullanılır, Bu çıktı vektörü, sonra bir çıktılar vektörüne dönüştürülebilir. Sonuç üretimler içerisindeki tek homojen çıktının tahsisi, yalnız bu sonuç üretimlerin görelî pazar fiyatlarına bağlıdır ve onları üretmek için kullanılan girdilerin görelî fiyatlarından bağımsızdır. Bu açıkça görüleceği gibi güçlü bir kısıtlamadır.

Girdi talebi teorisinin, ampirik uygulaması ile ilgili diğer problem, girdiler için yatay sunu eğrileri ve çıktılar için yatay talep eğrileri varsayımlarıdır. Hottelling'in teoremi girdi ve çıktı ücretlerinin her ikisinin de pazarda rakip olmasına ihtiyaç duyarken; Shephard'in teoremi çıktı ücretlerinin rakip olmasına ihtiyaç duyar. Böylece Shephard ve Hottelling'in teoremlerine dayanan talep fonksiyonlarının geçerliliği, kar fonksiyonunun ya da teorik maliyet fonksiyonlarının vurgulanan özelliklerinin, gerçeğe yakın olup olmamasına bağlıdır. Gerçek yaşamda noksan bir rekabetin bulunduğu göz önüne alındığında, Shephard ve Hottelling'in teoremlerinin ampirik uygulamalarda ne kadar tutulduğunu denemek faydalı olacaktır.

Bu durumda bir girdinin talep edilen miktarının, onun ücretini nerede etkileyeceği sorunu ortaya çıkar (bir firma miktar indiriminden hoşlanabilir). Maliyet fonksiyonunun girdi fiyatına göre türevi tam olarak açıklanamaz, çünkü girdi fiyatı bağımlı bir

değişkendir. Bunun yordam uygunluğunu incelemek üzere Chiang et. al, 1981'de, Bailey'in (1978) geliştirdiği, iki girdiden oluşan basit bir üretim süreci ele alınmıştır. Bu üretim sürecinde, girdilerden bir tanesinin fiyatı bağımlı değişken olarak belirlenmiş ve girdi fiyatlarının maliyet fonksiyonunda ele alınışı, aşağıdaki eşitliklerdeki gibi olduğu varsayılmıştır:

$$w_1 = \beta x_1 + \alpha$$

$$w_2 = \text{sabit}$$

burada; β bağımsız bir değişkendir. Maliyet fonksiyonu aşağıdaki denklemlerin çözülmesiyle türetilmiştir.

$$C(y, w_2) = \min w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2$$

$$y = f(x_1, x_2)$$

$$w_1 = \beta x_1 + \alpha \quad \text{'a göre} \quad (3.24)$$

Maliyet fonksiyonun, bağımlı değişken girdi fiyatı w_1 'e göre türevi şunu verecektir.

$$\frac{\partial C(y, w_2)}{\partial w_1} = x_1 \left(1 - \beta \frac{dx_1}{dw_1} \right) \quad (3.25)$$

$\beta = 0$ olmadıkça; $\partial C / \partial w_1 \neq x_1$ olacaktır. $\beta = 0$ burada fiyatın kabullenilmesi (fiyatı veri alan firma) durumunu belirtir. Böylece maliyet fonksiyonunun girdi fiyatına göre türevi vurgulanan üretim girdisi karakteristiklerinin bir fonksiyonudur ve hiçbir genelleştirme yapılamaz (Chiang et.al, 1981).

Yukarıda, üretici firmanın girdi talebi türetimi için kısaca ekonomik teorileri gözden geçirdik. Shephard'a göre; maliyet fonksiyonunun bir girdinin fiyatına göre türevinin

alınması, o faktör için bağıl talep fonksiyonunu verir. Hotelling'in teoremine göre, kar fonksiyonunun bir girdinin fiyatına göre türevinin negatifi, o girdi için mutlak talep fonksiyonunu verir. Ekonometrik tahmin için bağıl talep fonksiyonunun türetilmesi, önemli üretim veya maliyet fonksiyonları için kapalı olmayan bir fonksiyonel formun belirlenmesini gerektirir. Problemi analitik olarak kolaylıkla kontrol edilebilir bir hale getirmek için, girdi ve çıktı arasında ayrılabilirlik varsayımı genelde uygulanır. Bu varsayım çoklu çıktıların teknolojisi için oldukça kısıtlayıcıdır. Bu yüzden genellikle geçerli kabul edilemez.

Shephard'ın teoremi girdiler için sunu fonksiyonlarının yatay olmasını gerektirir. Oysa, Hotelling'in teoremi ise girdi ve çıktıların her ikisi içinde sunu fonksiyonlarının yatay olmasını gerektirir. Bu gerekçeler eğer yük ulaşımı için bir talep fonksiyonu türetiliyorsa çok can alıcı bir hale gelir. Bu bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

3.5. Türetilen talep olarak yük ulaşımının modellenmesi.

Buraya kadar, yük ulaşımı için talep konusuna henüz değinilmedi, ancak girdi talep teorilerinin eleştirel bir özetini yapılarak, talep fonksiyonlarının, ampirik olarak tahmin edilmesindeki temel zorluklar tartışıldı. Yük ulaşımının üretim girdilerinden bir tanesi olması sebebiyle, ulaşım için ortaya konan bir talep fonksiyonu, önemli üretim ve maliyet fonksiyonları ile ilgili olmalıdır. Bu konu ile ilgili noktalar bu bölümde ele alınacaktır.

3.2 ve 3.3 bölümlerinde karar vericinin; varılacak noktada veya bir yük hareketinin sonunda (j olarak tanımlanan) yerleşmiş bir firma yöneticisi olduğu düşünülmüştür. Karar verici, firmanın girdi malları için ulaştırma planları yapmaktan sorumludur. Şunu da belirtelim, ulaşım, üretimde direkt olarak kullanılan fiziksel bir gereksinim değildir. Bunun yerine ulaşım daha çok her girdi malını mümkün olan bir yerden (i olarak ifade edildi), firma bölgesine (j), hareket ettirecek bir servistir. Firmanın bir üretimler vektörü oluşturmak için; (K) kapital girdisi, (L) işçiliği ve (X) bir aramal

vektörü, kullandığını ve firmanın uzun dönemli bir dengeleme kullandığını düşünürsek, maliyet fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$C = C [Y, w_K, w_L, W_X (P_X, T_X)] \quad (3.26)$$

burada: C : uzun vade toplam maliyetler.

Y : bir çıktılar vektörü.

X : bir girdi malzemeleri vektörü.

w_K : K kapitalinin fiyatı.

w_L : L işçiliğinin fiyatı.

P_X : bir ara malzeme fiyatı vektörü.

T_X : girdi malzemeleri için ulaştırma ile ilgili maliyetler vektörü, bundan sonra lojistik maliyetler diye söz edilecektir.

Fiziksel girdilerin sağlanması için toplam maliyet, W_X , lojistik maliyetler ve satın alma maliyetlerinin her ikisini de içerir. Tarife ücretlerinin tüm ulaşım maliyetlerini yansıtmamasını gerçekleştirebilmek çok önemlidir. Ulaşımın tüm maliyeti aynı zamanda, istifleme ve elleçleme maliyeti, kapital taşıma maliyeti, depolama maliyeti gibi girdilerin elde edilmesine göre birleştirilmiş maliyetlerdir. Lojistik maliyetler için, tarife ücretleri ile aynı zamanda birleşik envanter maliyetlerine bakılabilir. Bu durumda W_X için en basit varsayım satın alma maliyetleri ile toplam lojistik maliyetlerin toplamıdır : $W_X = P_X + T_X$. Her iki maliyetinde talep miktarının bir fonksiyonu olduğu gözönüne alınmalıdır. Örneğin, bir firma, sipariş miktarı artarken birim başına daha düşük bir satın alma maliyetinden hoşlanabilir.

Belirli bir girdi malı için firma, şunlar arasında ödünleşme yapacağını düşünür: satın alma ücretleri ile ulaşım ücretlerinde; düşük bir ulaşım ücreti ile yüksek bir depolama ücretinde büyük siparişler yapmaya karşı; yüksek bir ulaşım ücreti ile düşük depolama maliyeti göre küçük siparişler yapmak, teslimdeki güvenilirliğe karşı; yüksek stok koruma maliyetleri, ulaşım süresine karşı; bozulabilirlik gibi. Karar değişkenleri,

asında; köken seçimi, nakliye boyutu seçimi ve mal için ulaşım türünün seçimi gibi çeşitli lojistik stratejilere göre birleştirilmiştir, bu yüzden toplam satın alma maliyetleri ve lojistik maliyetler minimize edilebilir. Matematiksel olarak bu şu demektir:

$$w_k = \min_{i,m,q} [p_{k,iq}(x_k) + t_{k,imq}(x_k)] \quad (3.27)$$

$$k= 1, \dots, M$$

burada: w_k : k malzemesi için toplam fiyat

i : nakliyenin başlangıcı (kökeni)

m : ulaşım türü

q : nakliye boyutu

$p_{k,iq}$: q nakliye boyutunda, i kökenindeki k malzemesi için satın alma maliyeti

$t_{k,imq}$: i,m,q seçimine göre tanımlanmış bir lojistik strateji altında k malzemesi için ulaşım maliyetleri ve lojistik maliyetler.

x_k : k malzemesinin kullanım oranı

Lojistik maliyetlerin, malzemenin kullanım oranının bir fonksiyonu olarak ifade edildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Nakliye boyutunun, aynı zamanda envanter teorisinde kullanılabilir bir karar değişkeni olmasının yanında, yük ücreti genelde nakliye boyutunun azalan bir fonksiyonudur. Böylece ulaşım ücretleri ve lojistik maliyetlerin her ikisi de, satın alınan miktara, ulaşım türüne ve nereden satın alınacağına ait kararlara bağlıdır.

Eğer şimdi girdi talebi ve ilgili maliyet fonksiyonları için bir Shephard teoremi uygulaması yaparsak;

$$C(Y, w_K, w_L, w_X) = \min_{K,L,X} w_K \cdot K + w_L \cdot L + w_X \cdot X$$

$$t(K, L, X, Y) = 0 \text{ 'a göre; } \quad (3.28)$$

$$w_k = \min_{i,m,q} [p_{k,iq}(x_k) + t_{k,imq}(x_k)] \quad k = 1, \dots, M$$

$$X = (x_1, \dots, x_k, \dots, x_M)$$

$$w_x = (w_1, \dots, w_k, \dots, w_M)$$

$$\frac{\partial C(Y, w_K, w_L, w_x)}{\partial w_k} = K \quad (3.29)$$

$$\frac{\partial C(Y, w_K, w_C, w_x)}{\partial w_L} = L \quad (3.30)$$

$$\frac{\partial C(Y, w_K, w_L, w_x)}{\partial w_k} = x_k \quad (3.31)$$

elde ederiz.

Burada bir kaç nokta tartışmaya açıktır. Birincisi; girdilerin fiyatları bağımsız değişkenler değildir. Bu yüzden Shephard'ın teoremi olarak (3.31) eşitliğinde ileri sürülen, maliyet fonksiyonunun girdi fiyatına göre türevi, (3.27) eşitliğinde verilen bu girdiler için sunu fonksiyonları yatay olmadıkça geçerli olamayacaktır. İkinci olarak; girdi fiyatı her ne kadar bağımlı değişken olsa da, (3.29) ve (3.30) eşitliklerinde verilen Shephard'ın teoremine göre işçilik ve sermaye için talep fonksiyonu, işçilik ve sermaye için ücretler rakip oldukça geçerliliğini koruyacaktır. Bununla birlikte; (3.28) 'den (3.32) 'ye kadar olan eşitlikler sisteminin ekonomik tahmini, tüm enformasyon (karar verme bilgisi) yöntemleri ile, işçilik ve sermaye talebi için tutarsız sonuçlar verecektir. Çünkü bir eşitlikteki tanımlama hatası, sistemdeki diğer eşitliklerle geniş bir alana

yayılacaktır. Üçüncü olarak; sözü edilen problemler olmasa da talep fonksiyonu ya da maliyet fonksiyonunun ampirik olarak türetilmesi v.s. ile ilgili temel zorluklar vardır; sözü edilen üretim fonksiyonunun açık bir fonksiyon formunda tanımlanmasına gereksinim olduğu gibi.

Son problem maliyet fonksiyonunun ya da üretim fonksiyonunun esnek olarak tanımlanması yoluyla çözülebilir. Son yıllarda verilen herhangi bir maliyet ya da üretim fonksiyonuna, "ikinci derece yaklaşım" adı verilen, maliyet veya üretim fonksiyonlarına artan bir ilgi gösterilmektedir. İkinci derece yaklaşımlarının bilinen en iyi fonksiyonel formları (Chiang et. al, 1981)'de, Diewert tarafından önerilen, genelleştirilmiş Leontief fonksiyonu olduğunu anlatmaktadır(1971). Genelleştirilmiş, lineer genelleştirilmiş Leontief ortak maliyet fonksiyonu Hall (1973) tarafından ve transcendental logaritmik fonksiyon Christensen ve Jorgenson (1973) tarafından önerilmiştir. Bu yaklaşımların iyiliği üretim ve maliyet fonksiyonları üzerinde bizleri önsel kısıtlar altına sokmaz. Onun yerine bunlar; ampirik yaklaştırma sonuçlarına karşı, kullanılan yöntem için ekonometrik teste izin verir. Bütün bu yaklaşımlar arasında transcendental logaritmik fonksiyon (translog fonksiyonu), en esnek olanı olarak gözükmektedir ve girdi fiyatlarındaki homojenlik, çıktılarındaki homojenlik, ayrılabilirlik ve ortak olmayan üretim gibi önemli tüm hipotezlerin, neredeyse hemen hepsinin testine izin veren bir fonksiyondur. 1975'te Burgers tarafından açıklandığına göre translog fonksiyonu eşlek değildir, yani; yaklaşım gereği, tahmin edilmiş bir translog maliyet fonksiyonu üretim fonksiyonuna ulaşamaz ve bunun tersi dönüşüm de söz konusu değildir. Bununla birlikte, eşleklik teoremi, tahmin edilmiş maliyet ya da üretim fonksiyonundan, teknoloji ile ilgili gerekli bilgileri elde etmeye izin verir.

Biz maliyet ya da üretim fonksiyonundaki önsel (a priori) kısıtlamaların neden olduğu tanımlama hatalarını çözebilir olmamıza rağmen; bağımlı değişken olan girdi fiyatları problemini memnun edici bir şekilde çözümleremeyiz. Basitleştirilmiş fonksiyonlar kaçınılmaz gereksinimlerdir. Bilinen bütünleşik talep fonksiyonu, ulaşımı ara

mamullere göre ayrılabilir üretim varsayar ve ulaşımı direkt bir üretim girdisi olarak ele alır.

$$C = C(Y, W_K, W_L, W_M, W_T) \quad (3.32)$$

burada ; W_M = malzeme fiyatı

W_T = ulaşım fiyatı

Ulaşım için sunu fonksiyonunun yatay olduğu varsayımı ile Shephard'ın teoreminden bir ulaşım talep fonksiyonu türetilebilir.

$$\frac{\partial C(Y, W_K, W_L, W_M, W_T)}{W_T} = T \quad (3.33)$$

burada: T: ulaşım talebi

Bu model, ulaştırma servis düzeyindeki değişikliklere eylem planı açısından duyarlı olmaması nedeniyle çekici değildir. Bu modelin faydası genelde yük ulaşımının esnekliği ve ulaşım ile diğer girdiler arasındaki çapraz esneklik sorularına cevap vermesiyle sınırlıdır.

Daha ayrıntı modeller aynı gerekçeler izlenerek geliştirilebilir. Değişik ulaşım türleri üzerinde, talep esnekliğinin araştırılması için, maliyet fonksiyonunu aşağıdaki şekilde tanımlamak mümkündür:

$$C = C(Y, W_K, W_L, W_M, W_T, W_R) \quad (3.34)$$

burada; W_T = karayolu servisi ücreti

W_R = demiryolu servisi ücreti

Ayrıca, lojistik maliyetler, gerçek ulaşım maliyetinin bir parçası olarak düşünülebilir.

$$\begin{aligned} W_T &= W_T (P_T, Q_T) \\ W_R &= W_R (P_R, Q_R) \end{aligned} \quad (3.35)$$

burada; P_T = karayolu için navlun tutarı

Q_T = karayolu ile ilgili lojistik maliyetler

P_R = demiryolu için navlun tutarı

Q_R = demiryolu ile ilgili lojistik maliyetler

Demiryolu ve karayolu için talep fonksiyonları, (3.35) eşitliğindeki fonksiyonel formların, ulaşım için yatay sunu eğrileri varsayımına göre tanımlanmasıyla Shephard'ın teoremi kullanılarak geliştirilebilir. Bir planlama aracı olarak, bu tip modellerin kullanılabilirliği hala kısıtlıdır. Navlunun nakliye boyutu ile önemli derecede düşüş göstermesi sebebiyle, ulaşım fiyat varsayımı çok önemlidir. Yük ulaşım servisi için yıllık giderleri, girdiye ait sabit bir yıllık kullanım oranı olarak ele alınması durumunda, bu giderler farklı nakliye boyutları kullanıldığından, farklı olacaktır. Ayrıca kapital taşıma maliyetleri ya da depolama maliyetleri gibi ilave lojistik maliyetler vardır ki, bunlar aynı zamanda nakliye boyutlarına duyarlıdır. Firmanın ulaştırmada fiyatı veri aldığını varsaymak; nakliye boyutu ve köken seçimi ile ilgili araştırıcı, ilginç ulaşım problemlerinin yeteneğini kısıtlamaktadır. Aslında, gerçek yaşamdaki bir çok yük ulaşım problemleri, tür seçimi ile aynı zamanda nakliye boyutu ve köken seçimine ihtiyaç duyan şehir çiftlerinin arasındaki kargo akışı ile az ya da çok ilgilidir. Yatay ulaşım sunu eğrisi varsayımı ile kısıtlı modeller, ulaşım ile diğer girdiler arasında birbirlerinin 'yerini alma' konularını içeren sorulara cevap verebilme yeteneğini kazanmak için, ulaşım seçimlerine, eylem planları açısından daha az duyarlı olmak şeklinde bir bedel öderler. Yani eylem planlarının etkisi yerine diğer girdilerle, ulaşım girdisi arasındaki ilişkileri incelemeyi tercih eder.

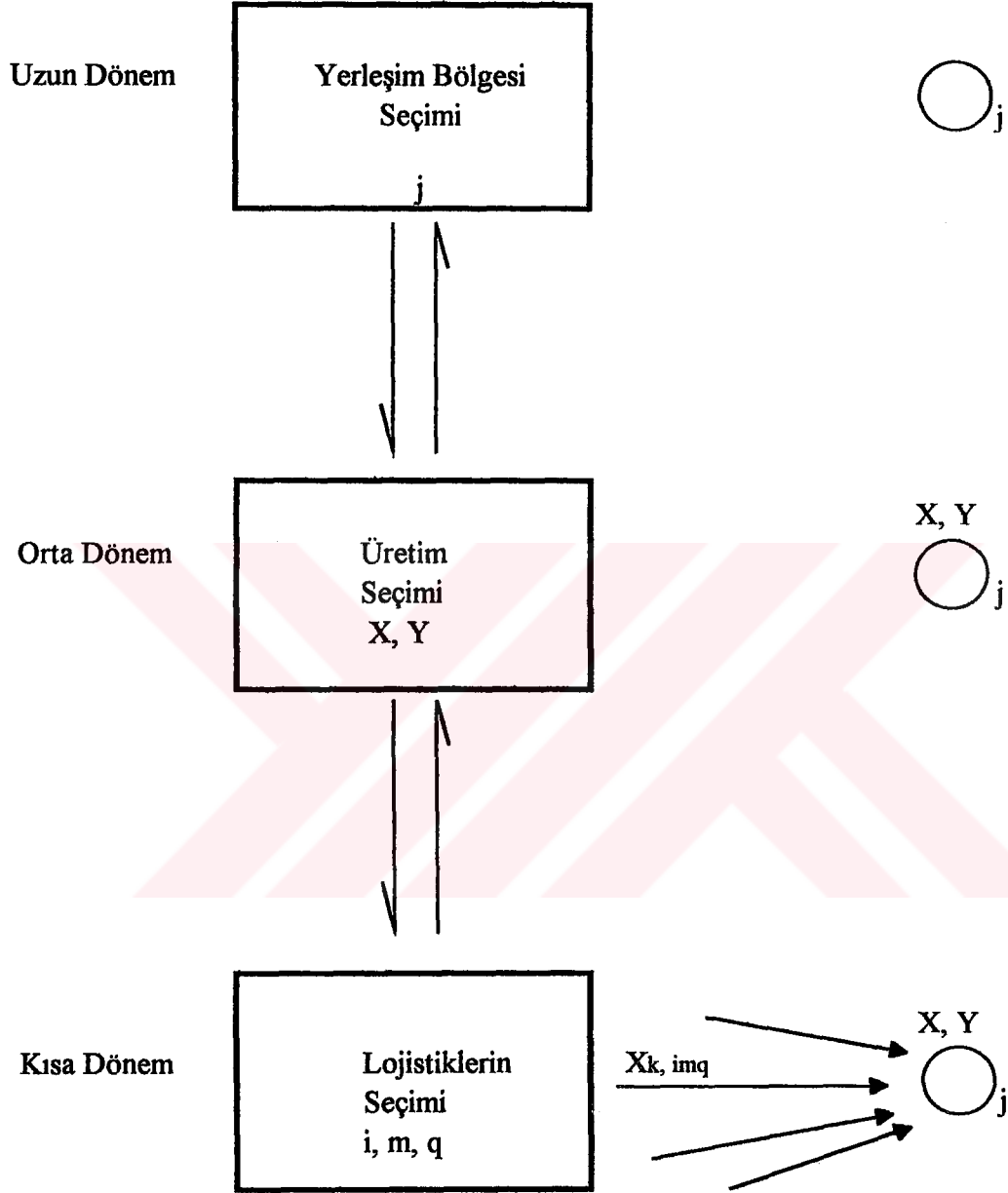
Bu nedenle, problemi basitleştirmenin diğer bir doğal seçeneği de diğer yönde gider. Girdi talebinin uzun bir süreç için sabit olduğunu varsayarak, yük talebi modelleri direkt olarak ulaşım türü, nakliye boyutu ve girdi talebini karşılayan yerler seçecek şekilde geliştirilebilir. Bu, ulaşım maliyetlerindeki değişimlerin, girdi yer değişiminde hiçbir etkisi olmadığını gösterir. Böylece bu yaklaşım, fiziksel ulaşım hareketleri üzerinde yoğunlaşmak için, genelleştirme şeklinde bir karşılık ödemiş olur.

Genel olarak bakılırsa; (3.28) 'den (3.31) 'e kadar olan eşitliklerde ana hatlarıyla açıklandığı gibi, yük ulaşım talebi bağıntılarının geliştirilmesi problemini, basitleştirebileceğimiz iki temel yaklaşım ortaya çıkar. Bunların hiçbirisi, tam bir ilişkiler kümesini ele almamaktadır. Belirtilecek ilginç bir konu, gerçek yaşamdaki veri kısıtlamalarının da önceki yük talep modellerinin geliştirilmesini bu iki temel yaklaşıma esasen kısıtlamış olmasıdır.

3.6. Yük talebi için Genel Bir Çerçeve Oluşturulması.

Yük talebi modellemelerindeki çelişkiler, kavramsal genel bir çerçeve oluşturularak çözümlenebilir. Amaçlanan kavramsal çerçeve, ulaşım ile ilgili kararları üç sınıfa ayırır. Bu kararlar kompleks bir seçim hiyerarşisi olarak sunulur. Bu hiyerarşi şekil 3.4 'te gösterilmiştir.

Daha öncede belirttiğimiz gibi, bir firma sonunda kararlarını kendi ulaşım servislerinin satın alınması üzerine alır. Bir firma yöneticisinin alması gereken en uzun dönemli karar, firma yerleşim bölgesine ait karardır. Hammadde girdisi ile üretim yapan bir endüstrinin, hammadde kaynaklarına yakın bir yere yerleşmesi olasıdır. Bir tüketim yönelimli endüstri, mamullerine ihtiyaç duyacak nüfus bölgelerine ya da kendi çıktılına ara girdi olarak gereksinim duyan diğer endüstri yerleşimlerine yakın bir yerde konumlanmak niyetinde olacaktır. Firma, yerleşim bölgeleri seçiminde kar maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu amacını başarıya götüreceği girişimlerde bulunacaktır. Ulaşım maliyeti, toplam işletme maliyetinin bir bileşenidir. Yerleşim bölgesi



Şekil 3.4. Seçim Hiyerarşisi*

* Bu şekil Chiang et.al (1981) den alınmıştır, s.51

seçim kararı, erişilebilir ulaşım servis kalitesi eşliğinde, çıktılar için pazar ile girdiler için tedarik yeri hakkındaki genel bilgiye göre alınır. Bununla birlikte, yerleşim bölgesi seçim kararı, tek bir tedarik yeri, ulaşım türü ya da nakliye boyutunun, bireysel seçimi ile birlikte verilmez. Ancak kararın alınmasında bu etkenlerin tümü önemlidir. Köken, tür ve nakliye boyutu seçimi tek bir girdi ile ilgili olan görelî, kısa dönemli seçim kararlarıdır. Bunlar günden güne değişebilir; fakat yerleşim bölgesi seçim kararı, yalnızca bölgesel pazarlarda girdiler, çıktılar ya da ulaşım servislerinde önemli değişiklikler bulunması durumunda değişiklik gösterecektir.

Uzun dönem yerleşim yeri seçiminde, üretim teknolojisi ve çıktı düzeyinin seçimini gerektiren üretimle ilgili ara kararlar etkileyici olur. Firma şu girdiler için, girdi fiyatlarını dikkate almalıdır: kapital, işçilik, hammadde, ulaşım fiyatları ve aynı zamanda girdi /çıkıtı kombinasyonları ile optimal yerleşim boyutunu belirlemek için çıktılara ait pazar fiyatları. Eğer firma girdi kullanımını kolaylıkla ayarlayabiliyorsa, uzun dönem dengesine ulaşabilir, aksi takdirde sadece bir kısa dönem dengesini yakalar. Firmalar tipik olarak girdi kullanımını optimal biçimde ayarlayamayacağı için, onların bir uzun dönemli maliyet fonksiyonu yerine, bir kısa dönemli maliyet fonksiyonu ile işletme yapması olasıdır. Pratikte çoğu üretim maddeleri için üretim kararları, kısa dönemli ulaşım seçimlerini gerektiren kararlardan daha az esnek olabilir. Girdi kullanımı seçimi, gerekli girdi miktarı konusunda bir alt ve üst limit koyabilir. Bu, sırasıyla, yapılabilir nakliye boyutları kümesi konusunda bazı geniş limitler koyacaktır. Bu çok büyük ya da çok küçük nakliyeler için özelleştirilmiş olan belirli türlerin kullanımını da engelleyebilir.

Yerleşim bölgesi, üretim teknolojisi ve çıktı düzeyi seçiminde koşul olarak kısa dönemli lojistik ve ulaşım seçimleri vardır. Bu seçim demetinde firma yöneticisi, kendi girdi mamullerinin her biri için, kombine ulaşımının yanında, girdi temin firması ya da firmaları ile yeni bir sipariş noktalarını hesaba katmalıdır. Bir çok durumda, bir satın alıcının bir satıcı firma ile bir çoklu sipariş anlaşmasına girmesi gerekecektir. Böylece satıcı firma seçimi (köken), bazı durumlarda nakliye boyutu ve tür seçiminden daha çok, bir orta dönemli karar seçimi olabilir. Benzer şekilde, bir nakliye boyutu seçimi

(örneğin, 50 pound¹ ile 100.000 pound arasındaki seçimler), elleçleme ekipmanları ve depolama araçlarının, değişik nakliye boyutları için farklı olma olasılığından dolayı, aynı boyuttaki nakliyeler arasında bir tür seçiminden çok (yani tam dolu yük ve TOFC²), bir orta dönemli seçim kararı olacaktır. Bununla birlikte, sunucu firma, nakliye boyutu ve ulaşım türü seçimleri birbirleri ile kısa ve uzun dönemde çok yakından ilgilidir.

Köken, yeni sipariş noktaları, nakliye boyutu ve ulaşım türü seçimleri, bir üretim envanter kontrol stratejisinin sonuçları olarak gözükebilir. Bu strateji yönetici tarafından cazip olduğu düşünülen, stok bitmelerine karşı gereksinim duyulan üretim düzeyini verecek şekilde tasarlanacaktır. Bir stok bitme riskinin seçimi, kabaca, uygulanabilir nakliye boyutları dizisi ve girdi malzemeleri talep rezervi için kullanılan minimum depolama olanakları ile tanımlanacaktır. Bu aynı zamanda, ulaşım türü için kabul edilebilecek minimum güvenilirlik için bir tavsiye (kural) verecektir.

Burada sözü edilen seçim hiyerarşisinin, tek yönlü bir nedenselliği (causality) olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun dönemli kararlardan, kısa dönemli kararlara doğru tersinir (feedback) bir ilişki bulunmaktadır. Yük ücretlerindeki değişiklikler envanter kontrol stratejisini, nakliye boyutunu ve satıcı firmaları etkileyecektir. Satın alma maliyetlerindeki ve lojistik maliyetlerdeki değişiklikler, sonra girdi kullanımını etkileyecektir. Bu tersinir ilişki, muhtemelen yerleşim bölgesinin uzun dönemli seçim kararını etkileyecektir. Böylece seçim hiyerarşisi, kararlarının zamansal aşamalarını yansıtmaya rağmen, hiyerarşiyle ilgili zaman ölçeği tam olarak tespit edilemez. Bazı durumlarda bir kaç yıla ihtiyaç duyulurken, bazı durumlarda kısa dönemli, nakliye boyutu ve tür seçimi günlük düzeyde esnek olabilir.

Bir firma ile ilgili ulaşım kararlarının hiyerarşik bir çerçevede yeniden formülize edilmesi, bu düşünce biçiminin, bu seçimleri modelleyebilecek tatmin edici yöntemlerin

¹ Amerikan kitle birimi; 1 pound (lb)=0.4536 kg'dır.

² TOFC : Trailer on Flatcar

geliştirilmesini sağlayıp sağlamayacağı sorusunu doğurur. Önce problemi, bu seçim hiyerarşisi ile kurallara uygun olarak tanımlayalım:

- 1) Eğer ulaştırma servis düzeyindeki değişiklikler, yerleşim bölgesi seçimi ve girdi yer değişiminde önemli derecede etkili değil ise; kısa dönem problemidir.
- 2) Eğer ulaştırma servis düzeyindeki değişiklikler, girdi yer değişimi üzerinde önemli etkiler yaratıyor, fakat yerleşim bölgesi seçiminde etkili olmuyor ise; orta dönem problemidir.
- 3) Eğer ulaştırma servis düzeyindeki değişiklikler, yerleşim bölgesi seçimi ve girdi değişimi üzerinde önemli derecede etkili ise; uzun dönem problemidir.

Belirtilmesi gereken önemli bir nokta, seçim hiyerarşisi içindeki bir problemin düzeyinin, gerekli zaman ölçeği ile değil, ortaya çıkacak sonuçlar ile belirlenmesidir.

Girdi talebini belirleyebilmek için, iyi geliştirilmiş ekonomik teoriler vardır. Ancak, önceki bölümde belirtildiği gibi, gerçek yaşamda bu teorileri basitleştirici varsayımlar yapmadan direkt olarak talep analizine uygulamak zordur. Bu zorluk özellikle, teorilerin yük akımları ile ilgili problemlerin analizinde uygulanması durumunda yaşanır. Bölüm 3.5’de gösterildiği gibi, teorinin uygulanmasında, metodolojik zorluklar ve veri kısıtlamaları bulunmaktadır. Temel zorluklar ve genellikle yapılan varsayımlar, tablo 3.5 ’de özetlenmiştir. İlk olarak; yük ulaşımının türetilmiş bir talep olarak modellenmesinde, destekleyici teknoloji ya açık bir şekilde tanımlanmalı ya da ifade edilmelidir. Tanımlama hatası ile ilgili problemler, teknolojilerin çok sayıda çıktılar içermesi durumunda oluşabilir. Bu nedenle, modellenen teknolojiyi, zorlayan önsel kısıtlamalardan sakınmak için, genellikle esnek ve ikinci derece yaklaşımlar kullanılmaktadır. Yaklaşıklık kullanıldığı için, yaklaşım hataları da oluşabilir.

Tablo 3.5. Ulaştırmanın Türetilmiş Talep Olarak Modellenmesindeki Temel Zorluklar

<u>Zorluklar:</u>	<u>Genellikle Yapılan Varsayımlar:</u>	<u>Olası Sorunlar:</u>
1. Destekleyici teknoloji tanımlanmalı ya da ifade edilmelidir	Ayrılabilirlik Esnek fonksiyonel form	Tanımlama hatası Yaklaşım hatası
2. Sunu fonksiyonu yatay değildir	Ulaştırma için yatay sunu fonksiyonu Ulaştırma ve diğer faktörler arasında "yerine geçme" yok	Tanımlama hatası Eylem planına duyarlılığın kaybı Kullanım sınırlamaları
3. Ayrışık, zaman dizisi verileri elde edilemez.	Bütünleşik, enkesit tipi veri kullanımı	Bütünleşiklik önyargısı (bias) Tanımlama hatası

İkincisi, envanter teorisine göre, firmalar satın alma ve lojistik maliyetlerinin toplamını minimize etmek için, alternatif stratejileri denerler. Bu nedenle, ulaştırma için girdi fiyatı sabit değildir, yani, Shephard teoremi geçerli değildir. Genellikle yapılan pratik varsayımlar, ulaştırma ile diğer girdiler arasındaki 'yerine geçme' yi ihmal ederek, ya da ulaştırma için sunu fonksiyonunun yatay olduğunu varsayarak, bağıntıyı basitleştirmektedir. Yatay sunu fonksiyonu varsayımı, modeli, 'onun artık mikro ulaşım eylem planlarına duyarlı olmadığı ve tanımlama hatalarının oluşabileceği' şeklinde kısıtlar. Diğer yandan, 'hiçbir girdi yer değişiminin olmayacağı' varsayımı da, modeli kısa dönemli(erimli) ulaştırma problemlerine yönelik olmaya zorlar. Bilindiği gibi, bu problemlerde ulaşımındaki değişikliklerin girdi yer değişimine etkisi yoktur ya da ihmal edilebilir.

Üçüncü zorluk verilerin kısıtlı olmasıdır. Yük ulaşımı için talep fonksiyonunun firmanın görüş açısı ile tahmini için, firma için ayrışık düzeydeki zaman dizisi verilerine gereksinim duyulur. Ne yazık ki bu veriler genellikle elde edilemez. Pratikte kullanılacak veriler ya ayrışık/enkesit tipi, bütünleşik/ enkesit tipi ya da bütünleşik/zaman dizisidir. Enkesit tipi verilerin talep fonksiyonlarının ya da bunlara temel oluşturan maliyet fonksiyonunun tahmininde kullanılması, tüm firmaların aynı üretim teknolojilerine sahip oldukları varsayımını kabul etmek anlamına gelir. Bu varsayım, talep fonksiyonlarının daha bütünleşik bir düzeyde tahmin edilmeleri durumunda çok önemli (can alıcı) duruma

gelir. Farklı çıktılar üreten firmaların aynı üretim teknolojisine sahip olmaları olası değildir. Dahası, bir talep modelini tahmin etmek için bütünlük verinin kullanımı, modelin parametreleri nonlineer olduğunda, muhtemelen bütünlük önyargısına neden olabilir.

Bu temel zorlukların ve ulaştırma talep modellerinin bu seçim hiyerarşisi içindeki her düzeyde çözülmesi için gereksinim duyulan yeteneklerin gözden geçirilmesinde, girdi talebini sabit kabul eden ve envanter teorisini temel alan bir yük talep modelinin, kısa dönemli seçimler için en iyi aday olduğu belirtilmiştir. Kritere göre, kısa dönemli bir ulaştırma problemi, içinde ulaştırma ve diğer girdiler arasında hiçbir dikkat çekici 'yerine geçme' bulunmayan bir problem olarak tanımlandığından, tanımlama hatası problemi giderilmiştir (bypassed). Belirli bir zaman periyodunda talep edilen sabit bir mal miktarı koşuluna bağlı olan tür seçimi, nakliye boyutu seçimi ve köken seçimi modelleri, kavramsal olarak kısa dönemli problemlerin çözümüdür.

Seçim hiyerarşisindeki orta ve uzun dönemli problemler için, şu anda kullanılacak metodolojik çözümler yok gibi görünmektedir. Orta dönemli problemler için üretim ve lojistiklerin seçimi, uzun dönemli problemlerde ise yerleşim yeri seçimi, üretim seçimi ve lojistiklerin seçimi birlikte ele alınmalıdır. Teoriyi uygulanabilir, ampirik modelleme metodolojilere dönüştürecek uygun tekniklerin geliştirilmesi için, gelecekte bu konuda araştırma yapılmasına gereksinim duyulmaktadır. Bu konuya başlangıç niteliğindeki yol gösterici bir öneri aşağıda sunulmuştur.

Daha önce belirtildiği gibi, seçim hiyerarşisindeki nedensellik her iki yönde çalışmaktadır: Kısa dönemli kararların, uzun dönemli kararlardan etkilenmesinin yanı sıra, uzun dönemli kararlar da, geri etkileşim yolu ile kısa dönemli kararlardan etkilenmektedir. Pratikte, uzun dönemli kararlar her zaman kısa dönemli olanlardan daha az esneklerdir. Üretim kararlarında ayarlamalar, ancak daha düşük düzeydeki lojistik kararlarında önemli değişiklikler olduğu zaman yapılacaktır. Benzer şekilde yer seçimi de, ancak daha düşük düzeydeki üretim ve lojistik kararlarında önemli değişiklikler olduğu

zaman yeniden ele alınacaktır. Kavramsal çerçeve içinde, düşük düzeydeki seçimlerin yararlarının (utilities), yüksek düzeydeki kararlara bütünleşik formda gireceği beklenir. Bu, üç düzeydeki modellerin aşamalı olarak (birbirlerine) bağlı olduğu anlamına gelir.

Lojistiklerin seçiminde, bir firma esas olarak, tüm girdi malzemelerinin her biri için en uygun, 'tür, nakliye boyutu ve başlangıç yeri' kombinasyonunu seçerek, satın alma ve lojistik maliyetleri toplamını minimize etmeye çalışır. Yani:

$$w_k = \min_{i,m,q} [p_{k,iq}(x_k) + t_{k,imq}(x_k)] \quad , k = 1, \dots, M \quad (3.27) \text{ tekrar}$$

Orta dönemli kararlar için, ulaştırma için beklenen minimum girdi fiyatı \bar{w}_k , üretim prosesi içinde hesaba katılır.

$$C = C(Y, w_k, w_L, \bar{W}_X)$$

$$\bar{W}_X = (\bar{w}_1, \dots, \bar{w}_k, \dots, \bar{w}_M)$$

$$\bar{w}_k = E_x \{ \min_{i,m,q} [p_{k,iq}(x_k) + t_{k,imq}(x_k)] \} \quad k = 1, \dots, M \quad (3.36)$$

Benzer şekilde, beklenen işletme maliyetleri ve kâr, yer seçimi modelinde hesaba katılır

Seçimler arasındaki aşamalı yapı, bir aşamalı modeller kümesinin, yük ulaşımı ile ilgili farklı düzeylerdeki kararların modellenmesi için aday bir yaklaşım olduğu düşüncesini aşar. Geliştirilen yaklaşım, seçim boyutlarını aşamalı şekilde modellememize ve çok boyutlu seçimlerin -birleşik yerine- aşamalı olarak modellenebileceği mertebeyi(degree) test etmemize izin verir. Bu yaklaşımı izleyerek, üretim ve yer seçimi modellerinin de, üretim ve yer seçimi teorilerinden geliştirilebileceği umulabilir. Lojistik seçimi için başarılı bir model mümkün hale gelmektedir (Örneğin, eğer lojistik seçimler bir logit model olarak modellenirse, üretim ve lojistik seçimler, bir aşamalı logit modeller

kümesi olur). Bir ayrışık modelleme yaklaşımının kullanılması, ek olarak şu avantaja sahiptir: bu yaklaşım, yük talep modelinin tahmininde bütünleşik/enkesit tipi veri kullanılırken karşılaşılabilecek bütünlük önyargısı (aggregation bias) ve tanımlama hatasını minimize edecektir (Chiang et al, 1981).



4.0. MEVCUT ÇALIŞMALARIN ÖZETİ

4.1. Mevcut Modellerin İncelenmesi

Bu bölümde yük ulaşım talebi konusunda, geçmiş yıllarda yapılmış olan çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmaların dayandırıldığı önemli varsayımlar, önceki bölümde açıklanan genel çerçeve içerisinde ele alınarak modeller incelenecektir.

Geçmiş yıllarda, yük ulaşımı alanında çalışan araştırmacıların, ampirik yük talep fonksiyonu geliştirme konusunda karşılaştıkları metodolojik zorluklarla, elde edilebilecek verilerdeki kısıtlamalar gözönünde bulundurulursa; yük talebi konusunda az sayıda çalışmanın yapılmış olması o kadar da şaşırtıcı olmayacaktır. Bunların yanısıra, geçmişte, yapılan modelleme çalışmalarında, bireysel olarak firma bakış açısı altında, bir firma yönelimli yük talebi modelinin geliştirilmesi konusu pek özendirici olmamıştır.

Bu bölümde sunulan mevcut çalışmaların incelemesi, modelin ortaya çıkarılması için kullanılan teorileri vurgulamaktadır. Bunların temelinde yatan kabuller üzerinde önemle durulmuştur. Bazı durumlarda, bunlar aslen modelin ortaya çıkarılması için yapılan, modele özgü varsayımlar olmaktadır. Diğer durumlarda, bunlar, modeli oluşturan teoriye ait formülasyonlar tarafından ortaya konan varsayımlardır. Bu varsayımları, firma girdi talebini gözönünde bulundurarak inceleyeceğiz. Bunun aşırı kapsamlı bir değerlendirme olması amaçlanmamaktadır. Gerçekte, yük talebinin modellenmesi konusunda, önceden yapılan işlerin büyük bir kısmı, klasik şehir nakliye modellerinden elde edilen korelatif istatistik modellerinden oluşmaktadır. Bu modellerin arkasında, herhangi bir ekonomik gerçeklik bulunmaması sebebiyle, bunlara değinilmeyecektir. Bunun yanında, tam olarak teorik olan modellerde inceleme kapsamına alınmamıştır.

Bu bölümde ele alınan yaklaşımlar, girdi-çıkıtı teorisini, uzaysal denge teorisini, firma teorisini, müşteri teorisini ve envanter teorisini içermektedir.

4.2. Girdi-Çıktı Teorisi

Girdi-çıktı analizinin altında yatan ekonomik teori, François Quesnay'ın 1758 'de yayınladığı **Tableau Economique**, Leon Wallras'ın 1877' de yayınladığı **çok sektörlü üretim genel denge modeli**, Wassily Leontief'in 1936' da yayınladığı basit teorik yapı çalışmalarına kadar uzanmaktadır. Statik ve açık bir girdi-çıktı modelinin temel kabulleri şunlardır:

1. Homojen ürün (**yani herbir sanayi sadece bir ürün üretmektedir, herbir ürün bir sanayi tarafından üretilmektedir, ortak üretim bulunmamaktadır.**)
2. Ölçeğe göre getiriler sabittir.
3. Toplam etkiler, tek tek etkilerin toplamıdır.
4. Bir sanayide bulunan firmalar eş teknolojilere sahiptirler.
5. Teknik katsayılar zamana bağlı olarak sabit kalırlar.

Her bir üretken sanayi tarafından, belirli bir satın alma sanayinde, bir birim çıktı üretmek için gereken girdi, a_{ij} ismi verilen teknik katsayılarla verilmektedir. Burada i , ekonomideki üretken sanayi, j ise ekonomideki satın alma sanayini ifade etmektedir. Teknik katsayılar, genellikle parasal değerler cinsinden ifade edilmektedir, ancak bunların fiziksel büyüklük olarak ta ifade edilmesi mümkündür. X brüt çıktı vektörü, Y ise sonuç talep vektörü, A teknik katsayılar matrisi ve I da birim matrisi ifade etmektedir. Aşağıdaki kabulleri yapabiliriz:

$$\begin{aligned} X - AX &= Y \quad \text{veya} \\ X &= (I-A)^{-1} Y \end{aligned} \quad (4.1)$$

Bu şekilde, belirli bir sonuç talep vektörüyle ve gelecekte teknik katsayıları değiştirmeden tutarak gelecekteki üretim (4.1) eşitliğiyle belirlenebilir.

Girdi-çıktı modeline dahil olan kısıtlamalar; Chiang et. al,(1981)'de, Diewert (1971) tarafından önerilen genelleştirilmiş Leontief fonksiyonu kullanılarak gösterilmiştir.

İlk olarak fonksiyonun maliyeti, Diewert'in ikinci derece yaklaşım fonksiyonu ile tanımlanmaktadır.

$$C(y, W) = \sum_h \sum_\ell a_{h\ell} \sqrt{w_h w_\ell} y$$

$$a_{h\ell} = a_{\ell h} \quad \forall h, \ell \quad (4.2)$$

Bu şekilde teknolojinin ilk kabulü, tek bir çıktıdır. Shephard'nin kabulünü kullanarak, w_k girdi fiyatına ücretine göre maliyet fonksiyonunun türevinin alınması aşağıdaki sonucu vermektedir:

$$\frac{\partial C(y, W)}{\partial w_k} = \sum_h \sum_\ell a_{h\ell} \sqrt{w_h / w_\ell} y \quad (4.3)$$

Sonuç olarak ortak olmayan üretim kısıtlaması; $a_{k\ell} = 0, \forall k \neq \ell$ tatbik edilerek bir girdi-çıkıtı modelinin Leontief üretim fonksiyonu elde edilir.

Girdi-çıkıtı modeli ilk olarak, Isard tarafından 1951'de mekanı kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu çalışmadan beri, birçok teorik ve ampirik, bölgesel ve çok bölgeli girdi-çıkıtı çalışmaları yayınlanmıştır. Çok bölgeli çalışmaların birçoğu Moses tarafından (1952) ve Chenery (1953) tarafından geliştirilen teorik çatı üzerine kurulmuştur. Chenery-Moses modeli, kolon ticaret katsayısı girdi-çıkıtı modeli olarak, Polenkse (1972) tarafından çok bölgeli girdi-çıkıtı (MRIO) modelinin formüle edilmesi için kullanılmıştır. Bu model, ABD'de 51 bölgede ve 79 sanayi dalında geliştirilmiştir. Kolon ticaret katsayısı girdi-çıkıtı modeli, bölgesel kolon ticaret katsayılarını ve bölgesel teknik katsayılarını kullanmaktadır. Bölgesel kolon ticaret katsayıları şu şekilde tanımlanmaktadır

$$t_i^{gh} = r_i^{gh} / R_i^{oh} \quad (4.4)$$

burada; t_i^{gh} :i sanayinin g ve h bölgeleri arasında bölgesel kolon ticaret katsayısı
 r_i^{gh} :i sanayinin g bölgesinden h bölgesine bölgesel ticaret hacmi
 R_i^{oh} :i sanayinde h bölgesinden toplam satın alma değeri

Bu şekilde, eldeki teknik katsayılar, bölgesel kolon ticaret katsayıları ve gelecekteki bölgesel sonuç talep bulunurken, gelecekteki bölgesel üretim ve sonuçtaki bölgeler arası nakliye akımları aşağıdaki şekilde belirlenebilir:

$$X - TAX = TY \quad \text{veya}$$

$$X(I - TA) = TY \quad \text{veya}$$

$$X = (I - TA)^{-1}TY \quad (4.5)$$

burada; X: Bölgede sanayinin çıktı vektörü
 Y: Bölgede sanayinin sonuç talep vektörü
 A: Bölgesel teknik katsayı matrisi
 T: Bölgesel ticaret katsayı matrisi
 I: Birim matris

Ulusal girdi-çıktı modelinin temel kabullerinin yanı sıra, Chenery-Moses modeli bölgeler arasındaki ticari ilişkilerin dikkate alınması konusunda ek kabuller gerektirmektedir. MRIO¹ modelinin mevcut versiyonu aşağıdaki ek kabulleri kullanmaktadır.

1. Belli bir zamanda bölgeler arasında sabit ticari ilişkiler.

¹ MRIO: Multi Regional Input-output

2. Belli bir bölgede, belirli bir mal veya hizmet için, belirli bir yılda ve 1 maddesi sebebiyle, belirli bir zaman döneminde, tüm sanayiler konusunda üniform ithalat (ticaret) oranları.

Bu şekilde, üretim teknolojileri ve bölgeler arası ticaret şekilleri sonuç taleplerdeki değişimlere tepkisiz olarak kabul edilmektedir. Sabit ticaret şekillerinin meydana gelebilmesi için, aşağıdaki koşulların var olması gerekmektedir.

1. Üretimin bölgesel maliyeti sabit olmalı ve her bir sanayide her bir bölgede fazla üretim kapasitesi bulunmalıdır.
2. Ulaşımın ortalama maliyeti, her bir mal ve bölge için sabit olmalı ve ulaşım şebekesinde fazla kapasite olmalıdır.
3. İşçiliğin arz eğrisi, belirli bölgesel girdi fiyatlarında, sonsuz olarak elastik olmalıdır.

MRIO modeli, bir dizi bölgesel ekonomik siyasetin sistematik açıdan incelenmesi için kullanılması mümkün kapsamlı bir sistemdir, ancak sabit bölgesel ticaret katsayılarının ve teknik katsayılarının kabulü, bunun gerçekçi bir ulaşım etkisini tahmin edebilmesini imkansız kılmaktadır. Bu şekilde, bir ulaşım planlama aracı olarak bu tip bir girdi-çıktı modelinin faydalılığı sınırlıdır.

Yakın zamanlarda, sanayiler arası katsayıları, net teknolojik gereksinimlerden çok firmanın karını maksimize edici davranışa dayandırma yönünde bir model geliştirilmiştir. Araştırmacılar, girdi-çıktı katsayılarını, girdilerinin görece fiyatları tarafından belirlenen dahili değişkenler olarak ele almaktadırlar. Ulaşım politikalarında bir değişimin etkileri, diğer girdilere bağlı olarak ulaşımın fiyatındaki değişimlerle değerlendirilebilir. Ancak bu konudaki atılım tam olarak başarı kazanmamıştır.

4.3. Mekansal Denge Teorisi

Bir malın, talep ve arzının mekansal dengesi konusunda, bir çok optimizasyon çalışması yapılmıştır. Samuelson tarafından geliştirilen mekansal denge modeli, temel olarak; her bir mal türü için, ulaşımın, mal -arz ve talep- fonksiyonlarına göre, lineer olarak programlanması problemidir. Belirli bir mal türü için arz ve talep noktaları olarak, N bölgeyi bir sistem kabul edelim, bunun yanında, her bir bölgede aşağıdaki şekilde fazla mal arz eğrisi bulunduğunu kabul edelim:

$$ES_i = f_i(P_i) \quad i = 1, \dots, N \quad (4.6)$$

burada: ES_i : i bölgesindeki fazla arz eğrisi

P_i : i bölgesinde söz konusu malın fiyatı

Aşağıdaki koşulların sağlanması durumunda sistemin dengede bulunduğu kabul edilmektedir:

$$\sum_{j=1}^N (x_{ij} - x_{ji}) \leq ES_i \quad i = 1, \dots, N$$

$$\begin{aligned} P_j - P_i &= t_{ij} && \text{eğer } x_{ij} > 0 && i, j = 1, \dots, N \\ P_j - P_i &< t_{ij} && \text{eğer } x_{ij} = 0 \end{aligned} \quad (4.7)$$

Burada t_{ij} , i bölgesinden j bölgesine birim ulaşım maliyetidir. i bölgesindeki üreticilerin j bölgesindeki tüketicilere göndermek isteyebilecekleri mal miktarı olarak tanımlanan d_{ij} , ulaşım maliyetlerinin tam bir matrisi verilmiş şekliyle, her bir bölgedeki fazla arz eğrilerinin şekline dayanmakta ve bu şekilde türetilmiş bir talep olarak kabul edilmektedir.

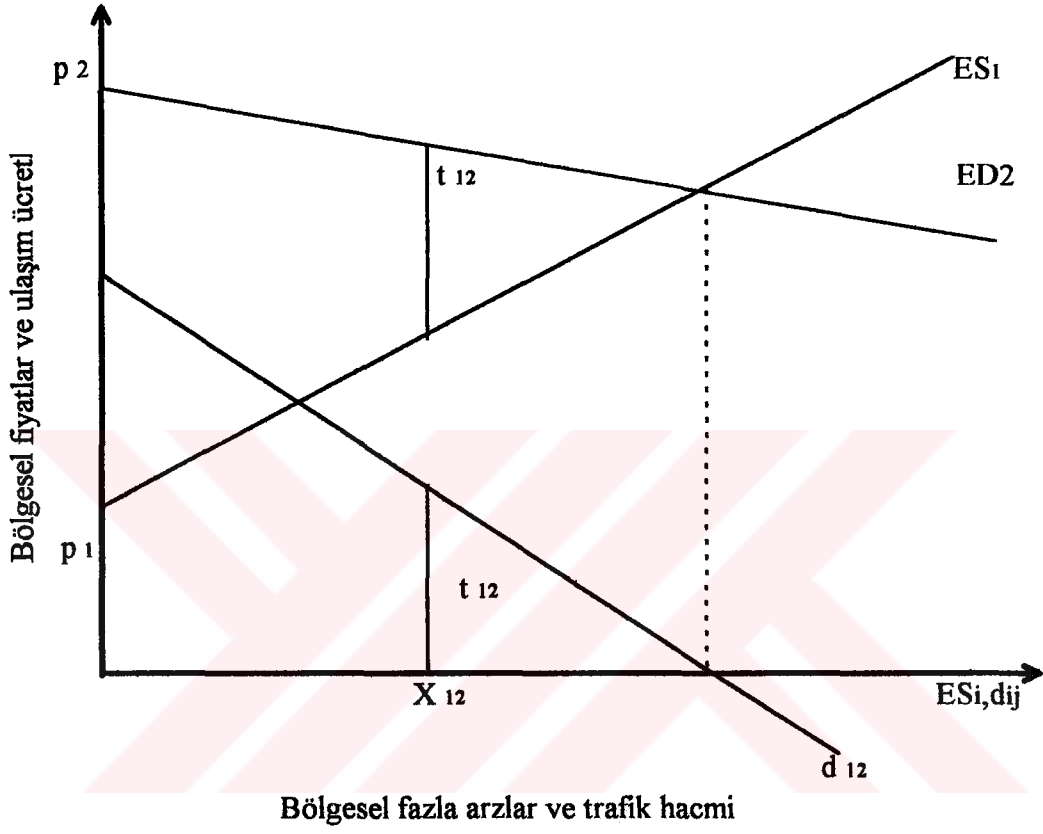
İki bölge durumunda, ES_1 1 bölgesinin fazla arz eğrisi ve ED_2 2 Bölgesinin fazla talep eğrisi olsun. Herbir eğri, herbir bölgedeki yerel fiyat olarak ifade edilmektedir. İki bölge arasında ticarete izin verilmeseydi 1 ve 2 bölgelerindeki denge fiyatları sırasıyla P^0_1 ve P^0_2 olacaktı (4.1. şekline bakınız). Ancak t_{12} ulaşım maliyetinde uygun görülen ticarete 1 bölgesindeki üreticiler 2 bölgesinden $x_{12}=ES_1$ miktarında mal almak istemektedirler. t_{12} 'nin her bir değeri için bu sevkiyat miktarlarını grafiğe geçirmek d_{12} nakliye talebi eğrisini verir. Yöntem, Silberman, (1969)'a aittir.

Sistem için, net sosyal faydanın (NSP) maksimizasyonunda hedef fonksiyon, Samuelson tarafından, "tüm bölgelerdeki sosyal faydanın toplamından, toplam nakliye maliyetinin çıkarılması ile elde edilen değer" olarak tanımlanmıştır. NSP, nakliye talebi fonksiyonu ile nakliye maliyeti doğrusunun arasında kalan alan olarak gösterilir. Bu alan, ulaşım için ödeme yapmak konusunda marjinal isteğin, birim ulaşım maliyeti t_{ij} ile eşitlenmesi durumunda maksimum değerini alır. Bu şekilde NSP'nin maksimizasyonu (4.7) eşitliğinde gösterildiği gibi denge koşullarını sağlar.

Problemin formüle edildiği yol sebebiyle, doğrusal programlama modelleri, bir şebekedeki denge problemlerin çözülmesi için uygundur. Ancak, basitleştirici kabullerinin yanı sıra, modelin normatif yapısı, gerçekçi ulaşım uygulamalarında faydalı olma oranını sınırlamaktadır. Sistem optimizasyonu, birçok pratik duruma uygun değildir. Sabit ulaşım maliyeti kabulü de önemlidir. Daha önce de söz edildiği gibi, gerçek ulaşım maliyeti fonksiyonu, nakledilen miktara göre konkavdır. Bunun yanında, birim ulaşım maliyetinin artan akımlarla azaldığı varsayımından hareketle, bir ulaşım maliyeti minimizasyonun programlanması probleminin çözümünde hala metodolojik zorluklar bulunmaktadır.

4.4. Firma Teorisi

Firma teorisi kullanılarak, yük talebinin modellenmesinde çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Son zamanlarda Allen (1977) klasik firma teorisini temel alarak yük ulaşım



Şekil 4.1. İki Bölge Ekonomide Ulaşım Talebi*

* Bu şekil Chiang et.al (1981) den alınmıştır, s.70

talebi konusunda bir model geliştirmiştir. Bu modelde üretim ve ulaşım işlemleri ilk olarak birbirine bağımlı olarak kabul edilmiştir. Terminoloji açısından Allen'in modeli aşağıya akış yönelimli yük talep modelidir. Karar verici bir nakliyenin kökenindedir. A yerinde bulunan bir firmanın fiyat kabullenici (fiyat kontrolünde rolü yoktur) olduğu ve sadece bir pazar bulunduğunu, bunun da B yerinde olduğunu kabul edelim. Firmanın hedefi, karı aşağıdaki şekilde maksimize etmektir.

$$\pi = [p - T(Q,\alpha)]Qe^{-i\alpha} - f(Q) \quad (4.8)$$

burada: π = Üretici firmanın karı

p = Firma ürününün B'deki pazar fiyatı

Q = Firmanın ürettiği ve naklettiği miktar

α = Malları A'dan B'ye ulaştırmak için gereken, gün cinsinden zaman

$T(Q, \alpha)$ = A'dan B'ye birim ürünün nakliye masrafı

i = Faiz oranı/gün (paranın maliyeti)

$f(Q)$ = Üretici firmanın maliyet fonksiyonu

Nakliye gideri, nakledilen miktarın (miktar indirimini yansıtacak şekilde) ve ulaşımda geçen zamanın bir fonksiyonu olarak kabul edilmektedir. Ulaşımında geçen zaman, taşıyıcı tarafından verilen hizmet düzeyi konusunda bir vekil durumundadır. Teslim edilen mallar için C.O.D.² esasına göre ödeme yapılmakta ve envanter dikkate alınmamaktadır. Maksimizasyon için birinci derece türev şunu vermektedir:

$$[p - T(Q,\alpha) - QT_Q(Q,\alpha)] e^{-i\alpha} - f'(Q) = 0 \quad (4.9)$$

burada;

$$T_Q(Q,\alpha) = \frac{\partial T(Q,\alpha)}{\partial Q}$$

² C.O.D.: Carrier onboard delivery (fix wing on carrier)

$$f'(Q) = \frac{\partial f(Q)}{\partial Q}$$

olmaktadır. $(p - T(Q, \alpha) - QT_Q(Q, \alpha)) e^{-i\alpha}$ terimi marjinal gelirdir (tam rekabet piyasasında malın fiyatı) ve basitlik açısından p olarak ifade edilmektedir.

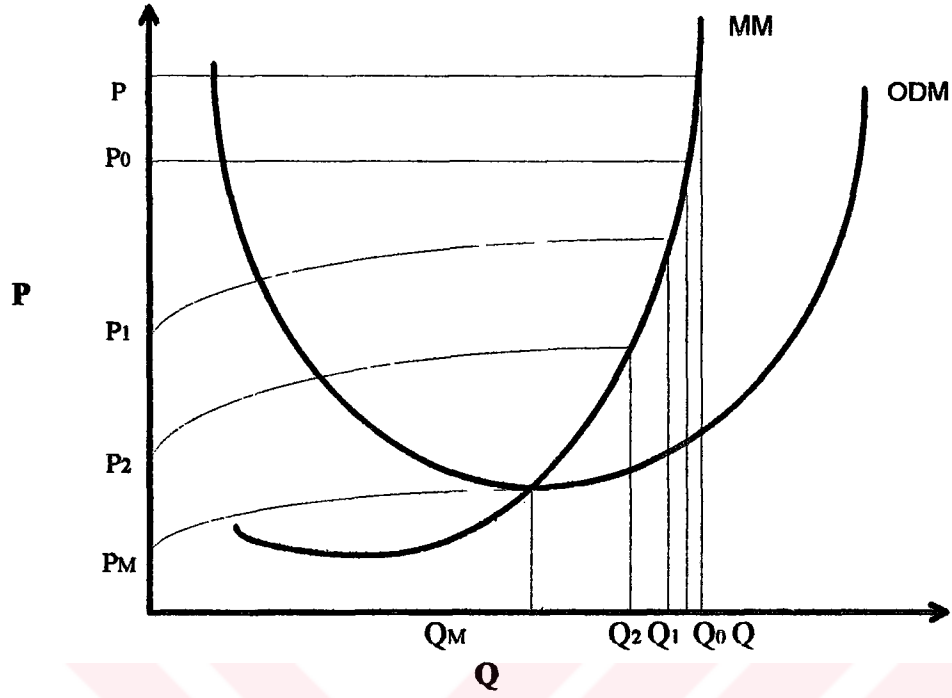
U şekilli ortalama değişken maliyet eğrisini dikkate alarak farklı nakliye ücretlerinde, nakliye firmasının optimum üretimi Şekil 4.2 (a) da gösterilmektedir. Herhangi bir tarife ücreti olmadığında marjinal gelir, $pe^{-i\alpha}$ (p_0) olup; bu şekilde buna karşı gelen Q_0 maksimum üretimdir. Çünkü marjinal gelir, ortalama değişken maliyet eğrisinde minimum noktaya eşit olmaktadır. Q_1, Q_2 sırasıyla p_1 ve p_2 marjinal gelirlerine karşı gelen optimum çıktılarını temsil etmektedir. Bu durumda, ulaşım oranına bağlı olarak ulaşım olan talep 4.2 (b) şeklinde de gösterildiği gibi belirlenebilir, burada T_0, T_1, T_2, T_M sırasıyla, p_0, p_1, p_2 ve p_M 'e karşılık gelen ulaşım tutarlarıdır.

Diğer hizmet düzeyi değişkenlerinin de dikkate alınması mümkündür. Mesela, ulaşımında zarar ve hasarın bulunduğu ve tüm zararlarının nakleden firmaya ait olduğu kabul edilirse; nakleden firmanın kar fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\pi = (1 - \beta) [p - T(Q, \alpha, \beta)] Qe^{-i\alpha} - f(Q) \quad (4.10)$$

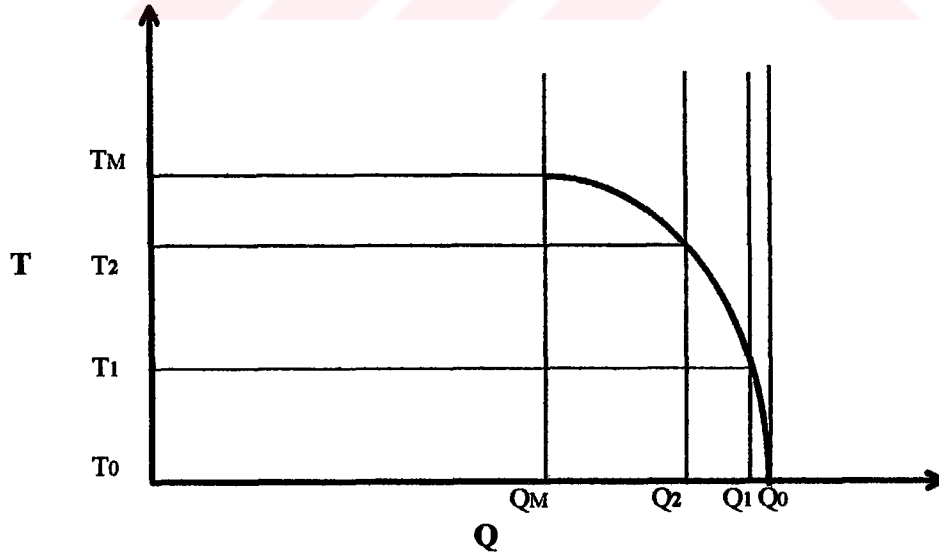
burada, β tahmin edilen zarar ve hasar oranıdır.

Yukarıdaki analiz tek tür, tek pazar durumuna göre yapılmıştır. Bu modelin çok pazarlı, çok türlü bir kapsamda incelenmesi mümkündür. Tür ve pazar seçimi, p_{jm} 'nin maksimize edilmesi ile belirlenebilecektir.



MM : marjinal maliyet
ODM : ortalama değişken maliyet

Şekil 4.2 (a). Değişik ulaşım ücretlerinde taşıyıcı firmanın çıktıları*



Şekil 4.2 (b). Ulaşım Talebi Fonksiyonu*

* Bu şekiller Chiang et al (1981) den alınmıştır, s.75

$$p_{jm} = [p_j - T^{jm}(Q, \alpha^{jm}) - QT_Q^{jm}(Q, \alpha^{jm})] e^{-i\alpha_{jm}} \quad (4.11)$$

j : Pazar

m : Ulaşım türü

Allen'in modelinin geliştirilmesi, $f(Q)$ maliyet fonksiyonu ve $T(Q, \alpha)$ ulaşım gideri fonksiyonunun açık bir şekilde belirlenmesini gerektirmektedir.

Değişkenlerin atlanması veya unutulması gibi bir problem bulunmaktadır. Çünkü, maliyet, girdi fiyatlarının yanı sıra, çıktının da bir fonksiyonu olmaktadır. Allen ulaşım tutarı konusunda, aşağıdaki şekilde bir ulaşım tutarı fonksiyonu önermektedir.

$$T(Q, \alpha) = kQ^{b-1} \alpha^{a-1} \quad 0 < a, b < 1 \quad (4.12)$$

$0 < a, b < 1$ koşulu, navlun gideri $T(Q, \alpha)$ ve ulaşım giderleri $T(Q, \alpha)Q$ nun türevlerinin doğru bir şekilde kullanılabilmesi için gerekmektedir. (4.12.) eşitliği açık bir şekilde kısıtlayıcı ve gerçek dışıdır. Herhangi bir envanter stoğunun bulunmadığının kabul edilmesi, problemi büyük ölçüde basitleştirmektedir. Çünkü, navlun giderleri tipik bir şekilde ulaşımın gerçek tutarını yansıtmamaktadır.

Allen'in modeli, üretici firmaların hammaddelerin olduğu yerlerde bulduklarını ve malların fiyatlarının, C.O.D. teslim esasına göre teslim edildiklerini kabul etmektedir. Model halen teorik kademede olmasına rağmen, yukarıda bulunan iki koşulu sağlayan durumlarda ara ulaşım problemlerinin çözümü için uygun olmaktadır.

Friedlander ve Spady (1977), yük ulaşımı için bütünleşik bir talep fonksiyonu belirlemişlerdir. Modelin kendisine has özeliği, modelin esas bir maliyet fonksiyonunda belirlenmiş olması ve envanter giderlerinin, navlun giderinde, ulaşım tutarı olarak yer almasıdır. Maliyet fonksiyonu ve bununla bağlantılı olarak demiryolu ve karayolu nakliyesi ile ortaya çıkan talep fonksiyonu aşağıdaki şekildedir:

$$C_s = C_s (Y, K, M, p_L, p_R, p_T)$$

$$X_R = \frac{\partial C_s (Y, K, M, p_L, p_T, p_R)}{\partial p_R}$$

$$X_T = \frac{\partial C_s (Y, K, M, p_L, p_T, p_R)}{\partial p_T} \quad (4.13)$$

burada: C_s = kısa dönemli değişken maliyetler

Y = çıktı

K = sermaye

M = malzemeler

p = girdi fiyatı

X = ulaşım talebi

L = işçilik

T = karayolu ulaşımı

R = demiryolu ulaşımı

Ulaşım hizmetinin fiyatı, hipotez olarak, navlun tutarının ve nakliye karakteristiklerinin bir hedonik fonksiyonu olarak da ifade edilmiştir. Nakliye karakteristikleri, ulaşım ile ilgili olarak ortaya çıkan envanter maliyetlerini yansıtmak üzere kullanılmıştır.

$$P_i = r_i \cdot \phi^i (q_1^i, q_2^i, q_3^i) \quad i = T, R \quad (4.14)$$

burada: r = Navlun gideri

q_1 = Malın yoğunluğu veya değeri

q_2 = Ortalama taşıma uzunluğu

q_3 = Ortalama nakliye boyutu

Açıklanan yöntem üzerinde, ortaya çıkabilecek önsel kısıtlamaların zorunlu olarak benimsenmesinin önüne geçilmesi amacıyla, (4.13.) eşitliğinde bulunan maliyet fonksiyonuna yaklaşmak üzere, translog fonksiyonu kullanılmıştır. Translog maliyet fonksiyonu $\ln C_s$ ye ikinci derece yaklaşımdır. Bu şekilde demiryolu ve karayolu için Shephard'ın kabulünde belirtilen paylaşım eşitlikleri aşağıdaki şekle dönüşmektedir:

$$\begin{aligned} \frac{P_T X_T}{C_s} &= \frac{\partial \ln C_s}{\partial \ln P_T} = \alpha_T + A_{yT} \ln y + A_{kT} \ln K + A_{MT} \ln M \\ &+ A_{LT} \ln P_L + A_{TT} \ln P_T + A_{RT} \ln P_R \\ \frac{P_R X_R}{C_s} &= \frac{\partial \ln C_s}{\partial \ln P_R} = \alpha_R + A_{yR} \ln y + A_{kR} \ln K + A_{MR} \ln M \\ &+ A_{LR} \ln P_L + A_{TR} \ln P_T + A_{RR} \ln P_R \end{aligned} \quad (4.15)$$

Burada, α 'lar ve A ' lar parametrelerdir.

Hedonik fiyat fonksiyonlarına, translog fonksiyonları olarak ta yaklaşmıştır:

$$\begin{aligned} \ln p_i &= \ln r_i + b_0^i + \sum_{h=1}^3 b_h^i \ln q_h^i + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^3 \sum_{l=1}^3 \beta_{hl}^i \ln q_h^i \ln q_l^i \\ i &= T, R \end{aligned} \quad (4.16)$$

burada, b ' ler ve β ' lar parametrelerdir.

(4.16.) eşitliğinin (4.15.) eşitliğinde yerine konulması ile birlikte ve çok değişkenli normal dağılımın eklenmesiyle; girdi paylaşım eşitlikleri ekonometrik olarak hesaplanmıştır. Model, A.B.D.' de 1972 yılı itibariyle üretim sanayine uygulanmıştır. Sanayiler ve bölgeler arasında teknolojik farkların yakalanması amacıyla, mal ve bölge benzeşimleri hedonik fonksiyona eklenmiştir. Talep fiyat esneklikleri ve çapraz talep fiyat

esnekliklerinin yanı sıra, demiryolu ve karayolu ulaşım karakteristikleri ile ilgili talep esneklikleri, tahmin edilen katsayılar yardımıyla hesaplanmıştır.

Friedlaender ve arkadaşları, belirgin bir şekilde türetilmiş talep olarak modelleme ve ulaşım karakteristiklerini, envanter maliyetlerini yansıtmak üzere, maliyete dahil etme teşebbüsündedirler. Bu açılardan bakıldığında, klasik bütünleşik talep fonksiyonları için bu yaklaşımın bir değeri bulunmaktadır. Ancak modelin faydalılığı yine de sınırlıdır. Bir ulaşım şebekesi üzerindeki, mikro düzey, ulaşım eylem planlarına hassas değildir. Bunun yanında, (4.14) eşitliğinde verilen hedonik fiyat, navlun tutarı ve envanter maliyetleri arasındaki ilişkinin eşlenik olduğu şeklinde bir önselliği kullanmamıştır. Bununla birlikte, Shephard'ın kabulünün, talep fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılmasında, arz ve talep fonksiyonların yatay olduğu kabulü konusunda itirazlar bulunmaktadır.

4.5. Tüketici Teorisi

Tüketici teorisi, klasik soyut tür modellerinde tür seçimini modellemek ve olasılıksal nakliyeciler seçimi modellerini geliştirmek için kullanılmıştır.

Quandt ve Baumol (1966), kullanılan makinalardan daha çok yolculara sağlanan hizmet türü dikkate alınarak bir ulaşım türü tanımlamaktadırlar. Bu soyut tür kavramı, Lancaster (1966) tarafından geliştirilen soyut türe paraleldir. Baumol ve Vinod (1967) soyut tür modelini yük ulaşım talebi analizine genişletmişlerdir. Soyut tür teorisi tip olarak, klasik, bütünleşik, direkt talep modelinin içinde yer almaktadır.

Direkt (dolaysız) talep modelinin genel hali şu şekilde verilebilir:

$$T_{ijm} = \alpha_0 \pi_{m,k} (LOS_{ijmk})^{amk} \pi_p (E_{ip})^b \pi_q (E_{jq})^c \quad (4.17)$$

burada:

T_{ijm} = i yerinden j yerine m ulaşım türü ile nakliyat.

LOS_{ijmk} = m ulaşım türünde, k^{th} seviye hizmet özelliği

E_{ip} = i yerinde p^{th} ekonomik faaliyet ölçüsü

E_{jp} = j yerinde q^{th} ekonomik faaliyet ölçüsü

α , a, b, c parametrelerdir.

Direkt talep modelleri, ulaşımı bir ekonomik mal olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ancak, bunlar yük ulaşımını türetilmiş bir talep olarak modelleyememektedirler. Soyut tür modelinin formülasyonu oldukça sınırlayıcıdır. Çünkü; bunun altında yatan teknoloji, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile karakterize edilebilir ve 'yerini alma' esnekliği, herhangi iki girdi arasında birisine eşit olarak ele alınmaktadır. Bunu anlamak için bir sanayi üretiminin Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile karakterize edildiğini ve ulaşımın ayrılabilir olduğunu düşünelim. Bununla ilgili maliyet fonksiyonu şu şekilde verilmektedir:

$$C(y, W) = \alpha a_0^{-1/u} (w_T / a_T)^{a_T/u} (w_R / a_R)^{a_R/u} (w_K / a_K)^{a_K/u} (L / a_L)^{a_L/u} y^{1/u} \quad (4.18)$$

burada:

T= karayolu ulaşımı

R= demiryolu ulaşımı

K= sermaye

L= emek

$$u = a_T + a_R + a_K + a_L$$

Shephard'ın kabulü tarafından önerilen demiryolu ulaşım talep fonksiyonu aşağıdaki hali alabilecektir:

$$x_T = \frac{\partial C(y, W)}{\partial w_T} = a_0^{-1/u} (w_T / a_T)^{a_T / u - 1} (w_R / a_R)^{a_R / u} (w_K / a_K)^{a_K / u} (L / a_L)^{a_L / u} y^{1/u} \quad (4.19)$$

1. Demiryolu ve karayolu ulaşım ücretlerinin, hizmet düzeyi özelliklerinin hiperbolik bir fonksiyonu olduğunu
2. Firmaların aynı teknoloji ve girdi fiyatlarına ücretlerine sahip olduğunu
3. Bir bölgenin toplam gelirin, ekonomik faaliyet ölçüsünün bir fonksiyonu olduğunu kabul edersek

(4.19.) eşitliğinden, (4.17) eşitliğinde verilen, direkt talep modeline benzer bir sonuç elde edilmesi mümkündür. Son zamanlarda bazı araştırmacılar, tür seçimini, tüketici teorisini olasılıksal bir modelleme çerçevesi içinde kullanarak modellemişlerdir. Bu yaklaşım genel olarak bir dizi tür alternatiflerini tanımlamakta ve her bir türü, hizmet düzeyi özelliklerinin bir vektörü yardımıyla karakterize etmektedir. Nakliyeciler firmaların bu alternatifler arasında seçim yaptıkları kabul edilmektedir. Modeller, ayrışık ya da bütünlük düzeylerde farklı modelleme teknikleri kullanılarak hesaplanmışlardır. Bu modellerin bir özeti tablo 4.4'de verilmektedir.

Bir nakliye firmasının yararlılık fonksiyonu her bir durumda, tür özelliklerinin ve nakliye karakteristiklerinin lineer kümülatif bir fonksiyonu olarak kabul edilmektedir. Dikkate alınan hizmet düzeyi özelliklerine, navlun tutarı, ortalama transit süresi ve dayanıklılık dahildir. Dayanıklılık tipik olarak ortalama ulaşım süresinin standart sapması olarak ölçülmüştür. Ulaşım karakteristikleri, yararlılık fonksiyonuna girilerek mal ve piyasa özelliklerinin yansıtılması amaçlanmıştır. Kullanılan özellikler mal değeri, ulaşım mesafesi ve miktarları içermektedir. Bu modellerin çoğu, üç türün dikkate alındığı Levin'in modeli haricinde ikili tür seçim modelleridir.

Tablo 4.4. Taşıtıcı Seçim Modellerinin Özetleri*

Çıkaran	Tür	Değişken	Veriler	Modelleme tekniği
Kulman	1. demiryolu 2. karayolu	1. Navlun tutarı 2. Ortalama sevk süresi 3. Sevk süresindeki standart sapma 4. Malın değeri 5. Mesafe 6. Yıllık tonaj	1967 deki Ulaşım Konseyinde belirlenen toplam piyasa payı	logit model genel en küçük kareler metoduna göre tahmin edilmektedir.
Watson ve arkadaşları (1974)	1. demiryolu 2. karayolu	1. Navlun tutarı 2. Ortalama sevk süresi 3. Sevk süresindeki standart sapma 4. Malın değeri	ev aletlerinin irsaliye makbuzları	logit model, maksimum benzerlik ile hesaplanmaktadır.
Boyer (1977)	1. demiryolu 2. karayolu	1. Navlun tutarı 2. Mesafe 3. Araç başına tonaj 4. Malın değeri 5. Mal benzeşimi	1967 Ulaşım Konseyinden toplam piyasa payı	logit modeli, genel en küçük kareler ve ağırlıklı en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmaktadır.
Levin (1978)	1. karayolu 2. demiryolu araç vagonu 3. Bir tren yada kamyonla diğer bir aracın taşınması	1. Navlun tutarı 2. Ortalama sevk süresi 3. Sevk süresinde standart sapma	1972 Ulaşım konseyinden ve 1972 yük irsaliyelerinden toplam piyasa payı	logit modeli, genel en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmaktadır.
Winston (1978)	1. karayolu 2. demiryolu	1. Navlun tutarı 2. Ortalama sevk süresi 3. Sevk süresinde standart sapma 4. Dayanıklılık (3/2) 5. Malın değeri 6. Sevkiyat miktarı	Bozulabilir tarımsal ürün	probit modeli, maksimum benzerlikle hesaplanmaktadır.

*Bu tablo Chiang et. al,(1981) den alınmıştır, s.83-84

Levin'in modelini açıklayabilmek için bir örnek kullanılması yararlı olacaktır. Levin, 1978 de karayolu yük ulaşımında, ICC³'nin had regülasyonu sonucunda, ortaya çıkan miktar sapmalarını incelemek amacıyla taşıyan bir araştırma yapmıştır. Genel nakliye kamyonları, kapalı demiryolu vagonu ve bir aracın başka bir araca yüklenme durumu arasındaki seçimi dikkate alarak, çok değişkeli bir logit modeli meydana getirmiştir. Bunun sonrasında, logit modelini aşağıdaki regresyon eşitliklerine dönüştürmüş ve bunları genel en küçük kareler yöntemini kullanarak hesaplamıştır.

$$\log P_2 / P_1 = a_{21} + b_1 (R_1 - R_2) + b_2 V (T_1 - T_2) + b_3 [2V (\sigma_1 - \sigma_2)] + u_1$$

$$\log P_3 / P_1 = a_{31} + b_1 (R_1 - R_3) + b_2 V (T_1 - T_3) + b_3 [2V (\sigma_1 - \sigma_3)] + u_2$$

(4.20)

burada: P_i = i türünün pazar payı
 R_i = i ulaşım türünde navlun tutarı
 V = malın değeri
 T_i = i türü ile ortalama nakliye boyutu
 σ_i = i türünde sevk süresinde standart sapma
 u = hasar terimi

Bu şekilde, Levin'in modeli, tüketici teorisine dayanan tipik bir model olmaktadır.

Tüketici teorisi, belirli bir seçimi yapan müşterinin faydasını maksimize etmektedir. Yük durumunda, firmalar, girdilerini ve çıktılarını nakletmek için nakliye hizmetini satın almaktadır. Belirgin bir hedef fonksiyonu yani, karın maksimize edilmesi ve maliyetlerin minimize edilmesi bulunmaktadır. Bu şekilde tüketici teorisi, yük ulaşım talebi modelinin ortaya çıkarılması için üretim teorisinden daha az uygun bir teori olmaktadır. Nakliye firmasının faydasını maksimize etmek üzere, nakliye boyutunu dikkate almadan, bir nakliyeciyi seçim modeli geliştirmek uygun olmayacaktır. Çünkü; nakliye boyutu, ulaşım sürecinin merkezinde yatmaktadır ve bu şekilde firmanın üretim maliyetlerin bir kısmı olmaktadır.

³ ICC :Interstate Commerce Commission

4.6. Envanter Teorisi.

Chiang et. al, (1981) de, Steanson (1960)'un, tür seçimi konusunda klasik envanter teorisini uygulaması açıklanmıştır. Bu uygulamada envanter stoklarının toplam değişken maliyeti; sipariş maliyetleri, ulaşım maliyetleri, sermaye taşıma maliyetleri ve depolama maliyetlerinin bir toplamı olarak ele alınmıştır. Bu şekilde iki tür arasındaki “hizmet farksızlığı fonksiyonları” belirli nakliye boyutunda geliştirilebilecektir.

Yine aynı eserde; Baumol ve Vinod (1970) bu modeli talep ve ulaşım hizmetindeki belirsizliği yansıtmak üzere güvenlik stok maliyetlerini eklemek yoluyla yeniden formülize etmiştir. Baumol, sipariş maliyetlerini, nakliye maliyetlerini, sermaye taşıma maliyetlerini ve güvenlik stok maliyetlerini toplam envanter maliyetlerinin bileşenleri olarak ele almıştır. Talebin ve sevk süresinin dağıtımı konusunda bazı kabuller ışığında Baumol, güvenlik stok maliyetlerini $k (s + \bar{t} + k \bar{t}) T$ olarak ifade etmiştir. Burada; T, malın yıllık talebi, s, iki sipariş arasındaki süre, \bar{t} , ortalama ulaşım süresi ve k da, risk seviyesi ve diğer faktörlerle bağlantılı bir parametredir.

Envanter teorik yaklaşımını kullanarak Roberts (1971) ve arkadaşları (1976) tarafından detaylı modeller geliştirilmiştir. Roberts'in modeli, istatistiksel bir ortamda formülize edilmiştir. Satın alma maliyetleri, sipariş maliyetleri, ulaşım maliyetleri, sermaye taşıma maliyetleri, depolama maliyetleri ve stok bitme maliyetleri bu modelde dikkate alınmıştır. Talep ve ulaşım süresinin her ikisi de, ampirik dağılımlara göre tayin edilmiştir. Bu modelin kendisine has bir diğer özelliği, stok bitme maliyetlerinin, belirgin bir işleme tabi tutulmasıdır. Tahmini stok bitme maliyetlerinin hesaplanması, m türlü mal için n gün içinde her bir muhtemel stok bitme durumu için $p(m,n)$ olasılıklar matrisinin hesaplanmasını ve her bir stok bitme durumu için özel bir maliyetin belirlenmesini gerektirmektedir. Belirli sipariş noktalarında, bilinen talep ve ulaşım süresi dağılımlarına göre, olasılıksal bir gerçekleşme ve gerçekleşmeme eşitlikleri kümesi geliştirilmiştir. Bu küme ile $p(m,n)$ matrisi hesaplanmıştır. Bu model, bir bilgisayarda belirli bir şehirler arası

piyasada farklı tip mallar için, ulaşım türü ve nakliye boyutu kümesinden seçimi belirlemek amacıyla.

Terziev (1976) Roberts'in envanter teorik yapısından bir yük ulaşım talebi modeli geliştirmek üzere ayrışık modelleme teknikleri kullanmıştır. Güvenlik stok taşıma maliyetleri ve stok bitme maliyetleri konusunda bir yaklaşımda bulunmak için basit bir matematiksel form geliştirmiştir. Bunun sonrasında satın alma maliyeti, sipariş ve elleçleme maliyeti, ulaşımında sermaye taşıma maliyeti, ulaşım esnasında değer kaybı, ambalaj maliyeti ve zarar ve hasarı içeren lineer kümülatif lojistik maliyet fonksiyonu tanımlamıştır. Modelin logit bir formunu kabul etmiş ve 1967 Ulaşım Konseyi ürün, nakliye araştırmalarında belirlenen gözlemler karşılığında modeli hesaplamaya çalışmıştır. Şartlı tür seçim modeli ve tür- sevkiyat hacmi, ortak seçim modeli hesaplamıştır. Terziev'in çalışmasından elde edilen ampirik sonuçlar hayal kırıklığına uğratmaktadır. Katsayıların büyük bir kısmı sezilen matematiksel işaretin tersi olarak veya ilgisiz büyüklüklerle hesaplanmıştır. Ancak bunun esas sebebi kullanılan veri kümesinin kalitesinin düşük olmasıdır.

Sonuç olarak yük ulaşım talebi analizine envanter teorisi yaklaşımının temel varsayımı yer değiştirmenin meydana gelmeyeceğidir. Bu sebeple ulaşım maliyetlerindeki değişimler girdi yer değişimi üzerinde hiçbir etkiye sahip olmayacaktır. Bu durum, envanter teorisinden geliştirilen bir modeli, 3.6 bölümünde tanımlanan kısa dönemli problemlerle sınırlamaktadır. Envanter teorisinden geliştirilen modeller halen tür seçimi veya nakliye boyutu seçimi ile sınırlı kalmaktadır. Köken seçim modelleri, henüz geliştirilmemiştir.

Bu bölümde ele alınan mevcut çalışmalar Chiang et al, 1981 çalışmasından alınarak incelenmiştir. Bölümde adına atıf yapılan diğer araştırmacılar, aynı eserin atıflarıdır.

5.0. KISA DÖNEMLİ BİR YÜK TALEBİ MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

5.1. Yaklaşım

Daha önce verilen genel yapıda da belirtildiği gibi, lojistik seçimi esas olarak kullanan bir talep modeli, kısa dönemli yük talebi modeli olarak sınıflandırılmalıdır. Kısa dönemli bir yük talep modelinde, bir girdi malzemesi için, yalnız yıllık talep sabit olarak ele alınır ve köken, nakliye boyutu ve/veya ulaşımın türü, firmanın ulaştırma ile ilgili seçimleri olarak düşünülür. Üretim teorisi dikkate alındığında, bu belirli ölçüde kısıtlayıcıdır, çünkü ulaşım talebi ve diğer girdiler için olan talep arasında, hiçbir girdi yer değişimine izin vermemekte; ancak ulaşım ve lojistik maliyet elemanları içerisinde yer değişimine izin vermektedir. Bu bölümde kısa dönemli yük talebinin modellenmesi konusunda genel hatlar verilmektedir. 5.2. Bölümünde; kısa dönemli bir talep modeli formülasyonunun arkasında yatan ulaşım süreçleri tanımlanmaktadır. Envanter kontrol sistemleri kısaca incelenmiş ve ulaşım stratejisi ile ilgili amaç fonksiyonları, tüm ulaşım maliyetleri cinsinden ele alınmıştır. 5.3. Bölümünde; bu ulaşım süreçlerini modellemede iki genel yaklaşım verilmektedir. Bunlar; deterministik maliyet modeli ve rassal maliyet modelidir. Deterministik maliyet modelinin altında yatan formüller ve kısıtlamalar 5.4. bölümünde ele alınmıştır. 5.5. Bölümünde; kısa dönemli yük talebi rassal maliyet modelinin yapısı verilmektedir. Daha sonra, rassal maliyet formülasyonunun arkasında yatan kabuller ele alınmış ve tür, nakliye boyutu ve kökeni seçimi konusunda genel tanımlamalar verilmiştir.

5.2. Lojistik Süreç

Uygun bir ulaşım stratejisinin seçimindeki süreçleri incelemek için ilk olarak seçim değişkenlerinin neler olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Ulaşım kararının birçok durumdaki belirgin hedefi; girdi malzemeleri için satın alma ve bağlantılı ulaşım maliyetlerini minimuma indirmektir. Bu durum aşağıdaki matematiksel ifade ile gösterilmektedir:

$$w_k = \min_{i,m,q} [P_{k,iq}(x_k) + t_{k,imq}(x_k)] \quad k = 1, \dots, M \quad (3.27)$$

tekrar

Uygulamada ulaşım stratejisi, tek ürünlü veya çok ürünlü envanter kontrol süreci olarak ele alınabilir. Tek ürünlü envanter sürecinde, envanter kontrol planı ürün başına tasarlanmaktadır. Bunun yanında, çok ürünlü envanter sürecinde ürünler, birlikte sipariş edilmekte, nakledilmekte ve muhtemelen de birlikte muhafaza edilmektedir. Çok ürünlü bir envanter süreci, tek ürünlü süreçten daha karmaşıktır. Ancak, her iki süreçte de amaç ve ödünleşme (trade-off) fonksiyonu gerçekte aynıdır. Bu durumda incelememizi tek ürün envanter süreci olarak ele alabiliriz. (3.27) eşitliğini şu şekilde yazarak işe başlayabiliriz.

$$w = \min_{i,m,q} [P_{iq}(x) + t_{imq}(x)] \quad (5.1)$$

burada x , girdi malzemesinin yıllık kullanım miktarıdır.

Ulaşım stratejisinin tanımlanması şunları içermektedir (malın yıllık kullanım miktarı belirli iken):

1. Nereden almalı?
2. Ne kadar sıklıkta almalı?
3. Ne kadar almalı?
4. Nasıl nakletmeli?

Ne kadar sıklıkta almalı ve ne kadar almalı konularının birbirlerine bağlı olduğuna ve bunlardan sadece birinin karar değişkeni olarak seçilebileceğine dikkat edilmelidir. f , satın alma sıklığı ve q ' da her bir satın almanın miktarı olsun. Bu durumda karar verme sürecinde, $x = f * q$ eşitliğini elde ederiz. q ' nun envanter kontrolünde bir karar değişkeni olarak kullanılması, genellikle bir ateşleme sistemi olarak ele alınmaktadır. Çünkü, yeni sipariş verme noktası (ya da anı), stoktaki sayının önceden belirlenmiş miktara veya "ateşleme anına" eşitlenmesiyle başlatılmaktadır. f 'nin bunun yerine karar değişkeni

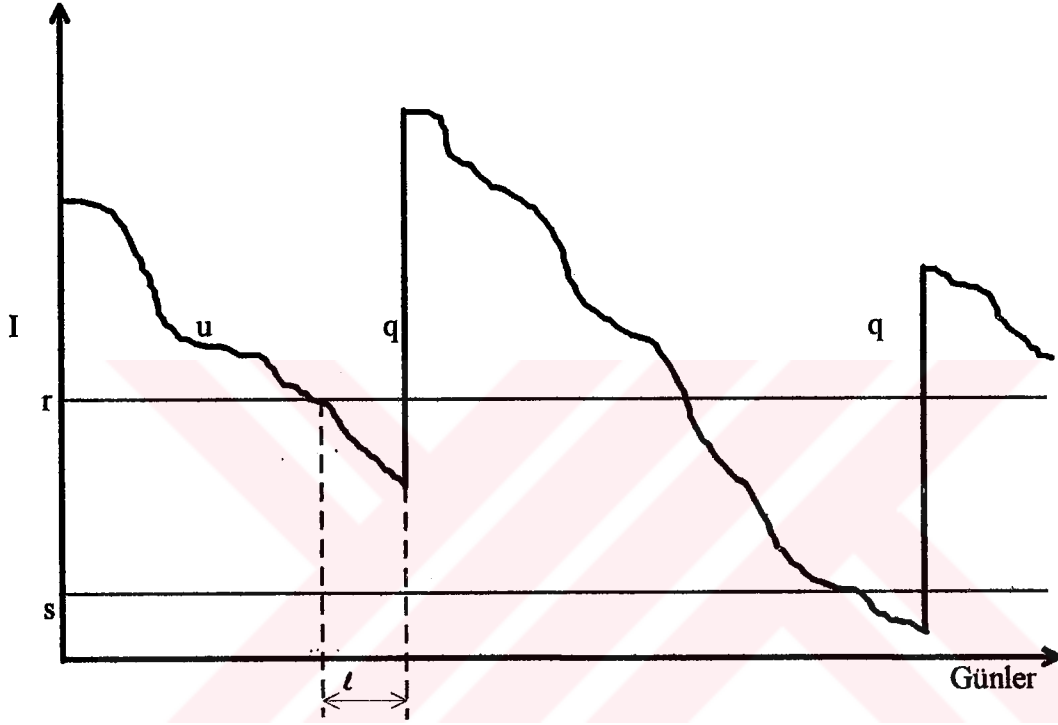
olarak kullanılması, **periyodik envanter stratejisini** öngörür. Stok bitme açısından periyodik sistemin, ateşleme sistemine nazaran bir dezavantajı bulunmaktadır. Çünkü; daha fazla güvenlik stoğu gerekmektedir. Bunun yanında, periyodik sistemin **çok ürünlü envanter kontrol sistemini çalıştırmak için gereken kabullere** uyduğunu, ancak ateşleme sisteminin daha çok **tek ürünlü yaklaşıma** uygun olduğuna dikkat edilmelidir.

Ulaşım talebi analizi amacıyla, alternatif lojistik stratejilerini tanımlayan karar değişkenlerinin; **i** köken seçimi, **q** nakliye boyutu seçimi ve **m** ulaşım türü seçimi olarak tanımlanması faydalı olacaktır. **$x = f * q$** eşitliğini kullanarak bir periyodik sistemin karar süreci aynı zamanda, nakliye boyutunun seçimini de içermektedir.

Bir siparişin verilmesinden, yükün ulaşmasına kadar geçen süre, iletim süresi (**ℓ**) olarak anılmaktadır. İletim süresi, ulaşım hizmetlerindeki güvensizlik sebebiyle genelde belirsizdir. Kullanım miktarı ve iletim süresi açısından belirsizliği dikkate alırken; (**r**) yeni sipariş verme noktası, yeni bir nakliyat yapılmadan stoğun sıfır seviyesine düşmesini önlemek üzere, yeteri derecede yüksek bir envanter seviyesine ayarlanmıştır. Bu şekilde envanter seviyesi, yeni sipariş verme noktasına ulaştığında bir sipariş verilir. Bir yeni sipariş verme noktası, normal olarak tahmini üretim süresi esnasında, malın en azından tahmin edilen kullanımına ayarlanmaktadır. Uygulamada talepte ve nakliye hizmetlerindeki dalgalanmalar dikkate alınarak tasarlanan bir tampon ile, stok bitmesine karşı koruma amaçlanmıştır. Bu tampon, bazen güvenlik stoğu olarak anılmaktadır. Güvenlik stoğu değişkeni **s** olarak gösterilmektedir. Bu durumda, güvenlik stoğu; yeni sipariş verme noktasından, tahmini kullanım miktarı ile tahmini iletim süresi çarpımının çıkarılması olarak ifade edilmektedir:

$$s=r-E(u)*E(\ell)$$

Belirli bir güvenlik stoğu seviyesi, firmayı stok bitmesine karşı korumak üzere bağlantılı bir seviye sağlayacaktır. Bu koruma seviyesinin detaylı olup olmadığı muhtemel stok bitmelerinin sonuçlarıyla yakinen alakalıdır.



- u = günlük kullanım oranı
 r = sipariş verme noktası (arı)
 s = güvenlik stoğu
 q = bir seferdeki sipariş miktarı
 l = iletim süresi

Şekil 5.1. Ateşleme sisteminin uygulandığı bir envanter sistemi*

* Bu şekil Chiang et. al (1981) den alınmıştır, s.93

Firmanın lojistik stratejisi için mantıklı amaç fonksiyonu yıllık satın alma ve girdi malları için envanter maliyetlerini minimize etmektir veya bununla eşlenik olarak birim girdi başına satın alma ve envanter maliyetlerini minimuma indirmektir. Amaç fonksiyonundaki maliyet bileşenleri şunlardır: **Satın alma maliyeti, sipariş maliyeti, ulaşım maliyeti, depolama maliyeti, sermaye taşıma maliyeti, stok bitme maliyeti.** 5.1. eşitliğindeki maliyet bileşenlerinin aşağıdaki şekilde detaylı olarak verilmesi mümkündür.

$$w = \min_{i,m,q} (P_{iq} + ODC_q + TC_{imq} + STC_{mq} + CCC_{iq} + STOUT_q) \quad (5.2)$$

burada: w = Bir girdi malzemesinin yıllık maliyeti ¹

T = Satın alma maliyeti

ODC = Sipariş maliyeti

TC = Ulaşım maliyeti

STC = Depolama maliyeti

CCC = Sermaye taşıma maliyeti

$STOUT$ = Stok bitme maliyeti

5.2. eşitliğinde k , girdi ürünüde belirli bir x yıllık kullanım miktarında toplam maliyetin verildiğine dikkat edilmelidir. k ve x , eşitlikten çıkarılarak basitleştirme sağlanmak istenmiştir. Bu maliyet bileşenlerinin alt indisleri, karar değişkenleri ile ilintilidir. (Bu maliyetler konusundaki kısa bir inceleme burada verilmektedir).

Satın alma maliyeti

Bu, bir ürünü elde etme maliyetidir. Köken seçiminin bir fonksiyonudur. (nereden alınacağına ait karar seçeneği). Çünkü, farklı pazarlarda farklı fiyatlar geçerlidir. Bazen

¹ w burada bir girdi malzemesi için birim maliyet (faktör ücreti) yerine yıllık maliyeti tanımlamak için kullanılmıştır

firmalar daha büyük miktarlarda satın alma durumunda indirimler yaparlar. Bu durumda, satın alma maliyeti, aynı zamanda nakliye boyutunun bir fonksiyonu haline gelmektedir.

Sipariş Maliyeti (ODC)

Sipariş maliyeti, bir siparişin verilmesi, işleme sokulması ve alınması maliyetidir. Temel olarak, bir sipariş ile ilgili tüm idari ve işlemsel maliyetleri içermektedir. Sipariş maliyeti, genellikle nakliye boyutunun seçimine bağlıdır. Bir sipariş miktarca büyüdükçe, firma uygun bir satıcı bulmak , siparişi vermek ve ilgili işlemleri yapmak için daha fazla harcama yapacaktır.

Ulaşım Maliyeti (TC)

Ulaşım maliyeti, ulaşım esnasında ve ulaşımın neticesinde ortaya çıkan maliyet olarak adlandırılmaktadır. Özel maliyetler dahil ambalaj maliyeti, navlun maliyeti, ilgili işlem maliyetleri, ulaşım esnasında zarar ve hasar, elleçleme maliyetleri, ulaşım esnasında bağlanan paranın sermaye taşıma maliyeti ve ulaşım esnasında raf ömrünün azalması sebebiyle değer kaybını içermektedir. Navlun giderleri ve özel giderler taşıyıcıya ödenen, doğrudan ulaşım maliyetidir. Navlun giderleri, tür, nakliye boyutu, taşıma mesafesi ve mal özelliklerinin bir fonksiyonudur. Bu şekilde navlun gideri, tür seçimi, nakliye boyutu ve köken ile bağlantılıdır.

Elleçleme maliyeti yine nakliye boyutunun bir fonksiyonudur. Farklı sevkiyat hacimleri farklı taşıma donanımlarını gerektirirler. Mesela elle taşıma 50 poundluk bir nakliye boyutu için geçerlidir. Ancak 100.000 pound veya daha fazlası için mekanik taşıma donanımı gerekli olacaktır. Elleçleme maliyeti aynı zamanda tür seçimi tarafından etkilenmektedir. Mesela raylı sistemde çoklu demiryolu vagonları ile nakliyatın yapılması, yüklemenin yapılabileceği özel bir ray yolunu (siding) gerektirmektedir. Bu şekilde, sabit ve değişken ulaşım maliyetleri bulunmaktadır.

Ambalaj maliyeti, ulaşım esnasında, bazen meydana gelen zarar ve hasarla büyük ölçüde bağlantılıdır. Ambalaj daha iyi oldukça, zarar ve hasar maliyetleri daha az olacaktır. Zarar ve hasar sonucunda ortaya çıkan 4 maliyet bileşeni bulunmaktadır. İlk olarak; zarar edilen ürünün doğrudan maliyeti vardır. İkinci olarak; dava açılması maliyeti vardır. Üçüncü olarak; dava araştırılırken bağlanan sermaye taşıma maliyetleri vardır. Deliller, bu tür bir davanın görülmesi ve bir anlaşmaya varılması için, büyük bir zamanın gerekli olduğunu göstermektedir. Son olarak, hasarlı bir nakliyatın alınması firmanın envanter kontrol sisteminde, yüksek maliyetli düzensizlikler meydana getirecektir.

Çoğu durumda, taşınan yük verilen zarar ve hasarının maliyeti taşıyıcılar tarafından ödenmektedir. Bu durumda sadece 2-4 arası maliyet bileşenleri dikkate alınmalıdır.

Ulaşımında sermaye taşıma maliyeti, bir siparişin yüklenmesi zamanından, nakliyenin varışı zamanına kadar geçen sürede bağlanan sermaye üzerindeki faizdir. Maliyet, satın alma tutarı ve bir siparişin alınması için gereken toplam süredir. FOB fabrika teslimi satışlarda, ürünün kanuni sahipliği yükleme anında yüklenen ulaşım aracına geçer ve ödeme buna göre yapılır. Bu şekilde, zaman elemanı taşıyıcının gerçek ulaşım süresine bağlıdır. Ortalama olarak bu; ortalama ulaşım süresi + dayanıklılıktır. Birçok durumda alıcı, malın çıkış yerini beklerken geçen zaman esnasında kaybedilen sermaye taşıma maliyetini karşılamaz.

Ulaşım esnasında değer kaybı, gazeteler ve bunun yanında meyveler ve sebzeler gibi bozulabilir mallar için çok önemlidir. Bu şekilde, değer kaybı, ürünün raf ömrünün bir fonksiyonudur. Maliyet, kısa raf ömrüne sahip ürünler için baskın bir faktördür.

Depolama Maliyeti (STC)

Depolama maliyeti, antrepoya yerleştirme, stok tutma, raflara ayırma ve depolama esnasındaki eskimedir. Güvensiz stok olduğu kadar güvenli stokla da bağlantılı maliyeti

içermektedir. Birim başına depolama maliyeti, koruma düzeyi ve yığın yüksekliği vs. dahil olmak üzere ürüne oldukça bağlıdır. Depolama maliyeti yine, envanter seviyesine bağlıdır. Bu şekilde, doğrudan stok bitmesi riski ile ilişkileri olup; aynı zamanda nakliye boyutunun da bir fonksiyonudur. Bazı durumlarda tür seçimi, depolama maliyetini etkileyebilir. Mesela demiryolu vagonları ile nakliyat, bazı durumlarda kamyonu tercih edilebilir. Çünkü; bu, alıcının vagonları kısa süreli depolama için kullanabilmesini sağlar. Raylı sisteminin kullanılması yine, alıcının yararına yapılacak ulaşım ve depolama işlerini yerine getirerek emek verimini artırmaktadır.

Sermaye Taşıma Maliyeti (CCC)

Sermaye taşıma maliyeti depolamada bağlanan sermayenin faizidir. Envanterin ortalama seviyesine ve değerine bağlıdır. Bu şekilde sermaye taşıma maliyeti, nakliye boyutu seçimi ve mal çıkış yeri (köken) seçiminin bir fonksiyonu olmaktadır.

Stok Bitme Maliyeti (STOUT)

Bu maliyet, stokların bitmesiyle ilgili bir maliyettir. Stok bitme maliyetinin şüphesiz doğrudan ölçülmesi zordur. Stok bitmesi halinde muhtemel bir satış kaybıyla karşılaşacak olan perakende satıcının problemi, kritik bileşen veya malzemenin temin edilememesi durumunda, üretimini durdurmak zorunda kalacak olan üretici ile aynı değildir. Envanter kontrolü konusunda yapılan yaklaşımların çoğu, problemi stok bitmelerine karşı bir “servis düzeyi” yaklaşımı ile rasyonelleştirmek amacındadır. Yani, bir stok bitmesi durumunu maliyetini sorgulamak yerine, izlenen bir siyaset belirli bir olasılıkta stok bitmelerinin meydana gelmesini önleyecektir. Stok bitmesi maliyetlerini hesaplamak üzere bir model geliştirilmiştir (4.6. Bölümüne bakınız).

Stok bitmelerinin yıllık maliyeti, bir stok bitme maliyetine ve yeni bir siparişin nakli esnasında stok bitmesi riskine bağlıdır. Yönetici, güvenlik stoğunun hacmini ayarlayarak, stok bitmesi riskini seçebilir. Güvenlik stoğu seviyesi arttıkça, stok bitmesi

olasılığı azalır. Stok bitmesinin sebebi, günlük kullanım miktarında ve ulaşım hizmetlerindeki belirsizliktir. Nakliye boyutu, türü ve kökeni konusundaki seçimden etkilenmektedir. Lojistik stratejideki esas takaslar, daha büyük boyutlu nakliyeler yapabilen ölçekteki ekonomilere karşı; depolama ve sermaye taşıma maliyetlerini içermektedir. Katı bir ulaşım bakış açısı altında, nakliye boyutu büyüdükçe, ulaşım maliyeti de azalacaktır. Sipariş verme maliyeti de bu strateji vasıtasıyla minimize edilir, ancak bu evantere depolanması ve taşınması maliyeti bazı durumlarda yasaklayıcı olabilir. Bozulma ve eskime gibi sebeplerden dolayı maliyetler ortaya çıkabilir. Bunun yanında, envantere bağlanan sermaye ile ilgili fırsat maliyeti de vardır. Bir diğer önemli takas; güvenlik stoğunun depolanması ve taşınmasına karşı; stok bitmesi maliyetidir. Ulaşım esnasında değer kaybına karşı; daha yüksek ulaşım tutarı, ambalaj maliyetine karşı; zarar ve hasar ve satın alma maliyetine karşı; ulaşım maliyetleri şeklinde takaslar ortaya çıkmaktadır.

Her lojistik maliyet bileşeninin göreceli önemi, büyük oranda ürün tipine, yıllık kullanım miktarına, yöneticinin stok bitmesi riskine, girdi malzemesinin pazarına ve ulaşım hizmet düzeyine bağlıdır. Bu maliyetlerin incelenmesi için bazı hipotez durumlar geliştirilmiş ve tablo 5.2'de gösterilmiştir. Maliyet değerleri MIT'de geliştirilen lojistik strateji analizörü kullanılarak hesaplanmıştır. Bileşenlerin üzerinde lojistik maliyetlerin % dağılımının büyük ölçüde değişken olduğu görülebilir. Ancak, envanterdeki ulaşım gideri ve sermaye taşıma maliyeti genelde en önemli iki lojistik maliyettir.

5.3. Lojistik Seçimin Modellenmesi

Lojistik süreç genel hatlarıyla belirlendikten ve lojistik strateji içerisindeki maliyetleri saptadıktan sonra, şimdi lojistik seçimini modellemede kullanılacak olan teknikleri araştırmamız gerekmektedir. Bu analizi yapmak için, i kökeninde bulunan firmanın seçimi, q nakliye boyutu ve m türü ile bir lojistik strateji olarak belirlenmiştir. Bu şekilde i , m , q 'nın muhtemel bir kombinasyonu firmaya yakın olan muhtemel alternatif lojistik stratejilerden birisidir. Optimal bir strateji toplam en düşük satın alma ve

lojistik maliyet olarak bilinmektedir. Alternatif bir i,m,q 'nun optimal lojistik strateji olması için gereken, aşağıdaki koşulların sağlanmasıdır:

$$w_{imq} \leq w_{i'm'q'} \quad \forall i'm'q' \in A \quad (5.3)$$

Burada A , muhtemel köken, nakliye boyutu ve tür kombinasyonlarının kümesidir.

Bir firmanın lojistik seçimini modellemede iki genel yaklaşım olduğu görülmektedir. Yaklaşımlar arasındaki fark, lojistik maliyet fonksiyonundaki bilgilerle ilgili olarak, kesinlik seviyesi ile ilgili kabullerde yatmaktadır.

Birinci yaklaşımda, 5.2. eşitliğinde verilen lojistik maliyet fonksiyonu tam olarak gözlenebilen bir fonksiyon olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple, i,m,q , nun seçimi ile belirlenen alternatif w_{imq} 'nun her $i'm'q' \in A$ için $w_{i'm'q'}$ 'dan küçük ya da ona eşit olduğu durumlarda kesinlik ölçüsü içerisinde belirlenebilmektedir. Bu kabule dayanarak geliştirilen bir model, kısa dönemli yük ulaşım talebinin, **deterministik maliyet modeli** olarak adlandırılacaktır. Model şu ifadeyi vermektedir:

$$P_r(imq | A) = 1, \text{ eğer } w_{imq} \leq w_{i'm'q'} \quad \forall i'm'q' \in A \\ = 0 \quad (5.4)$$

burada, w_{imq} , $w_{i'm'q'}$ tam olarak gözlemlenebilir.

İkinci yaklaşımda ise; lojistik maliyet fonksiyonunun tam olarak gözlemlenemediği dikkate alınmaktadır. Maliyet fonksiyonunun sadece bir kısmı gözlemlenebilmektedir. w_{imq}^0 nun lojistik maliyet fonksiyonunun gözlemlenebilen ve w_{imq}^1 nun gözlemlenemeyen bir kısmı olarak dikkate alınması ile aşağıdaki eşitliği elde edebilmemiz mümkündür:

Tablo 5.2.. Hipotetik lojistik maliyetler²

	1 durumu	2 durumu	3 durumu
Mal	İlaç	Betonarme demiri	Tütün
Yoğunluk (1b/ft ³)	20	200	20
Değer (USD/1b)	11	0.1	2
Yıllık kullanım miktarı (ton)	50	500	5
Nakliye boyutu (ton)	2.5	6	2.5
Ulaşım türü	TOFC (Trailer on flatcar)	CL (carload)	LTL(Less than truckload)
Ulaşım mesafesi (mil)	200	400	800
Satın alma maliyeti	1100	10	200
Sipariş maliyeti	0.04	0.017	0.4
Navlun tutarı	1.204	1.388	5.594
Envanterde sermaye taşıma maliyeti	45.632	0.167	6.186
Depolama maliyeti	0.733	0.008	0.309
Stok bitme maliyeti	0.272	0.000	0.034
Toplam lojistik maliyet	49.183	1.628	12.874

²Maliyetler, Roberts ve arkadaşları tarafından 1976'da geliştirilen lojistik strateji analizörü ile hesaplanmıştır. Tüm maliyetler aksi belirtilmedikçe 100 pound başına dolar olarak hesaplanmıştır. Tablo Chiang et. al, (1981) den alınmıştır, s.102

$$w_{imq} = w^0_{imq} + w^u_{imq} \quad \forall imq \in A \quad (5.5)$$

$\forall i'm'q' \in A$ için $w_{i'm'q'} \geq w_{imq}$ olması durumunda optimal strateji seçilmektedir.

Ancak, $\forall imq \in A$ için w^u_{imq} , ' nun gözlemlenebilmesinin mümkün olmaması sebebiyle, gerçek seçimi kesinlik dairesinde belirleme imkanımız bulunmamaktadır. Sadece, her bir alternatifi seçme olasılığı tahmin edilebilecektir. Bu olasılık, lojistik maliyet fonksiyonunun gözlemlenemeyen kısmı ile ilgilidir. Bu aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} P_r(imq | A) &= P_r [w^0_{imq} + w^u_{imq} \leq w^0_{i'm'q'} + w^u_{i'm'q'}, \forall i'm'q' \in A] \\ &= P_r [w^u_{imq} + w^u_{i'm'q'} \leq w^0_{i'm'q'} - w^0_{imq}, \forall i'm'q' \in A] \quad (5.6) \end{aligned}$$

(5.6) eşitliğinde, gözlemlenemeyen lojistik maliyet, bir rassal değişken olarak ele alınabilir. Böylece olasılıksal modeller, w^u_{imq} için uygun dağılımların seçilmesi ve (5.6) eşitliğini matematiksel olarak entegre etmek yoluyla türetilebilecektir. Bu tip bir model, kısa dönemli yük talebinin, **rassal maliyet modeli** olarak adlandırılabilir.

5.4. Deterministik Maliyet Modeli

Deterministik maliyet modeli, 5.2. eşitliğinde bulunan lojistik maliyetlerinin tam olarak gözlemlenebileceğini ifade etmektedir. Bu durumda bir deterministik model konusundaki en uygun aday 5.2. eşitliğinin, i , m ve q' nun optimum olarak seçilmesi için farklı alternatiflerdir. Bu işlem, i ve m nin belirli değerlerinde, optimum q değerinin çözülmesini içermektedir. Maalesef, gerçek dünyadaki lojistik maliyet fonksiyonu, yapısı itibarıyla nakliye boyutunun çok karmaşık bir fonksiyonudur. Fonksiyonun nakliye boyutu dikkate alınarak, basitleştirmesi yapılmadan, kapalı bir çözüm şeklinin elde edilmesine imkan bulunmamaktadır.

Bunun bir örnekle ifade edilmesi mümkündür. Aşağıdaki durumların geçerli olduğunu kabul edelim:

1. Girdi malzemesinin pazar fiyatı sabittir, yani miktar indirimi söz konusu değildir.
2. Sipariş başına maliyet, tüm sipariş miktarlarında aynıdır.
3. Ambalaj maliyeti ve ulaşım maliyetleri nakliye boyutu ile orantılı olup; türe bağlı olarak farklı olabilir
4. Navlun tutarı, nakliye boyutunun fonksiyonu değildir.
5. Girdi, mevsimlik ya da bozulabilir bir mal değildir.
6. Zarar ve hasarın ihmal edilmesi mümkündür.
7. Girdinin günlük kullanım miktarı oldukça dengelidir.
8. Stok bitmesine karşı önlem alabilmek amacıyla, yıllık kullanım için güvenlik stoğu olarak sabit yüzdeler söz konusudur; bu yüzdeler güvenilirliğinin değişimini ifade etmek amacıyla türlere göre farklıdır.

Bunun sonrasında, kullanılacak olan bazı değişkenleri verelim:

- OC : sipariş başına sipariş maliyeti
- PKC_m : m ulaşım türünde, birim ağırlıktaki nakliye başına ambalaj maliyeti
- RATE_m : m ulaşım türünde navlun tutarı
- TT_m : m ulaşım türünde, gün olarak ortalama ulaşım süresi
- İ : yıllık faiz oranı
- HC_m : m ulaşım türünde, birim nakliye ağırlığı başına ulaşım maliyeti
- SC : ft³ başına depolama maliyeti
- a_m : m ulaşım türü kullanıldığında güvenlik stoğu olarak yıllık kullanım oranı
- DEN : malın yoğunluğu

Bu şekilde, aşağıdaki elemanların fonksiyonu olarak tanımlanan lojistik ulaşım maliyetini basitleştirebilmemiz mümkündür.

1. Birim başına satın alma maliyeti: P_i
2. Birim başına sipariş maliyeti: $[(x/q) \cdot OC] / q = OC / q$
3. Birim başına ambalaj maliyeti: $[(x/q) (PKC_m \cdot q)] x = PKC_m$
4. Birim başına tarife tutarı: $[(x/q) (RATE_m \cdot q)] x = RATE_m$
5. Birim başına sevkiyatta sermaye taşıma maliyeti:
 $\{ [q \cdot (TT_m / 365)] (x/q) \cdot P_i \cdot i \} / x = (TT_m / 365) P_i \cdot i$
6. Birim başına ulaşım maliyeti: $[(x/q) (HC_m \cdot q)] / x = HC_m$
7. Birim başına güvenli olmayan stok depolama maliyeti (7 kabulü için, güvenli olmayan stoğun ortalama seviyesi ve zaman boyunca güvelik stoğu sırasıyla $q/2$ ve $a_m \cdot x / 2$ dir.)
 $\{ [(q/2) \cdot DEN] \cdot SC \} / x = (q \cdot SC) / (2 \cdot DEN \cdot x)$
8. Birim başına güvenli olmayan stok taşıma maliyeti
 $[(q/2) \cdot P_i \cdot i] / x = (q \cdot P_i \cdot i) / (2 \cdot x)$
9. Birim başına güvenlik stoğu depolama maliyeti
 $\{ [(a_m \cdot x / 2) / DEN] \cdot SC \} / x = (a_m \cdot SC) / (2 \cdot DEN)$
10. Birim başına güvenlik stoğu taşıma maliyeti
 $[(a_m \cdot x / 2) \cdot P_i \cdot i] / x = (a_m \cdot P_i \cdot i) / 2$

Firmanın amacının, toplam maliyetleri minimize etmek olduğunu düşünerek, maliyet fonksiyonunu aşağıdaki şekilde yazabiliriz:

$$\begin{aligned}
 w_{imq} = & (P_i + \frac{OC}{q} + PKC_m + RATE_m + \frac{TT_m \cdot P_i \cdot i}{365} + HC_m \\
 & + \frac{q \cdot SC}{2 \cdot DEN \cdot x} + \frac{q \cdot P_i \cdot i}{2 \cdot x} + \frac{a_m \cdot SC}{2 \cdot DEN} + \frac{a_m \cdot P_i \cdot i}{2}) \cdot x \quad (5.7)
 \end{aligned}$$

Maliyet fonksiyonunun q ' ya göre türevlerinin alınması ile aşağıdaki eşitliği elde ederiz:

$$\frac{\partial w_{imq}}{\partial q} = -\frac{OC}{q^2} + \frac{SC}{2 \cdot DEN} + \frac{P_i \cdot i}{2} = 0 \quad (5.8)$$

Böylece, belirli bir i ve m kombinasyonundaki optimum nakliye boyutu olarak tanımlanan $q^*(i,m)$ aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$q^*(i,m) = \sqrt{\frac{2 \cdot X \cdot DEN \cdot OC}{SC + P_i \cdot i \cdot DEN}} \quad (5.9)$$

$q^*(i,m)$ ' nin bu durumda, m ' nin bir fonksiyonu olmadığına dikkat ediniz. $q^*(i,m)$ 'nin her bir ifade uyarınca türevlerinin incelenmesi neticesinde optimum nakliye boyutunun artışının, yıllık kullanım oranı x 'e, DEN yoğunluğa ve sipariş maliyeti OC ' ye nazaran azalan bir hızda olduğu görülmektedir. Buna zıt olarak, depolama maliyeti SC , satın alma fiyatı P_i ve faiz oranı i konusunda azalan ve konveks bir fonksiyon bulunmaktadır. (5.9) eşitliğinin (5.7) eşitliğinde yerine konulması ile i ve m cinsinden aşağıdaki şekilde verilen bir $w^*(i,m)$ optimum maliyet elde edilebilmektedir:

$$\begin{aligned} w^*(i,m) = & P_i + OC \sqrt{\frac{SC + P_i \cdot i \cdot DEN}{2 \cdot x \cdot DEN \cdot OC}} + PKC_m + RATE_m + \frac{TT_m \cdot P_i \cdot i}{365} + \\ & + HC_m + \frac{SC}{2 \cdot DEN \cdot x} \sqrt{\frac{2 \cdot x \cdot DEN \cdot OC}{SC + P_i \cdot i \cdot DEN}} + \frac{P_i \cdot i}{2 \cdot x} \sqrt{\frac{2 \cdot x \cdot DEN \cdot OC}{SC + P_i \cdot i \cdot DEN}} + \frac{a_m \cdot SC}{2 \cdot DEN} + \\ & + \frac{a_m \cdot P_i \cdot i}{2} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= P_i + PKC_m + RATE_m + \frac{TT_m \cdot P_i \cdot i}{365} + HC_m \\
&+ \frac{a_m \cdot SC}{2 \cdot DEN} + \frac{a_m \cdot P_i \cdot i}{2} + \sqrt{\frac{2(SC + P_i \cdot i \cdot DEN) \cdot OC}{x \cdot DEN}} \quad (5.10)
\end{aligned}$$

Bu şekilde, optimum strateji, $w^*(i,m)$ nin tüm i ve m ler için karşılaştırılması ve minimum w^* ın gözlemlendiği, i ve m lerin seçilmesi sağlanabilecektir.

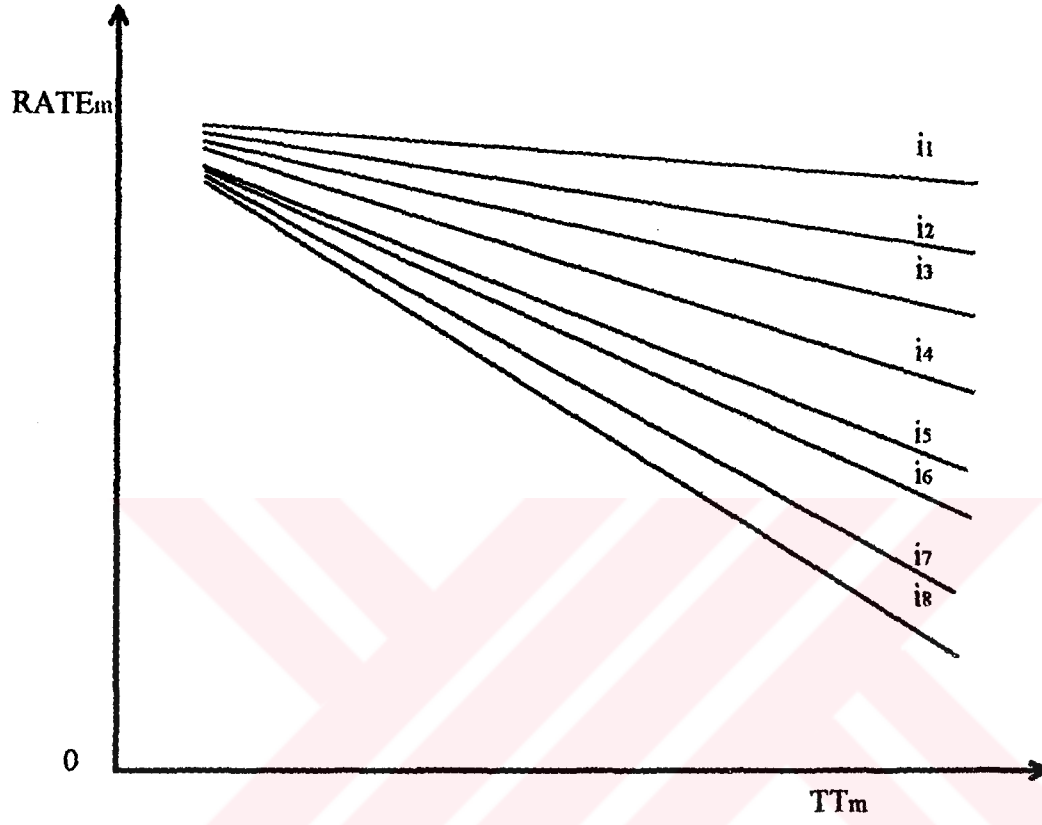
Yukarıdaki model ifadesinde, vurgulanan ulaşım maliyeti ve ulaşım süresi arasındaki takaslar doğrusaldır. Her bir türde, miktar ve ulaşım süresi arasındaki fark aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir.

$$RATE_m + \frac{TT_m \cdot P_i \cdot i}{365} = C \quad (5.11)$$

Burada, C bir sabittir. i faiz oranının değiştirilmesi ile oluşturulan, bir lineer bağıntılar kümesi Şekil 5.3'deki gibi grafiğe geçirilebilir. R alt indisini raylı sistem ile taşıma ve T ' yi de karayolu ile taşıma olarak ifade edersek, demiryolu ve karayolu arasındaki farksızlık eğrileri aşağıdaki şekli almaktadır:

$$\begin{aligned}
&PKC_R - PKC_T + RATE_R - RATE_T + (TT_R - TT_T) \frac{P_i \cdot i}{365} + HC_R - HC_T \\
&+ (a_R - a_T) \left(\frac{SC}{2 \cdot DEN} + \frac{P_i \cdot i}{2} \right) = 0 \quad (5.12)
\end{aligned}$$

Yukarıdaki gelişim içerisinde yer alan kabuller, sabit navlun giderlerinin kabulü hariç oldukça gerçekçidir. Daha önce de belirtildiği gibi, uygulamada navlun gideri, nakliye boyutunun azalan bir fonksiyonu olmaktadır. Büyük nakliye boyutlarında, yük



Şekil 5.3.Farklı (i) faiz oranlarında $RATE_m$ ve TT_m arasındaki farksızlık eğrileri, $i_n > i_{n-1}$ *

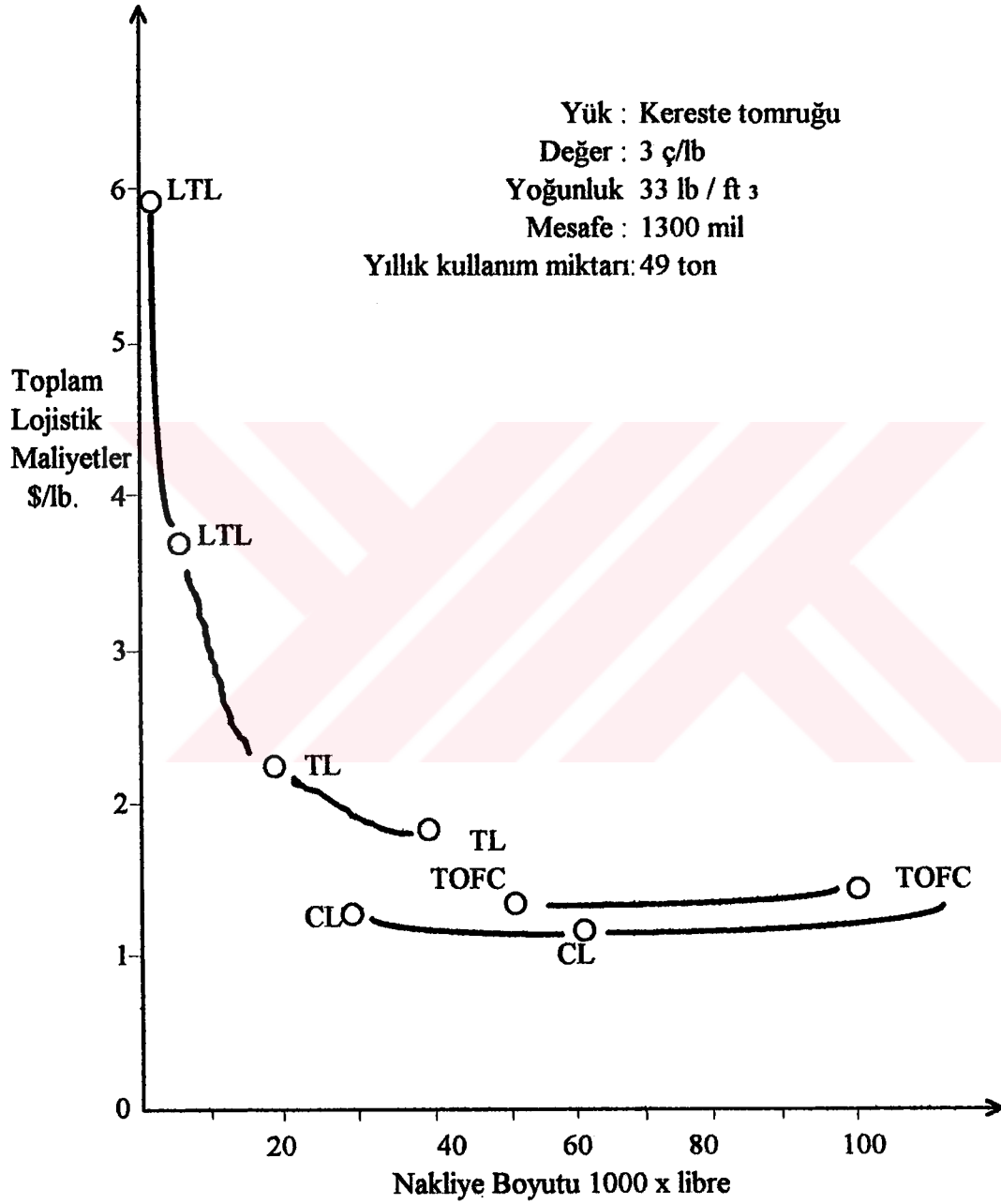
* Bu şekil Chiang et. al (1981) den alınmıştır, s.109

gönderimine ait ekonomilerin bulunduğu açıktır. Lojistik yönetim süreci tarafından oynanan temel rollerden birisi, ilgili birçok etkenler arasında ticari takasların yapılmasıdır. Bu sebeple, sabit navlun oranlarının var olduğunun kabul edilmesi gerçekdışı olacaktır. Ancak, sabit navlun tutarları kabulü, q^* 'ın analitik olarak çözülmesi için gerekli olan önemli kabuller olmaktadır. Bu kabul yapılmaksızın (5.8) eşitliğinin birinci derece türevi, q^* 'nın polinomlu bir eşitliğini içerecektir. Bu şekilde, genel bir çözümün oluşturulması mümkün olmayacaktır. Klasik deterministik envanter teorisi modelleri, bu kabulü genellikle yapmakta ve bu sebeple model sonuçları gerçek dünya sonuçlarıyla karşılaştırıldığında gerçek dışı kalmaktadırlar .

Bu zorlukların giderilmesi amacıyla, deterministik bir maliyet modelinin kurulması için bir benzeşim yöntemi kullanılabilir. Lojistik strateji analizörü modeli bu tiptir. Bu modelde, farklı ulaşım stratejileri için, oluşacak tüm maliyet bileşenleri dikkate alınarak, her bir lojistik strateji için maliyet bulunur. Bunların her biri bir model yardımıyla hesaplanır, bunun için benzeşim kullanılır. Bu şekilde deterministik bir maliyet modeli oluşturulur.

Lojistik kararlar, bunun sonrasında, çok ayrışık bir düzeyde tahmin edilmektedir. Şekil 5.4' deki örnek, yılda 49 ton kereste kullanan ve malı 1300 mil uzaktaki bir satıcıdan alıp nakleden bir firma için en iyi çözümün 60.000 pound nakliye kapasitesinde olan demiryolu vagonları ile taşıma yapmak olduğunu göstermektedir.

Bu yaklaşımda iki temel kısıtlama bulunmaktadır. Birincisi, optimum olanı araştırmak için tüm muhtemel alternatifleri dikkate alması ve bu sebeple kullanımının pahalı olmasıdır. Daha da önemlisi, tanım olarak deterministik bir maliyet modeli, tüm bilginin gözlemlenebilir olduğunu kabul etmektedir. Gerçekte, temin edilmesi mümkün olmayan çok fazla bilgi bulunmaktadır. Bu sebeple, lojistik seçiminin belli bir kesinlikte yapılması mümkün değildir. Deterministik bir maliyet modelinde gözlemlenemeyen bilginin olduğu kabulü, sonuçların önyargılı olma olasılığı sorununu doğurur. Sonuç olarak bir rassal maliyet formülasyonu bu açıdan daha uygun görülmektedir.



Şekil 5.4. Ulaşım türü ve nakliye boyutunun bir fonksiyonu olarak toplam lojistik maliyetler*

* Bu şekil Chiang et. al (1981) den alınmıştır, s.111

5.5. Rassal Maliyet Modeli

Rassal maliyet modeli, w_{imq} satın alma ve lojistik maliyetlerin w_{imq}^0 gözlemlenebilen kısmından ve w_{imq}^u gözlemlenemeyen kısmından oluştuğu kabul etmektedir. Gözlemlenemeyen kısım, ε_{imq} olarak adlandırılmaktadır. Maliyet fonksiyonunun tanımındaki rassallık, gözlemlenemeyen maliyet bileşenlerin atlanmasından veya ölçüm hatasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında, diğer muhtemel hata kaynakları da bulunmaktadır.

ε_{imq} 'ların gözlemlenememesi sebebiyle, sadece seçim olasılıkları, aşağıdaki gibi tahmin edilir.

$$\begin{aligned} P_r(imq | A) &= P_r[w_{imq}^0 + \varepsilon_{imq} \leq w_{i'm'q'}^0 + \varepsilon_{i'm'q'}, \forall i'm'q' \in A] \\ &= P_r[\varepsilon_{imq} - \varepsilon_{i'm'q'} \leq w_{i'm'q'}^0 - w_{imq}^0, \forall i'm'q' \in A] \end{aligned} \quad (5.13)$$

Bu sebeple; seçim olasılıklarını türetmek için, ε_{imq} 'ların yığılımlı dağılımı olarak, ε_{imq} 'ya ait bir olasılık yoğunluk fonksiyonu kabul edilebilir. ε için, farklı kabuller yapılarak, farklı fonksiyon formlarında rassal maliyet modelleri elde edilecektir. Mesela; $\forall_{imq} \varepsilon \in A$ için, ε_{imq} 'nın çift üstel fonksiyona (Gumbell dağılımına) göre değiştiği kabul edilirse, aşağıdaki katlı logit model (5.13) eşitliğinin integralinin alınmasıyla elde edilebilir.

$$P_r(imq | A) = \frac{e^{-\mu w_{imq}^0}}{\sum_{i'm'q' \in A} e^{-\mu w_{i'm'q'}^0}} \quad (5.14)$$

Burada μ , logit modelinin ölçek parametresidir.

Alternatif olarak , ε_{imq} 'ların çok değişkenli normal bir dağılımda dağıldığı kabul edilirse; bir probit model elde edilebilir.³ Dikkat edilirse; türetilen seçim modellerinin, sadece gözlemlenebilen maliyet bileşenlerinin fonksiyonu olduğu görülmektedir (i,m,q).

Şimdi lojistik seçim sürecini, rassal maliyet modelinin detaylı olarak kullanılması amacıyla formüleştirmeye başlayacağız. Önceki bölümde tanımlanan değişkenler hala geçerlidir .Yeni kullanılacak notasyonlar şunlardır.

SPC: Özel tarife giderleri

WT: Gün olarak bekleme süresi

LTP: % kayıp ve hasar

IT: Bir tazminat talebin araştırılmasının tamamlanması ve tazminatın ödenmesi için gerekli olan süre

CLP: Bir zarar/hasar olasılığı

PGC: Nakliye başına ambalaj maliyeti

SHELF: Gün olarak raf ömrü

HT: Depoda yığma yüksekliği

R: Gün olarak ulaşım süresinin güvenilirliği

Köken, ulaşım türü ve nakliye boyutunun, rassal maliyet modelinde seçimi konusundaki lojistik maliyet fonksiyonunun genel tanımı, Chiang et. al, (1981)'de aşağıdaki şekilde önerilmektedir

Satın Alma Maliyeti

Uygulama sebeplerinden ötürü satın alma maliyeti FOB fabrika fiyatı kullanılarak tanımlanmaktadır. Mevcut zamanda miktar indirimi bulunmamaktadır. Bu şekilde yıllık satın alma maliyeti $\beta_1 * P_i^*$ x olarak kullanılmaktadır. Diğer tüm katsayıların normalize

³Logit ve probit modeller için Altın (1996)' ya bakılabilir.

edilmesi için kullanılabilir. Bunun böyle yapılması durumunda sonuçta ortaya çıkan katsayılar, dolar cinsinden ölçülen maliyetlere uygun birimlerde ifade edilebilirler. Miktar indirimlerinin mevcut olması ve miktarın $P_i(q)$ olarak tanımlanması durumunda terim $\beta_1^* P_i(q)^*$ x olarak ifade edilmektedir.

Sipariş Maliyeti

Sipariş maliyetinin hassas olarak tanımlanması oldukça zordur. Ancak, bilinmeyen sipariş birim maliyeti, katsayının bir kısmı olarak hesaplanabilir. Sipariş başına sipariş maliyetinin sabit olduğu dikkate alınarak; yıllık sipariş maliyeti $\beta_2^* x/q$ olarak formülize edilebilir. Bu şekilde hesaplanan β_2/β_1 her türlü nakliye boyutundaki, tüm firmaların, tüm mallarını için ,sipariş başına ortalama maliyet olmaktadır. Bu tanımlama basittir, fakat çok gerçekçi değildir, çünkü sipariş maliyeti, en azından ekstrem değerlerde, nakliye boyutunun bir fonksiyonu olabilmektedir. Daha iyi bir kabul, sipariş başına sipariş maliyetinin $\beta_2^*(P_i^*q)^n$ olarak tanımlanması olabilir. Burada n, tahmin öncesinde belirlenecek olan seçim modelinin bir parametresidir. n değerinin 0 ile 1 arasındaki bir değer olduğunu biliyoruz. Bu şekilde, yıl başına sipariş maliyeti; $\beta_2 \cdot (P_i \cdot q)^n \cdot x/q = \beta_2 \cdot P_i^n \cdot q^{n-1} \cdot x$ olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama, sipariş maliyetinin satın alma miktarıyla değiştiğini, büyük miktarda satın almaların küçük miktarda satın almalara nazaran daha çok arzu edildiğinin dikkate alındığını göstermektedir.

Elleçleme (yükleme-boşaltma) maliyeti

Elleçleme maliyeti verileri genellikle elde edilemez. Nakliye başına elleçleme maliyetinin sabit olarak kabul edilmesi durumunda, yıllık elleçleme maliyeti $\beta_3^* x/q$ olarak tanımlanabilir. Bu durumda, elleçleme ve sipariş maliyetleri bir değişken olur ve sadece bir katsayı hesaplanır. Ancak bu kabul gerçekçi değildir. Çünkü elleçleme donanımı ihtiyacı, nakliye boyutuyla yakından alakalıdır. Birim başına elleçleme maliyetini, birkaç nakliye boyutu değişkeni kullanarak tanımlamak mümkündür: $\beta_{3n}^* x/q$, burada n, nakliye

boyutu bloğunu göstermektedir. Bu şekilde, nakliye boyutu bloklarında farklı olarak tahmin edilebilir. En azından üç nakliye boyutu bloğu dikkate alınabilir. Bunlar;

- mekanize elleçleme donanımının gerekli olmadığı nakliye boyutları
- yarı otomatik donanım (fork-liftler ve kargo vinçleri gibi) gerektiren nakliye boyutları.
- vakumlu boşaltma, hava kızıağı veya kütleli boşaltma amacıyla konveyör donanımı gereken tam otomatik donanım ihtiyacındaki nakliye boyutlarıdır.

Ulaşım Giderleri

Bu basitçe, $\beta_4 \cdot (\text{RATE}_{imq} + \text{SPC}_{imq}) \cdot x$ olarak verilebilir. Özel giderlerin bulunmaması durumunda (veya özel giderler konusundaki verilerin temini mümkün değilse); tanımlama, $\beta_4 \cdot \text{RATE}_{imq} \cdot x$ şeklinde basitleştirilmektedir. β_4 'ün sadece bir ölçek faktörü olarak kullanıldığına dikkat edilmelidir.

Nakliyatta Sermaye Taşıma Maliyeti

Nakliye esnasında sermaye taşıma maliyeti, faiz oranı ile ulaşım süresi esnasında, yüke bağlanan sermaye değerinin çarpımı olarak ölçülmektedir. Firmalar tarafından, planlama amacıyla kullanılan faiz oranlarının elde edilmesinin çok zor olmasının yanı sıra, belirtilen faiz oranının bir katsayı olarak hesaplanması da faydalı olacaktır. Bu işlem yıllık sermaye taşıma maliyetinin

$$\beta_5 \cdot \frac{TT_{im}}{365} \cdot P_i \cdot x$$

olarak tanımlanmasıyla yapılır. β_5 'in β_1 ile bölünmesi sonucunda; dolar başına dolar olarak yıllık faiz oranının elde edilmesi sağlanacaktır. Aracın beklenmesi için geçen zaman esnasında, satın alma maliyetlerinin ödendiği durumlarda nakliyattaki sermaye taşıma maliyeti şu şekilde olacaktır.

$$\beta_5 \cdot \left(\frac{TT_{imq}}{365} + \frac{WT_{imq}}{365} \right) \cdot P_i \cdot x$$

Tazminat talebi ile Bağlanan Sermaye Taşıma Maliyeti

Bir zararın meydana geldiğinin belirlenmesinden, tazminat konusunda anlaşmaya varana kadar bir zarar ya da hasar tazmininde bağlanan sermaye maliyetidir. Bu $\beta_6 \cdot LDP_{imq} \cdot IT_m / 365 \cdot P_i \cdot x$ olarak tanımlanabilir. Araştırmanın yapılması için gerekli olan zaman; IT, taşıyıcıya bağlı olarak değişmektedir, bu sebeple; ulaşım türünün bir fonksiyonudur. Bu bilginin elde edilmesi zordur. Aynı ulaşım türündeki tüm taşıyıcılar için zamanın sabit olduğu kabul edilebilir. Bu kabul amacıyla, $\beta_{6n} \cdot LDP_{imq} \cdot P_i \cdot x$ olarak ifade edilen türe özel değişkenlere ihtiyaç duyulmaktadır, burada n, türe ait alt indistir.

Bir Talebin Dava Edilmesinin Maliyeti

Bir talebin dava edilmesinin maliyeti, mantıken sabit kabul edilebilir. Bu sebeple, bu maliyet $\beta_7 \cdot CLP_{imq} \cdot x/q$ olarak ifade edilebilir β_7/β_1 bir talebin dava edilmesi konusundaki ortalama maliyet tahminini verecektir.

Ambalaj Maliyeti

Ambalaj maliyeti bilgisinin temin edilebilmesi durumunda, bu maliyet terimi; $\beta_8 \cdot PGC \cdot x/q$ olarak ifade edilebilir. Maalesef, ambalaj maliyeti bilgileri genellikle elde edilemez. Tüm nakliyeler için, birbirinin aynı ambalaj tipinin bulunduğu kabulü mantıksız olduğundan, maliyet konusunun ihmal edilmesi gerekmektedir.

Nakliye veya depolama esnasında değer kaybı

Nakliye ya da depolama esnasında raf ömründeki azalma, sadece, zaman açısından hassas ya da bozulabilir mallar için geçerlidir. Bu sebeple bu maliyet konusu, nakledilen malın -herhangi bir tanımlamaya gerek duymaksızın- uzun bir raf ömrünün bulunması durumunda sifira eşitlenmelidir. Zamana hassas yada bozulabilir mallarda nakliye esnasındaki değer kaybı; $\beta_9 \cdot (WT_{imq} + TT_{imq}) \cdot (1/SHELF) \cdot P_i \cdot x$ olarak formüle edilebilmektedir. Bu tanımlamada, değer kaybı, sipariş varış yerine geldiğinde sona eren malların toplam ömrünün yüzdesi ile orantılı olmaktadır. Daha karmaşık bir formülasyon da depolama esnasındaki raf ömrü kaybını $\beta_9 \cdot [q - u(SHELF - TT_{imq} - WT_{imq})] \cdot P_i \cdot 1/q \cdot x$ olarak almaktadır, burada $(SHELF - TT_{imq} - WT_{imq})$ terimi, zamana hassas yada bozulabilir malların kullanım özelliklerini yitirmemesi için, mümkün olan zaman anlamına gelmektedir. Bu sebeple $u(SHELF - TT_{imq} - WT_{imq})$ terimi bu mallar için, bozulma yada zaman kaybı sebebiyle, maksimum nakliye boyutu olmaktadır. Bu sebeple $\beta_9 \cdot [q - u(SHELF) - TT_{imq} - WT_{imq}] \cdot P_i \cdot 1/q \cdot x$, q nakliye boyutu ile ilgili olarak ortaya çıkan toplam değer kaybını göstermektedir. $q - u(SHELF - TT_{imq} - WT_{imq})$ 'nun negatif değerli olmaması gerektiğine dikkat edilmelidir. $u(SHELF - TT_{imq} - WT_{imq})$ 'den daha küçük nakliye boyutları için bir değer kaybı bulunmamaktadır. β_9 , sadece bir ölçek faktörüdür. u mamulün günlük kullanım oranıdır.

Envanterde Sermaye Taşıma Maliyeti

Sanayi tarafından genel olarak kullanılabilen farklı girdilerde, günlük kullanım verilerinin elde edilmesi hemen hemen imkansızdır. Oranlar konusunda bir olasılık dağılımının mevcut olduğunun, kabul edilmesi mümkün olmasına rağmen, uygulama amaçlı olarak, günlük kullanım oranlarının sabit olduğu kabul edilebilir.

Bu sebeple, güvensiz olmayan stok konusundaki ortalama envanter seviyesi; nakliye boyutunun yarısı olmaktadır. Ortalama olarak, stoğun yarısı, siparişler arasında belirli bir zaman süresince tutulmaktadır. Bu sebeple, envanterdeki sermaye taşıma

maliyetini $\beta_{10} \cdot q/2 \cdot P_1$ olarak tanımlayabiliriz. β_{10} un β_1 ile bölünmesi ile, nakliye maliyetinin dolar olarak ifade edilmesinde kullanılabilecek olan faiz oranının bir tahmini değeri bulunabilir.

Güvenli olmayan Stok Depolama Maliyeti

Depolama maliyeti bilgilerinin temininin mümkün olması durumunda bu maliyet terimi $\beta_{11} \cdot q/2 \cdot STC$ olarak tanımlanabilir. Maalesef depolama maliyeti konusundaki bilgilerin gözlemlenmesi mümkün değildir. Ancak bunu gözlemlemeden depolama maliyetinin tanımlanması için mümkün yollar bulunmaktadır. Tüm ürünlerde pound başına sabit depolama maliyeti kabul etmemiz durumunda $\beta_{11} \cdot q/2$ eşitliği elde edilir. β_{11} in β_1 ile bölünmesi neticesinde; pound başına depolama maliyetinin dolar olarak bir tahmini değeri elde edilir. Alternatif olarak, tüm ürünlerin foot küpü başına sabit bir depolama maliyetinin bulunduğu kabul edilirse; $\beta_{11} \cdot q/2 \cdot 1/DEN$ elde edilir. Bu durumda katsayı, depolama alanının foot küpü başına depolama maliyetini temsil etmektedir. Daha detaylı tanımlamaların yapılması neticesinde birim foot kare başına sabit bir depolama maliyeti kabul edilebilir, bu durumda, maliyet terimi depolama yerinin foot karesi başına ortalama depolama maliyetini temsil eden katsayılar kullanılarak $\beta_{11} \cdot q/2 \cdot 1/DEN \cdot 1/HT$ olarak ifade edilebilir. Bu tanımlama daha mantıklıdır çünkü, depolamadaki yığma yüksekliği ürüne göre değişmektedir.

Güvenlik Stoğu Taşıma Maliyeti, Depolama Maliyeti ve Stok Bitme Maliyeti

Bu terim, stok bitmesine karşı elde tutulan malların sermaye maliyetlerini ve meydana geldikleri zamanlarda stok bitmelerinin maliyeti yansıtmaktadır. Bu terimin kesin tanımı oldukça zordur çünkü dikkate alınması gereken olasılıksal bağıntılar vardır. Durum, veri temini konusundaki kısıtlamalar sebebiyle daha da karmaşık bir hal almaktadır.

Güvenlik stoğu taşıma/depolama maliyeti ve stok bitme maliyeti birbirlerini dengeleyen faktörlerdir. İkisi arasında yapılan bir dengeleme, tesis yöneticisi tarafından stok bitmesi riski ile birlikte sağlanır. Chiang et al (1981) de Terziev (1975) tarafından , Roberts'in olasılıksal sisteminden güvenlik stoğu taşıma ve stok bitme maliyetlerine bir yaklaşım yapmak amacıyla geliştirilen eşitlikler şu şekildedir:

$$C(\gamma) = \beta_{12} \cdot (a_0 \cdot \gamma^{-a_1}) \cdot \text{PRICE} / x + \beta_{13} \cdot (a_2 \cdot \gamma) P_i / q \quad (5.15)$$

burada:

$C(\gamma)$: Birim başına güvenlik stoğu taşıma ve stok bitme maliyetleri

γ : Stok bitme riski

PRICE: Girdi yerinde üretilen ürünün fiyatı

a_0, a_1, a_2 : Roberts'in sisteminden türetilen parametreler.

Bunun arkasından $C(\gamma^*)$ optimum maliyeti için bir çözüm yapmıştır. Bunun sonucunda, birim başına, güvenlik stoğu taşıma ve stok bitme maliyeti konusunda bir ifade elde edilmiştir.

Yukarıdaki tanımlama, üretilecek olan mal konusunda, malın üretileceği girdi malzemeleri ve bunların piyasa fiyatların hakkında bilgilere gereksinim duyar. Bunun genelde temini mümkün değildir. Alternatif tanım şu şekilde önerilmektedir. Günlük kullanım miktarının sabit olduğu ve firmanın stok bitme riskinin %n güvenlik seviyesinde belirlendiği kabul edilirse, güvenlik stoğu $u \cdot (R_{imq}^n - TT_{imq})$ olarak ifade edilebilir, burada R^n , %n güvenlik değerinde, gün olarak ifade edilen güvenilirliktir. Bu sebeple, tüm firmaların, aynı stok bitmesi riskine sahip olduğunu kabul edersek, toplam güvenlik stoğu taşıma maliyeti $i.u.(R_{imq}^n - TT_{imq}) \cdot P_i$ olmaktadır. Firmaların aynı riske sahip olmadıkları ve bunların risklerinin dikkate alınmadığını düşünerek, güvenlik stoğu taşıma maliyetini ürüne özel bir değişken olarak tanımlanmaya çalışılır. Bu $\beta_{12k} \cdot u.(R_{imq}^{99} - TT_{imq}).P_i$ durumuna gelir, burada; k ürünleri ve R^{99} ise; %99 luk güven oranında güvenilirliği ifade etmektedir. Genel olarak, sonuç tüketim ürünleri, sermaye ürünleri ve

hammadelerin farklı stok bitme sonuçlarına sahip olma eğilimleri bulunmaktadır. Bu durum, onların ilgili stok bitme riskinin buna bağlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir. Bu tanımlama şeklinin, ulaşımda sermaye taşıma maliyeti tanımına yakın olduğu görülmektedir, ancak, ulaşımda sermaye taşıma maliyeti olarak tanımlanan bir genel değişkene zıt olarak burada, yüke özgün değişkenler kümesine sahibiz. Benzer şekilde, güvenlik stoğu maliyetinin $\beta_{13k} \cdot u \cdot (R_{imq}^{99} - TT_{imq}) \cdot 1/DEN$ olarak tanımlanması mümkündür.

R^{99} 'luk kapital taşıma maliyeti, %99 güvenlik seviyesinde stok bitmesine karşı korunmak için gerekli olan gün sayısıdır, bu, ilgili maliyetin bir kısmını oluşturmaktadır. Halen, teslimatın R^{99} günden daha fazla zaman alması konusunda, %1 oranında bir şans bulunmaktadır. Bunun yanında, stok bitmesi meydana gelebilir veya alıcı tarafından, bunun önlenmesi için, havadan acil durum nakliyatı veya ürünün bir kısmının rakip firmadan alınması gibi durumların meydana gelmesi mümkündür. Böylece, uygun koruma düzeyi, bu acil durum eylemi ve alternatif stok bitmesine karşı geliştirilmelidir. Minimum toplam maliyetler; daha fazla güvenlik stoğunun envanter taşıma maliyeti üzerine getireceği ilave günle oluşacak marjinal maliyet ile acil durum mal temini maliyetinin oluşma zamanlarındaki farklılıkla dengelenecektir. Açık şekilde, farklı kullanım durumlarında farklı mallar için (yani R^{60}, R^{90} vs) farklı koruma seviyelerinin kullanılması gerekmektedir. Hesaplama için bir stratejinin kullanılması gerekmektedir.

Yük ulaşım talebinin rassal maliyet modelinde, maliyet fonksiyonunun genel tanımının verilmesinin arkasından, rassal maliyet modelinin geliştirilmesi ile ilgili konuların değerlendirilmesine geleceğiz. İlk olarak, seçim değişkenlerini daha yakın olarak araştıracağız. Şimdiye kadar bir (i, m, q) kombinasyonunu, lojistik seçim konusunda dikkate alınacak olan bir alternatif olarak ele aldık. i , m ve q seçiminin bağımsız olarak yapılması sebebiyle, temelde üç ayrı seçenek boyutu bulunmaktadır. Bunlar, köken, tür ve nakliye boyutudur. Bu üç seçim, uzun vadede, ortak olarak yapılacağı gibi, kısa vadede aşamalı olarak ta yapılabilir. Mesela; satın alan firmanın, bir satıcı ile çok siparişli bir sözleşme yapması durumunda, satıcının seçimi, tür ve nakliye

boyutunun seçimine nazaran, daha uzun vadeli bir karar olmaktadır. Benzer şekilde nakliye boyutunun seçimi, bazı durumlarda, tür seçimine nazaran, daha acil bir tercih olabilmektedir. Böylece problem çok boyutlu bir problem olmaktadır. Üç boyutu, ortak seçimde ve aynı zamanda da, aşamalı olarak veren bir modele ihtiyacımız bulunmaktadır.

Bu gereksinim, seçim kümesinin yapısı dikkate alındığında daha da karmaşık bir hal almaktadır. Elde edilmesi mümkün olan, farklı model alternatifleri içeren, seçim problemleri büyük dikkat çekmektedir. Ancak, bu modeller, genellikle fonksiyonel formda ve kullanılması mümkün olan değişken tiplerinde kısıtlamalar vermektedir. Bu kısıtlamalar, bunların bizim problemimize uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu, Westin'in modelinde incelenmiştir.

Westin'in modelinde beş basamaklı bir yordam verilmektedir. Ortak tür ve nakliye boyutu seçimi konusunda, yordam aşamalarını aşağıdaki şekilde yazmamız mümkündür:

1. Uygulanabilir tüm türlerle ilgili istenen nakliye boyutlarının, çok değişkenli olasılık dağılımının tanımlanması.
2. Nakliye istenen tüm ulaşım türlerinde, her bir tür için bir seçilme olasılığı modelinin tanımlanması
3. Yukarıdaki bulunan 1 ve 2 aşamalarının sonuçlarının birleştirilerek, her tür ve nakliye boyutu için ortak olasılık dağılımının elde edilmesi
4. Her bir karar verici için, seçilmemiş nakliye boyutu üzerinde, ortak olasılık dağılımının integralini alarak, seçilen tür ve nakliye boyutunda marjinal olasılık dağılımının elde edilmesi.

5. Örneklemede bulunan tüm gözlemler için 4 maddesinden elde edilen sonuçların birleştirilerek, model parametrelerinin hesaplanabileceği benzerlik fonksiyonunun elde edilmesi.

İki tür durumunda, Westin'in modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

$$q_1 = \beta_1' X_1 + \varepsilon_1 \quad (5.16)$$

$$q_2 = \beta_2' X_2 + \varepsilon_2 \quad (5.17)$$

$$I = \alpha_1 q_1 + \alpha_2 q_2 + \gamma' W + \eta \quad (5.18)$$

$$P_r(m_1 | q_1, q_2) = P_r(I \geq 0) \quad (5.19)$$

$$P_r(m_1, q_1) = \int_{q_2} P_r(m_1 | q_1, q_2) P_r(q_1, q_2) dq_2 \quad (5.20)$$

burada,

$q_i = i$ türünün seçimi ile ilgili, sürekli bağımlı q değişkeni

$i =$ kesikli tür seçimi için bir gösterge fonksiyon

$X_1, X_2, W =$ açıklayıcı değişkenlerin vektörleri

$\alpha_1, \alpha_2, \gamma, \beta_1, \beta_2 =$ parametreler

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \eta =$ stokastik terim

$(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ nin aşağıdaki şekilde normal dağıldığını kabul edersek,

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix} \approx \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix} \quad (5.21)$$

$\eta \sim N(0,1)$ ve

η 'nin $(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ den bağımsız olduğunu kabul edersek,

$$Pr (m_1 | q_1, q_2) = \Phi (\alpha_1 q_1 + \alpha_2 q_2 + \gamma'W)$$

elde ederiz.

$$Pr (q_1, q_2) = N \left[\begin{pmatrix} \beta'_1 X \\ \beta'_2 X \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix} \right] \quad (5.22)$$

Her bir gözlemede sadece seçilen türün ve nakliye boyutunun gözlenmesi sebebiyle m_1 ve q_1 ' in marjinal dağılımı (5.20) eşitliğinde gösterilen integrale sağlanmaktadır. Westin'in modelinin orjinal ifadelerinin (5.16) ve (5.17) eşitliklerini doğrusal olarak kabul ettiğine dikkat ediniz. Ancak, doğrusal olmayan ifadelerin kullanılması da mümkündür. Westin, buna ek olarak bir logit modelin, probit modelin yerine kullanılabileceğini göstermiştir, ancak bu durum matematiği aşırı derece karmaşıklaştırmaktadır. Önemli nokta; Westin'in modelinin q_1 ve q_2 konusundaki eşitlikleri eksojen (bağımsız) değişkenler olarak ele almasıdır. Bunun yanında nakliye boyutu açısından, doğrusal olan bir maliyet fonksiyonunun türetilmesini öngörmektedir. Maalesef bu türetimler, buradaki lojistik maliyet fonksiyonunda dikkate alınamaz. Çünkü birinci derece minimizasyon durumunda, uygulanabilir q için çok nonlineer bir fonksiyon form verir. Bu şekilde, optimum nakliye boyutu için gerçekçi kabuller yapılmadıkça çözülmesi imkansız olur .

Nakliye boyutunun modellenmesindeki diğer bir olasılıkta başarısız olmuştur. Bunun sebebi, temel olarak aynı zorluklara dayanmaktadır. Bu yöntem aşağıdaki şekilde ifade edilebilir. q_1 , q_2 ve C 'nin aşağıdaki şekilde tanımlandığını kabul edelim.

$$q_1 = q_1(x) + \varepsilon_1 \quad (5.23)$$

$$q_2 = q_2(x) + \varepsilon_2 \quad (5.24)$$

$$C = C(X, q_1, q_2) + \varepsilon_3 \quad (5.25)$$

q_i : i türünün seçimi ile ilgili sürekli bağımlı q değişkeni

C : 1 türü (C_1) ve 2 türü (C_2) kullanımı arasında lojistik maliyet farkı, $C=C_1-C_2$

X = açıklayıcı değişkenler

ε_i : stokastik terim

Sonra $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ ve ε_3 'ün $F(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ genel ekstrem değer dağılımı şeklinde dağıldığını kabul ederek 1 türüne ait marjinal dağılımı ve q_1 nakliye boyutunu aşağıdaki şekilde türetebiliriz:

$$\Pr (m_1, q_1) = \int_{q_2} F_2 [q_1 - q_1(x), q_2 - q_2(x), C(x, q_1, q_2)] dq_2 \quad (5.26)$$

Burada $F_2 (.)$, genel ekstrem değer dağılımının ε_2 'ye göre türevidir. Bu formülasyonun yine bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak q_1 ve q_2 için eşitliklerinin türevini gerektirdiği görülebilir. Böylece (5.26) eşitliğindeki integralin alınması için önemli kabullerin yapılması gerekmektedir.

Genel olarak konuşmak gerekirse; kesikli tür ve köken seçimi ile sürekli nakliye boyutunun aynı anda seçilmesi anlamına gelen lojistik seçimi modellemek için, bizim lojistik maliyet fonksiyonumuzun, optimum nakliye boyutu için çözülmesi gerekmektedir. Bizim bu türetimi yapmamızı sağlayan kabuller, sabit navlun giderleri v.b. gibi unsurları içerecektir. Bunlar daha önceden incelenmiş ve geçersiz bulunmuştur. Bu şekilde kısıtlamaların bulunmadığı bir formülasyon henüz geliştirilememiştir.

Bu zorluğun atlanmasını sağlayan bir çözüm nakliye boyutu niteliklerinin kesikli nitelikler kümesine ayrılması ve nakliye boyutu seçiminin ayrı seçimler olarak modellenmesidir. Bu yaklaşımın temel dezavantajları şunlardır:

1. Bölümlerin çok küçük yapılması durumunda, sonuçta ortaya çıkan model, lojistik maliyet fonksiyonunda rassal elemanlar arasındaki bağımsızlık varsayımını ihlal edebilecektir.

2. Diğer yandan bölümlerin çok büyük olması durumunda, alternatiflerin tanımlanması, özellikle nakliye gideri gibi değişkenlere nazaran zor olmaktadır. (Chiang et. al, 1981).

Görüldüğü üzere; nakliye boyutunun, kesikli seçimler olarak modellenmesindeki dezavantajlar, ilk bakışta görüldükleri gibi fazla değildir. Nakliye verileri genellikle sadece, nakliye boyutunun kesikli nitelikleri olarak temin edilebilmektedir. Bu sebeple, nakliye boyutu seçimini, başlangıçta bu nakliye verilerini kullanarak sürekli seçim şeklinde modellenmek mümkün değildir. Bunun yanında, gerçek dünyadaki nakliye boyutu seçimi sürekli bir dağılım göstermez. Tarife ücretleri, belirli bir tür için minimum bir nakliye boyutundaki servis sunusuna göre fiyatlandırılmaktadır. Bu sebeple nakliye firmasının daha düşük tutarları kabul edip etmemesi konusunda, doğal kırılma noktaları bulunmaktadır.

Bir vargı olarak; logit ve probit modellerin kesikli tür seçimi, nakliye boyutu ve köken konusunda modelleme yapmak için kullanılabilmesi görülmektedir. Logit modeller hata terimlerinde bağımsızlık varsayımını gerektirmektedir. Logit model zaten ilgisiz alternatifler özelliği (IIA) ile karakterize edilmiştir. IIA özelliği, herhangi iki alternatifin göreceli olasılıklarının, diğer tüm alternatiflerden bağımsız olduğunu ifade etmektedir. Bu sebeple, katlı logit modelde karar vericiler tarafından, benzer olarak algılanan alternatifler konusunda, seçim olasılıklarının aşırı düzeyde tahmin edilme yönelimi bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında; bir probit model, logit modelden daha çekici görünmektedir. Ancak, çok terimli probit modelin hesaplanma zorlukları, bunun lojistik seçiminin modellenmesindeki faydasını sınırlamaktadır. Hesaplama zorlukları çift değişimli (bivaryant) normal değişkenlerin maksimumunun, normal değişken olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple; bir Monte Carlo veya bir yaklaşım

yönteminin her ikisi de, ancak ikiden fazla alternatif olması durumunda bir probit modelinin, bu yolla türetilerek çözülmesi için kullanılabilir.

Sonuç olarak; birçok alternatif söz konusu olması durumunda, hesaplamalar son derece etkisiz olup, yaklaşım hataları belirgin bir hale gelecektir. Lojistik seçim sürecinin çok sayıda olası ulaşım türünü, nakliye boyutunu ve kökeni içeren bir seçim kümesi ile karakterize edilmesi sebebiyle; bir probit formülasyonunun kullanılması pratik olarak hemen hemen imkansız görülmektedir. Buna zıt olarak logit modelinin IIA özelliği, modeli tüm alternatif kümesi içerisindeki küçük bir alt kümede, şartlı tercihe bağlı olarak kalibre edebilmemizi sağlamaktadır. Chiang et. al, 1981 eserinde, Mc Fadden (1976) tarafından da gösterildiği gibi heterojen popülasyonların bölümlere ayrılması durumunda, açıklayıcı değişkenler, gözlemlenemeyen değişkenlerin sebep olduğu açıklanmayan etkilerin azaltılması amacıyla, daha kapsamlı olarak tanımlanmalıdır ve çok terimli logitin genel güçlü yapısı, dengenin, IIA hatası sebebiyle düşürülmesini gözardı edilebilir sınırlarda tutmaktadır. Bu sebeple; buraya kadar yapılan incelemeler ışığında yük talebi için rassal maliyet modeli konusunda en çekici formülasyonun katlı logit model olduğu sonucunu çıkarıyoruz.

6.0. AYRIŞIK BİR VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ

6.1. Giriş

Bu bölüm, Bölüm 5.5.'de sözü edilen yük talebinin rassal maliyet modelinin tahmini için, bir veri tabanı geliştirilmesinde kullanılacak yordamları tanımlamaktadır. Veri tabanının hazırlanması konusundaki çalışmalar Massachusetts Institute of Technology'de Chiang ve arkadaşları (1981) tarafından yapılan çalışmalardan alınmıştır. Rassal maliyet modelini uygulamak için gerekli veri;

- Kentlerarası yük taşımacılığı hakkında, taşınan mallarla ilgili bilgiyi de içeren , tamamıyla ayrışık bir düzeyde verileri,
- Karar vericinin karakteristiklerini,
- Mevcut ulaşım olanaklarının servis düzeylerini vb.

kapsamaktadır. Bu bilgiler, 4 ana kategoride toplanmıştır:

1. Servis düzeyi nitelikleri (attributes),
2. Mal nitelikleri,
3. Alıcı nitelikleri,
4. Pazar nitelikleri.

İlk kategori, değişik mallar için her bir ulaşım türü tarafından sunulan servis düzeylerini, nakliye hacimlerini ve başlangıç-son çiftlerini tanımlamaktadır. Bu servis düzeyi nitelikleri:

- bekleme zamanını,
- ulaşım süresini ve güvenilebilirliğini,
- tarife ücretlerini,

- kayıp ve hasar navlun değerlerini vb.

kapsar.

İkinci kategori, taşınan malların karakteristiklerini tanımlamakta olup,

- değer,
- yoğunluk,
- raf ömrü(shelf life),
- bozulabilirlik vb.

kapsar.

Üçüncü kategori, alıcı firmaların karakteristiklerini belirler. Önemli alıcı nitelikleri şunlardan oluşur :

- Ismarlanan malların yıllık kullanım oranları,
- Kullanım oranlarındaki değişebilirlik,
- Stok bitme (stockout) riski,
- Kullanılan envanter sisteminin tipi,
- Depolama (storage) maliyetleri,
- Sermaye (capital) taşıma maliyetleri vb.

Dördüncü değişken kategorisi, modellenen mallar için pazarı tanımlar. Bu sunucunun seçimi ile yakın ilişkilidir. Bu tür değişkenler şunlardan oluşur:

- Ücret,
- Sununun elde edilebilirliği vb.

Bu değişkenlerin çoğu için iyi veri elde edilemeyeceği için, gerekli verinin tahmin edilebilmesi için modellere ve/veya görüşlere(varsayımlara) gereksinim duyulur. Bu bölümde, veri tabanını hazırlamak için kullanılan yordamlar ve varsayımlar verilecektir. 6.2'de, modellerin tahmininde örnek (gözlem) değerleri olarak kullanılacak kentlerarası yük akımı verilerini geliştirmek için kullanılan kaynak ve yöntemler tanımlanacaktır. 6.3'de, örnekteki her bir anket için yıllık kullanım oranlarının saptanmasını sağlayacak model tartışılacaktır. Daha önce deterministik modeller kullanılarak yapılan araştırmalar, kullanım oranlarının, gereksinim duyulan anahtar alıcı niteliği olduğunu göstermiştir. 6.4'de ise, ulaşım servis düzeyi değişkenlerinin tahminine yönelik ayrıntılar tartışılmaktadır. Mal nitelikleri ve pazar nitelikleri, 6.5'de tanımlanmaktadır.

6.2. Kentlerarası Taşımacılık(Nakliye) Verileri

Kentiçi yolcu seyahat seçiminin tümüyle ayrışık bir düzeyde araştırılması için, bilinen ev anketleri araştırması, hemen hemen gereksinim duyulan tüm bilgileri sağlar. Ancak yük taşımacılığı için bunun bir yararı yoktur. Ayrışık taşımacılık(nakliye) hacimleri ile ilgili veriler değişik kaynaklardan elde edilebilirse de, mevcut veri kümelerinin hemen hemen tümü, aşığıdaki problemlerin birine ya da daha çoğuna sahiptirler. Bu problemler, ayrışık düzeydeki yük talep modelinin tahminindeki yararlılıkların azalmasına neden olmaktadır:

1. Alıcının adını içermemesi ile ilgili hatalar, alıcı niteliklerinin hatasız olarak belirlenmesini zorlaştırır,
2. Taşımaların başlangıç ve sonlarının tanımlamasındaki coğrafik eksiklikler, servis düzeyi ve pazar niteliklerinin iyi ve yeterli şekilde tanımlanmasını güçleştirir,
3. Geniş kapsamlı olarak mal gruplarını, türleri ve O-D pazarlarını kapsamaması(ya da kapsamaması) ile ilgili hatalar, genel bir modelin tahmininde veri kümesinin yararlılığını sınırlayabilir.

Elde edilebilir taşımacılık verisinin çoğu, varolan taşımacılık anketlerinden elde edilmiştir. En kapsamlı(anlaşılabilir) taşıtıcı anketi, Ulaştırma Sayımı'nın Mal Ulaştırması anketidir. Ulaştırma sayımı, her beş yılda bir U.S. Sayım Bürosu tarafından yapılır. Ulaştırma sayımında, 3 bağımsız ama ilişkili anket vardır:

- Ulusal Seyahat Anketi,
- Taşıt Envanteri ve Kullanımı Anketi,
- Mal Taşımacılığı Anketi.

Mal taşımacılığı anketinin en geniş kısmını, tüm imalat ürünleri için kentlerarası yük akımlarını toplayan, taşıtıcı anketi oluşturur. Bu araştırmada(çalışmada) kullanılan mal akımları ile ilgili veri tabanı için, 1972 Ulaştırma Sayımındaki taşıtıcı anketi esas alınmıştır.

Taşıtıcı anketinde toplanan veri kaynakları, bireysel nakliyelere ait yükleme ya da nakliye dökümanlarının faturalarıdır (bills). Bu veriler, SIC 19 (askeri üretim yapanlar, güvenlik nedeniyle), SIC 27 (posta ile gönderilen basın ve yayın üretim yerleri) ve bazı bölgesel endüstrilerin dışındaki, 20 ya da daha fazla eleman çalıştıran tüm imalat kuruluşları içinden katmanlı (tabakalı) bir örnekleme ile toplanmıştır. Taşıtıcı anketi, halk tarafından kullanılan teyplerle, bireysel kayıtlar şeklinde rapor edilmiştir. Bir rapor, her bir mal grubu için, türe, taşıma(nakliye) hacmine ve O-D çiftine göre taşımacılık dökümanlarının bir özeti. Kamunun kullanabileceği 2 dosya vardır: birisi 27 üretim merkezinden 50 pazarlama bölgesine olan O-D akımlarını gösterir, diğeri ise, eyaletten eyalete (state to state) mal akımları için O-D verilerini gösterir. Her bir kayıt aşağıdaki bilgileri verir:

1. Başlangıç(orijin) üretim bölgesi ya da eyaleti,
2. Son (destination) pazar bölgesi ya da eyaleti,
3. STCC (Standart Transportation Commodity Classification) mal kodu (2-, 3-, 4- ve 5- haneli düzeyde),

4. Tür (Demiryolu, normal taşıma kamyonu, özel kamyon, havayolu, mavna vb. olarak kodlanmış),
5. Nakliye hacmi (20 ağırlık bloğu için kodlanmış),
6. Bu kayıt ile tanımlanan (temsil edilen) nüfus içindeki tahmini toplam tonaj,
7. Bu kayıt ile tanımlanan tahmini toplam ton-mil,
8. Bu kayıt ile tanımlanan toplam örnek içinde, aynı taşımacılık(nakliye) karakteristiklerine sahip nakliyelerin gerçek navlun değeri.

Her bir mal, 2-, 3-, 4- ve 5-haneli STCC kodu ile rapor edilmiştir. Bununla birlikte, özel taşıtıcıların kimliğini korumak için, sayım bürosu O-D akımlarını, sadece sayım örneği içindeki başlangıç bölgesinde 5 ya da daha fazla mal üreten firmanın bulunduğu yerlerde 5 haneli STCC kodu ile ifşa edilmiştir. Bir sonuç olarak, yük akımı verilerinin çoğu sadece 4 haneli, 3 haneli ve hatta çoğu durumda 2 haneli STCC kodu ile elde edilebilmektedir. 1972 teypteki kayıtların sadece yaklaşık % 12'si 5 haneli elde edilebilmiştir. Dolayısıyla, veri tabanının geliştirilmesi için izlenecek yollardan birisi, sadece bu 5 haneli kod düzeyindeki kayıtların kullanılmasıdır. Bu yaklaşımla ilgili ana(en büyük) problem, "ifşa (disclosure)" kuralından kaynaklanmaktadır. Problem, çok sayıdaki firmalar tarafından imal edilen mallara yönelik önyargılı davranma olasılığıdır. Veri tabanını oluşturmak için diğer bir yol, mal sınıflandırmasının sadece en ayrışik düzeydeki kayıtlarının kullanılmasıdır. Bu, 5 haneli düzeyde rapor edilmeyen mallar için rapor edilen en düşük kod hanesi düzeyin kullanılması anlamına gelmektedir. Bu, karar vericilerin daha yüksek düzeydeki bir birleşimini sağlayan daha büyük bir örnek boyutuna neden olur.

Bununla birlikte en kritik problem, alıcı niteliklerinin eksikliğidir. Sayım verileri, aynı tür malın aynı üretim merkezinden aynı pazar bölgesine gönderildiği nakliyeler için, tipik olarak bir ya da iki ulaşım türünün kullanılmakta olduğunu ve her bir tür için genellikle 5 ya da daha fazla nakliye (taşıma) hacminin(boyutunun) seçildiğini, göstermektedir. Ortalama olarak, belirli bir kentlerarası pazardaki tek bir mal akışı için seçilen, 10'dan fazla farklı "tür-nakliye boyutu" kombinasyonu bulunmaktadır. Envanter

Kuramı'na göre, bu durum, aynı O-D çifti arasında malı ısmarlayan, çeşitli kullanım oranlarına sahip değişik firmaların bulunduğunu ima etmektedir. Bu nedenle, bir firmanın karar verme sürecinin tatminkâr bir şekilde açıklanabilmesi için, kullanım oranlarının hesaba katılması gerekmektedir.

6.3. Yıllık Kullanım Oranları Konusundaki Bilginin Geliştirilmesi(Oluşturulması)

Daha önce gösterildiği gibi, kısa dönemli bir yük talep modeli, bir firmanın, girdi malzemesinin yıllık kullanım oranı konusundaki, lojistik seçimini modellemeye teşebbüs etmektedir. Genellikle yıllık kullanım oranları ile ilgili veriler elde edilemediğinden, bu konuda bilgi geliştirecek sistematik bir yola gereksinim duyulacaktır. Dolayısıyla, kısa dönemli bir yaklaşım sadece -belirli bir kullanım oranı için- nakliye boyutunun(hacminin), ulaşım türünün ve orijinin seçimini öngören bir modeli değil, aynı zamanda tek başına kullanım oranını da tahmin edebileceğimiz bir yöntemi de gerektirir.

Her bir nakliye bilgisi için kullanım oranlarını tahmin etmek amacıyla, esas olarak 2 adımdan oluşan yordamlar geliştirilmiştir. İlk adım, her bir pazar bölgesinde her bir 5 haneli koda sahip STCC malının kullanım oranlarının dağılımının tahmin edilmesidir. İkinci adım ise, bu kullanım oranları dağılımından, Ulaştırma sayımından elde edilen her bir gözlemden, olası kullanım oranlarının tahmin edilmesidir. Her bir kentteki her bir üretim için kullanım oranlarının dağılımlarının geliştirilmesi için kullanılan yaklaşım, basit olarak girdi-çıktı bağıntılarını gerektirir. Bu, bir firmanın çıktı düzeyinin tahmini ile başlar. Firma çıktıları konusundaki bilgiler, idari bölgelerdeki değişik tiplerdeki firmalar hakkındaki bilgiler yardımıyla oluşturulabilir. Daha sonra, ülke için hazırlanmış geniş bir girdi/çıktı tablosundan alınacak girdi-çıktı teknik katsayıları ile, belirli bir çıktıyı üretmek için gereken girdiler elde edilebilir. Bu aşağıdaki yol izlenerek yapılır :

1. Her bir pazar bölgesindeki endüstrinin make-up'ının oluşturulması(geliştirilmesi),
2. Üretim yapan her bir endüstrinin çıktılarının tahmini,

3. Teknik katsayıları kullanılarak, çıktıların girdi gereksinimine dönüştürülmesi(çevrilmesi),
4. Her bir pazar bölgesi için tüketilen mallar için final talebin tahmin edilmesi,
5. Kullanım oranları dağılımının mal gruplarına ve pazar bölgelerine göre hesaplanması

Her bir adım, aşağıda belirli ayrıntıda tanımlanmıştır

Endüstri Yapısının Sunulması(Temsil Edilmesi)

Verilen bir coğrafik birimin, bir bölgenin, bir pazar bölgesinin, bir SMSA'nın, bir eyalet ya da bir kentin nüfusunun ve endüstri yapısının temsil edilmesi için basit bir yol, bir endüstri/firma-boyutu dağılım matrisini kullanmaktır. Bu matrisi oluşturmak için Amerika için gerekli veri, Amerika Sayım Bürosu tarafından hazırlanan Eyalet İş Pattern'ından elde edilebilir (Bkz.Şekil 6.1). Bu matris, her bir endüstri grubundaki firmaların sayısını, her bir boyut kategorisine göre göstermektedir.

	FİRMA BOYUTU (Çalışan Kişi Sayısı)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	1-3	4-7	8-19	20-49	50-99	100-249	250-499	500+
ENDÜSTRİ (IND Kodu)	FİRMA		SAYILARI					
1								
2								
.								
.								
62								

Şekil 6.1. Kentsel Endüstri / Firma Boyutu Dağılım Matrisi

Firmalar, çalışan kişi sayılarına göre 8 kategoriye, endüstriler 4-haneli SIC koduna göre 62 endüstri koduna ayrılmıştır.

Endüstri Yapısı İçin Çıktıların Tahmini

Mevcut endüstri/firma boyutu matrisi ile, endüstrinin çıktı dağılımları tahmin edilebilir. Bu, çalışan kişi sayısı başına (İmalat Sayımı, Parakende Ticaret Sayımı, Toptan Ticaret Sayımı vb. yolu ile elde edilen) verimlilik bilgisinin, firmadaki ortalama çalışan kişi sayısı ile çarpılmasıyla yapılır. Belirli boyuttaki bir endüstrideki firma sayısı *çarpı*, bu boyuttaki kategoride çalışan ortalama işçi sayısı *çarpı*, bu endüstride çalışan kişi sayısı başına ortalama verimlilik, ele alınan endüstri/boyut kategorisindeki tüm firmaların tahmini toplam çıktısını verir. Bu şöyle gösterilebilir :

$$PVS (IND, SIZE, MA) = NFS (IND; SIZE, MA) * AVEMPL (SIZE, MA) * PVEM (IND, MA) \quad (6.1)$$

IND = Endüstri

SIZE = Firma Boyutu

MA = Pazar Bölgesi

PVS = Bir Endüstri/Boyut kategorisindeki tüm firmalar için toplam çıktı değeri

NFS = Firma sayısı

AVEMPL = Her firmadaki çalışan kişi sayısı

PVEM = Çalışan kişi başına verimlilik

Eyalet İş Pattern'ını kullanarak herbir boyuttaki firmada ortalama çalışan kişi sayısının tahmininde, endüstri-firma boyutu matrisinin **son hücre**sine özel dikkat gösterilmelidir. Bu hücrede 500 ve daha fazla sayıda eleman çalışan firmaların sayısı bulunmaktadır. Bu kategorideki firmalar büyük firmalar olup, bunlarda çalışan eleman sayıları 500'den başlayarak birkaç binlere kadar çıkmaktadır. Bunlarda çalışan eleman sayısı için basit bir ortalama kullanılması bazı açılardan tehlikeli olur. Bu hücredeki ortalama eleman sayısını belirlemek için daha iyi bir yol, bu kategorideki çalışan kişi sayısının indirekt olarak tahmin edilmesi olabilir. Bunun için, ilk yedi boyuttaki kategorilerin eleman sayıları

tahmin edilebilir ve bu değer endüstride çalışan toplam eleman sayısından çıkartılarak, sonuncu kategoride çalışan eleman sayısı bulunabilir.

Çıktıların Girdilere evrilmesi (Dönüştürölmesi)

Girdi- ıktı teknik katsayıları, U.S. Ekonomik Analiz Bürosu (BEA) tarafından hazırlanan 6 haneli, 1967 girdi-çıktı tablosundan geliştirilmiştir(oluşturulmuştur). Bu tablo 484 satırlı ve 494 kolonludur. Amaç için, teknik katsayılar, satın alma yapan endüstrileri temsil eden 62 kolona sahip bir 355 x 62 boyutlu matris halinde ayrılmıştır. İlk 351 sıra, satış yapan endüstrileri temsil etmektedir. Bunlar direkt olarak 4 haneli STCC kodlu mallara dönüştürülebilir. Son 4 sıra, değer eklenen (value added) sektörleri temsil etmektedir. Her bir endüstri/firma boyutu kategorisindeki firmalara olan girdiler, aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

$$DFIRMS (IND, SIZE, K4, MA) , = PVS (IND, SIZE, MA) * TC (K4, IND) \quad (6.2)$$

K4 = 4-dijit STCC malları

DFIRMS = Bir endüstri/firma boyutu kategorisindeki tüm firmaların yıllık kullanım oranı

TC = Teknik katsayılar

Bir bireysel firmanın kullanım oranı, basit olarak, her bir endüstri/firma boyutu kategorisindeki tahmin edilen toplam kullanım oranının, firma sayısına bölünmesi ile elde edilir. 4 haneli STCC mal talepleri, daha sonra daha ayrışık 5 haneli STCC kod düzeyine getirilebilir. Bunun için, ulusal düzeydeki 1972 Ulaştırma Sayımına ait her bir 4 haneli STCC malı oranlanarak 5 haneli STCC kodlu mal akımlarının bulunabilir.

Final Talebin Tahmini

Mal üreten endüstrilerde tüketilen mallar, genellikle bir kentin toplam tüketiminin yalnızca bir kısmını oluştururlar. Mallar, final talep olarak, uzak bölgelerdeki nüfus,

hükümet ve diğer sektörler tarafından tüketilir. Final talep için tüketimin tahmininde, bireysel tüketim ve hükümet için harcamalar göz önünde tutulur. Bu iki sektör, toplam final talep tüketiminin yaklaşık % 85'ini temsil eder. Burada, yalnızca girdi malzemeleri için lojistik kararlarla ilgilenildiğinden, ihracatlar hesaba katılmamıştır. Yatırım ve stok da, tüm firmalar ve endüstriler boyunca ayrıışık oldukları ve bunların firma büyüklüğüne veya endüstri türüne göre sınıflandırılması için hiçbir yol bulunmadığından, hesaba katılmamıştır.

Bireysel pazar bölgelerindeki bireysel ve hükümet tüketimleri, ulusal final talebe bir bölgesel paylaşım oranı uygulanarak ya da kişi (birim) başına bir değer hesaplanarak tahmin edilmiştir. Kişi başına bireysel ve hükümet tüketimini hesaba katan bu değer, daha sonra -tüm kentsel bölgeler için eşit olduğu varsayımı ile- bölgenin nüfusuna uygulanmıştır. Gerçi bu kişi başına tüketim değeri kentsel ve kırsal bölgeler ya da gelir düzeyi yüksek ve düşük olan bölgeler arasında farklılık gösterebilir. İstenirse, gerekli veri sağlandığında, bu faktörleri de hesaba katan daha ayrıntılı bir hesaplama yapılabilir. Ayrıca, gerekli görüldüğünde, bölgesel hükümet tüketiminin tahmin edilmesi için, hükümet çalışanları gibi bölgesel faktörleri esas alan bir oran da bulunabilir.

Kullanım Oranı Dağılımının Elde Edilmesi

Ara ve son mallar için talepler, toplam mal akışlarının bulunması için normal olarak kombine edilmelidir. Ancak birazcık daha karmaşık olan bazı durumlar vardır. Örneğin, perakendeciler ya da toptancılar için, girdi-çıkı teknik katsayıları yardımıyla hesaplanan ara mal talebi, yalnızca üretim işleminde kullanılan ürünlerdir. Bunlar, tüketicilere satma amacı ile taşınan ürünleri kapsamazlar. Bu sektörlerarası akımları ele alan bir şema geliştirilmiştir ama ayrıntılı olarak incelenmemiştir.

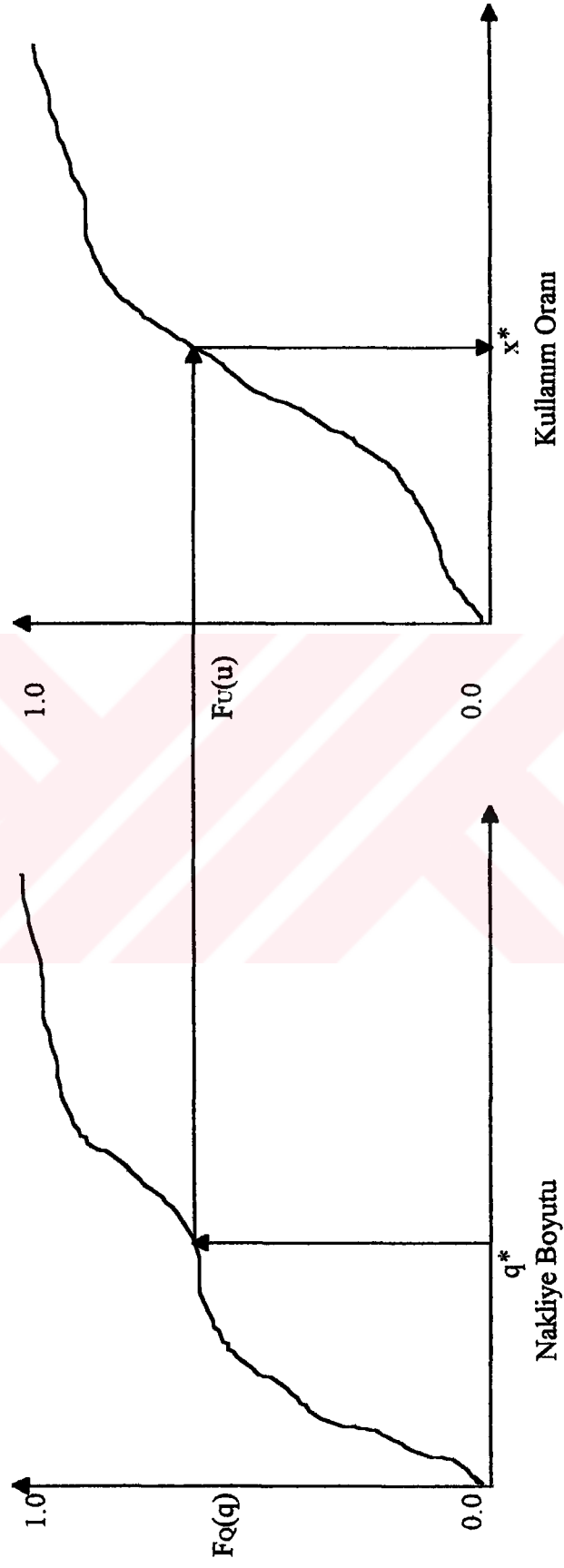
Yukarıdaki yordamlar yardımıyla her bir bölge ve her bir girdi malzemesi için elde edilen mal grupları talebi, 4 boyutlu bir matris içinde depolanmıştır. Her bir eleman, endüstriye, firma büyüklüğüne ve pazar bölgesine göre, 5 hane kodlu bir STCC malı için talebi içerir. Basit matematiksel işlemler kullanılarak, her bir pazar bölgesi için, her bir

5 haneli malın kullanım oranlarının dağılımları bulunabilir. Her bir pazar bölgesi içinde tüm firmalar tarafından yılda her bir girdi malzemesinin değişik navlun değerlerindeki kullanılma olasılığını gösteren yığılımlı dağılımlar, Şekil 6.2 deki yordam kullanılarak elde edilmiştir.

Her bir pazar bölgesi için kullanım oranlarının dağılımları elde edildikten sonra, ikinci büyük adım, kullanım oranı dağılımlarını kullanarak, orjinal bütünleşik örnekteki her bir nakliye için muhtemel kullanım oranlarının tahmin edilmesidir. Daha önce belirtildiği gibi, sayım için kullanılan teyplerde, bir gözlemle bağlantılı olan ve alıcı firmanın karakteristiklerini belirlemek için kullanılabilir hiçbir alıcı niteliği bulunmamaktadır. Bir kullanım oranını her bir kayıtle ilişkilendirmenin en basit yolu, tahmin edilen kullanım oranı dağılımı ile bir yargıya varmaktır. Bu, bu prosedenden istatistik olarak hiçbir bilgi kazanılmayacağından, pek çekici değildir.

Bu çalışmada, kullanım oranı dağılımından her bir kaydı temsil edici kullanım oranlarını tahmin etmek için, iki strateji planlanmıştır. Her bir strateji, yıllık kullanım oranı ile nakliye boyutu arasındaki temel ilişki konusunda belirli varsayımları içermektedir.

İlk yöntem, kullanım oranı yüksek olan bir firmanın, her zaman daha büyük bir nakliye boyutu seçeceği varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımına göre, Şekil 6.3 de gösterildiği gibi, belirli bir pazar bölgesinde, bir mal için, kullanım oranı dağılımı ile nakliye boyutu dağılımı arasında, bire bir bir ilişki vardır. Nakliye boyutu dağılımı, her bir pazar bölgesindeki her bir mal için sayım verilerinden ayrı ayrı elde edilebilir. Böylece bu iki dağılımdan, her bir kayıttaki gözlemlenen nakliye boyutu (q^*) kullanılarak, bir kullanım oranı (x^*) bulunabilir. “Nakliye boyutu” modellenmesi gereken seçim değişkenlerinden birisi olduğundan, bu yaklaşım pek çekici değildir. Bu nedenle, düşünülen yordam, bağımlı bir değişkenden açıklayıcı(bağımsız) bir değişkenin yaratılmasını gerektirmektedir. Bir sonuç olarak, bu yaklaşım izlendiği takdirde, model tahmini muhtemelen tutarsız sonuçlar verebilir.



Şekil 6.3. Yıllık Kullanım Oranının Tahmin Edilmesi İçin Yordam (Metod 1)

İkinci yaklaşım, bu problemi belirli bir nakliye boyutu için, bir koşullu kullanım oranı dağılımından, bir kullanım oranı örnekleme ile çözmektir. Bunun için, her bir pazar bölgesindeki her bir mal için koşullu dağılımların oluşturulması gerekmektedir. Bunu yapmak için, öncelikle, MIT yük çalışma grubu (Freight Study Group at MIT) tarafından toplanan “waybill¹” ler yardımıyla, bütünleşik düzeydeki, kullanım oranı ve nakliye boyutuna ait ortak dağılımlar bulunmuştur. Bu dağılım Şekil 6.4’de gösterilmiştir. Kullanım oranı ve nakliye boyutunun bu bütünleşik düzeydeki ortak dağılımı ile, pazar bölgesine göre her bir mal türü için kullanım oranı ve nakliye boyutunun ayrışık düzeydeki ortak dağılımı üretilebilir. Bunun için, marjinal dağılımlar olarak, bireysel kullanım oranı ve nakliye boyutu dağılımları(mal grubu ve pazar bölgesine göre) kullanılarak, iteratif bir skalalama (scaling) yordamı uygulanır. Bu yolla, her bir pazar bölgesindeki her bir mal grubu için, belirli bir nakliye boyutunun kullanım oranının koşullu dağılımları geliştirilir. Daha sonra, Monte Carlo yordamları kullanılarak, final koşullu dağılımdan, temsil edici bir kullanım oranı için yargıya varılır. Bu yordamlar Şekil 6.5 de özetlenmiştir.

6.4. Servis Düzeyi Nitelikleri

Ulaştırma servis düzeyinin anahtar niteliğindeki değişkenleri şunlardır :

- navlun değeri, miktarı (freight rate),
- ortalama transit süresi,
- transit süresine güvenilebilirlik,
- kayıp ve hasarlar.

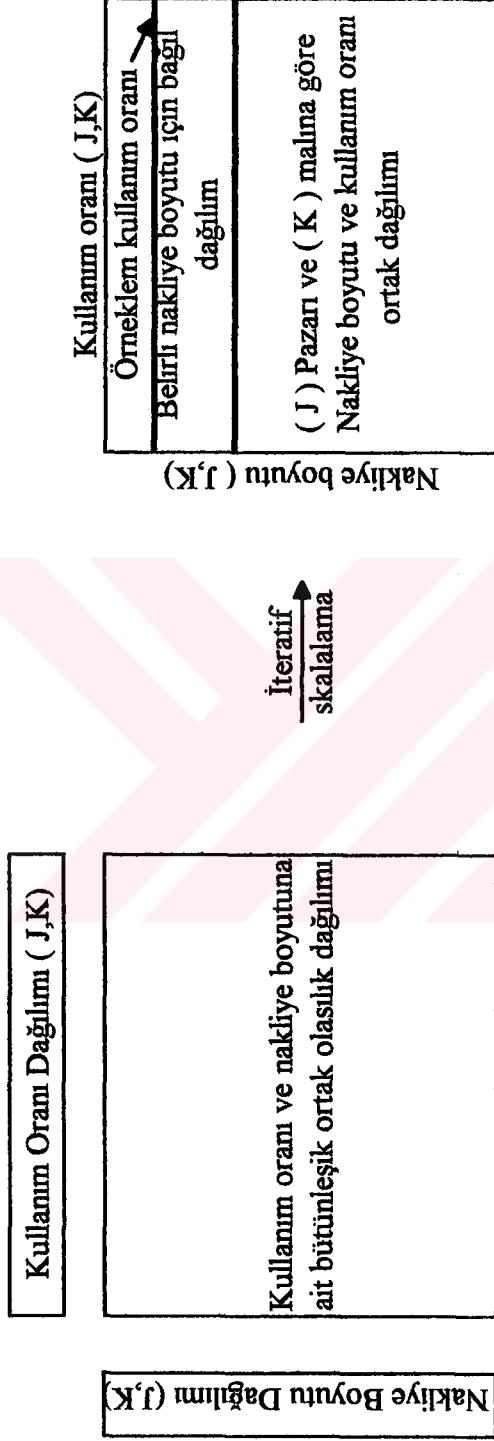
Ulaştırma endüstrisindeki navlun oranlarının tesbiti , büyük ölçüde değişken sonuçlar üreten bir prosestir. Güncel navlun değerleri sadece başlangıç, son, tür ve mala özgün (bağlı) olmayıp, aynı zamanda nakliye boyutu ve ambalajlama (packaging) yöntemi ile de ilişkilidir. Güncel navlun değerlerinin belirtileceği spesifiklik(özgünlük) düzeyi, bireysel tarifelerin elde edilme ve depolanma olasılığını, daha önce tanımladığımız tahmin

¹ Waybill : Gönderilen yüklerin üzerinde bulunan ve malın içeriği, rotası bedeli vb. bilgiler içeren kağıt.

Tablo 6.4. Yıllık Kullanım Oranı ve Nakliye Boyutu için Ortak Olasılık Dağılımı*

Nakliye Boyutu(ton)	Yıllık Kullanım Oranı (ton/yıl)												
	0	0.5	1.5	2.5	12.5	30	50	100	250	500	1000	2500	5000
0.1	65												
0.5	65	65	313										
1.5		65	65		65								
2.5						131							
5					65		131						
10					131		196	196					
15							196	326	65				
20					131	196	392	654	984	326			
25					65			523	65				
30						326		392	458	131			
45								131	131				
50								131	131		65		
60								131	131	262	131		
75							65	131	131	392	131		
								65	131	196	131	131	

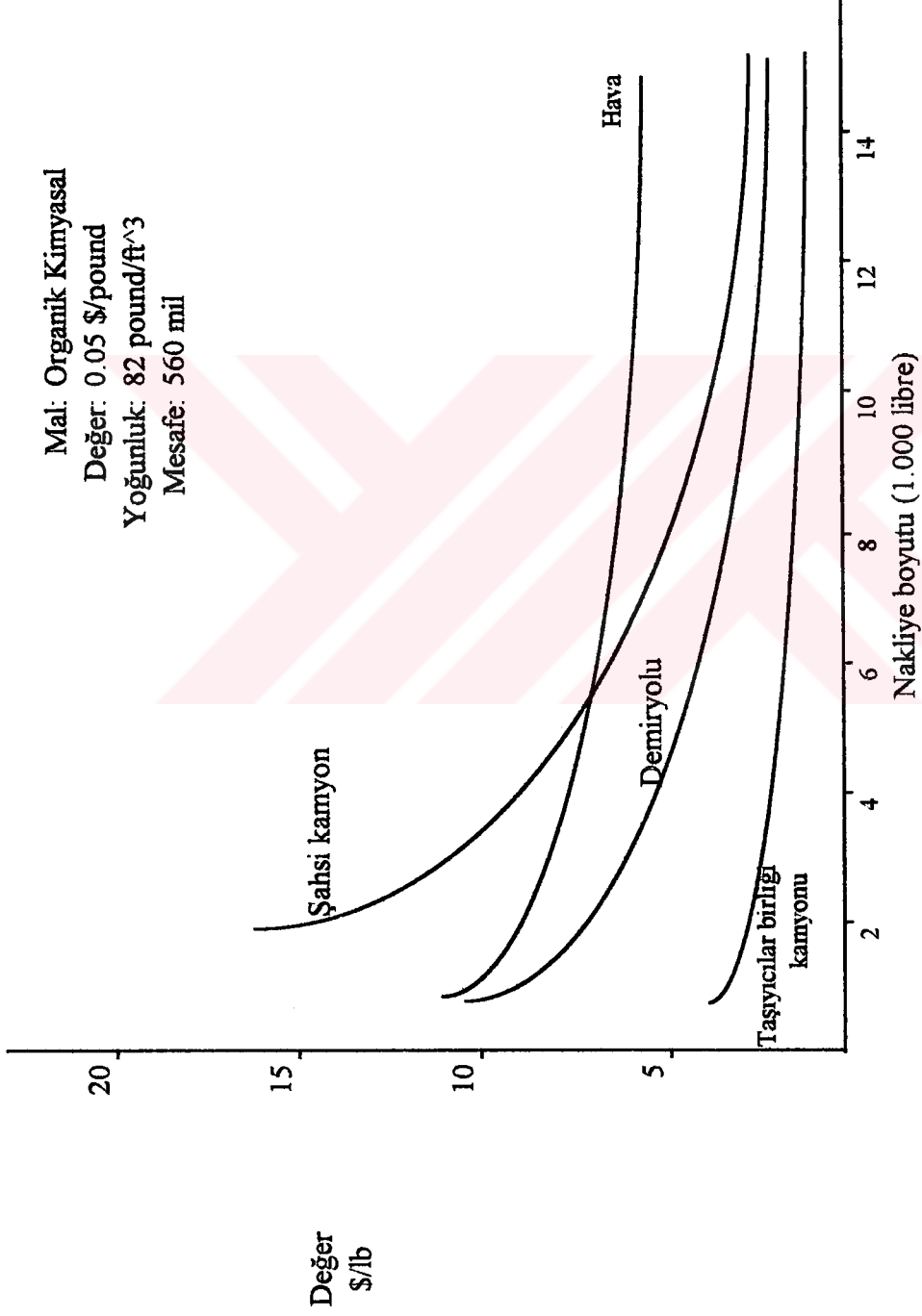
*Olasılıklar x10.000 olarak gösterilmiştir.



Şekil 6.5. Yıllık Kullanım Oranının Tahmin Edilmesi için Yordam (metod 2)

prosesindeki Ulaştırma Sayımı verileri ile birlikte kullanımı için, imkansız kılar. Bu nedenle, navlun değeri yapısını (rate structure), bir taşımadaki (nakliyedeki) gözlenebilir karakteristiklerin bir fonksiyonu olarak tahmin edebilecek modellere sahip olunması önemlidir. MIT tarafından yapılan çalışmaların sonunda, bir küme navlun değeri modelleri (rate models) geliştirilmiştir. Bu modeller, tanımlayıcı değişkenler olarak mal ve nakliye karakteristiklerini kullanarak, “kamyon yükünden daha az”, “kamyon dolusu yük”, “kamyon minimum yükü (truck minimum charge)”, “platform araç üzerinde treyler”, “ray aracı yükü”, “çok araçlı yük” ve “hava ulaşımı servis ikramları” için navlun değerleri (oranları) tahmin etmektedirler. Bu modellerin hatasızlığı, bu çalışmada, spesifik mallar için Massachusetts, Lexington’da bulunan bir trafik denetleme danışmanlık firması(Transportation Distribution Systems, Inc.)’ndan elde edilen, noktadan noktaya güncel navlun değerleri kullanılarak doğrulanmıştır. Bu karşılaştırmada bulunan kritik zayıflıkların çoğu, orjinal navlun değeri modellerinde (özellikle sınır koşullarında) yapılan küçük değişikliklerle güçlendirilmiştir. Daha önceki çalışmalardan elde edilemeyen “Demiryolu yük nakliyecileri(komisyoncuları) ve havayolu minimum ücretleri için navlun değeri modelleri” nin geliştirilmesi ve doğrulanması ile, Roberts(1977)’in özel taşıtlar(kamyon) için, bir navlun değeri modeline alternatif olarak geliştirdiği bir maliyet modelinin modifiye edilmesi için, oldukça fazla çaba harcanması gerekmiştir. Bu çalışmada kullanılan yük navlun değeri modellerinin örnek çıktıları Şekil 6.6 da gösterilmiştir.

Transit süre, bekleme süresi ve güvenilirlik, bir ulaşım türünün servis düzeyini tanımlayan diğer önemli bir değişkenler kümesidir. Seyahat süresini ve güvenilirliği ölçmek için birkaç yol vardır. Saat ya da gün cinsinden ortalama seyahat süresi, seyahat süresini ölçmek için sık kullanılan ölçütlerdir. Güvenilirliğin ölçülmesi ise biraz daha karmaşıktır. MIT tarafından yapılan demiryolu güvenilirlik projesinde, transit sürenin standart sapmasını, N- gün yüzdesini ve transit süre dağılımının sol ve sağ parçalarını içeren değişik ölçümler yapılmıştır.



Şekil 6.6. Nakliye Boyutunun Fonksiyonu Olarak Değer Durumu

Transit süreyi ve güvenilirliği tanımlamak için en genel yol, tüm(full) transit süre dağılımının kullanılmasıdır. Bu dağılımın tahmini için amprik bir model, bu çalışmanın bir bölümü olarak, “düzenli rotalı taşımacılık (LTL)” için geliştirilmiştir. Aynı yaklaşım demiryoluna da uygulanmıştır. LTL modeli esas olarak, ötelenmiş gama dağılımlarının bir ailesini gerektirir. Gamma fonksiyonu, gerçek yaşamda yapılan gözlemlere dayanılarak, transit sürenin dağılımı için postule edilmiştir. 36 kent çiftini içeren bir pazarda gözlemlenen 8170 nakliyeden oluşan ve 106’dan 3000 mil’e uzanan bir mesafe yelpazesi olan veri seti, dağılımın tipik gama eğrisi içinde daha uzun transit süreye doğru yönelmeye eğilimli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle , bu gözlemleri replike etmek için aşağıdaki Gamma fonksiyonu önerilmiştir :

$$f(\overline{\text{DAY}}_\ell) = \frac{1}{\text{GAMMA}(b_\ell)} (\overline{\text{DAY}}_\ell)^{b_\ell-1} \cdot e^{-(\overline{\text{DAY}}_\ell)}, \overline{\text{DAY}}_\ell \geq 0$$

$$= 0, \text{ aksi halde}$$
(6.3)

bu eşitlikte : $\text{GAMMA}(b_\ell) = \int_0^{\infty} x^{b_\ell-1} e^{-x} dx$

$\overline{\text{DAY}}_\ell$ = transit süre

b = Gamma fonksiyonunun parametresi

ℓ = Spesifik bir taşıma uzunluğunu gösteren indis.

(b) Gamma parametresinin, taşıma uzunluğuna bağlı olduğu varsayılmıştır. Daha önce belirttiğimiz gibi, transit süre dağılımı, uzun taşımalarda sapma (skew) göstermektedir. Genel olarak (b), taşıma uzunluğunun hiperbolik bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir:

$$b_\ell = B_0 \cdot \text{DIST}_\ell^{B_1}$$
(6.4)

Transit süresindeki değişimin, bir hipotez olarak aşağıdaki şekildeki mesafenin bir fonksiyonu olduğu kabul edilmiştir :

$$\overline{DAY}_\ell = DAY_\ell - DIST_\ell \cdot TAN(\theta)$$

Burada,

DAY_ℓ = ulaşım süresindeki değişim

D, θ = ulaşım süresinin değişim parametreleri

(6.5)

Sonuçtaki toplam ulaşım süresi dağılımı Şekil 6.7 'de gösterilmiştir. 6.3 ve 6.4 eşitlikleri birleştirildiğinde, ulaşım süresi ve normal (her zamanki) rotaya güvenilirlik için, kamyon yükünden az taşımalar için aşağıdaki ampirik model elde edilir:

$$f(\overline{DAY}) = \frac{1}{\text{GAMMA}(B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1})} \overline{DAY}^{(B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1} - 1)} \cdot e^{-\frac{\overline{DAY}}{\text{DIST}}}$$

Burada:

$$\overline{DAY} = DAY - D - \text{DIST} \cdot TAN(\theta)$$

(6.6)

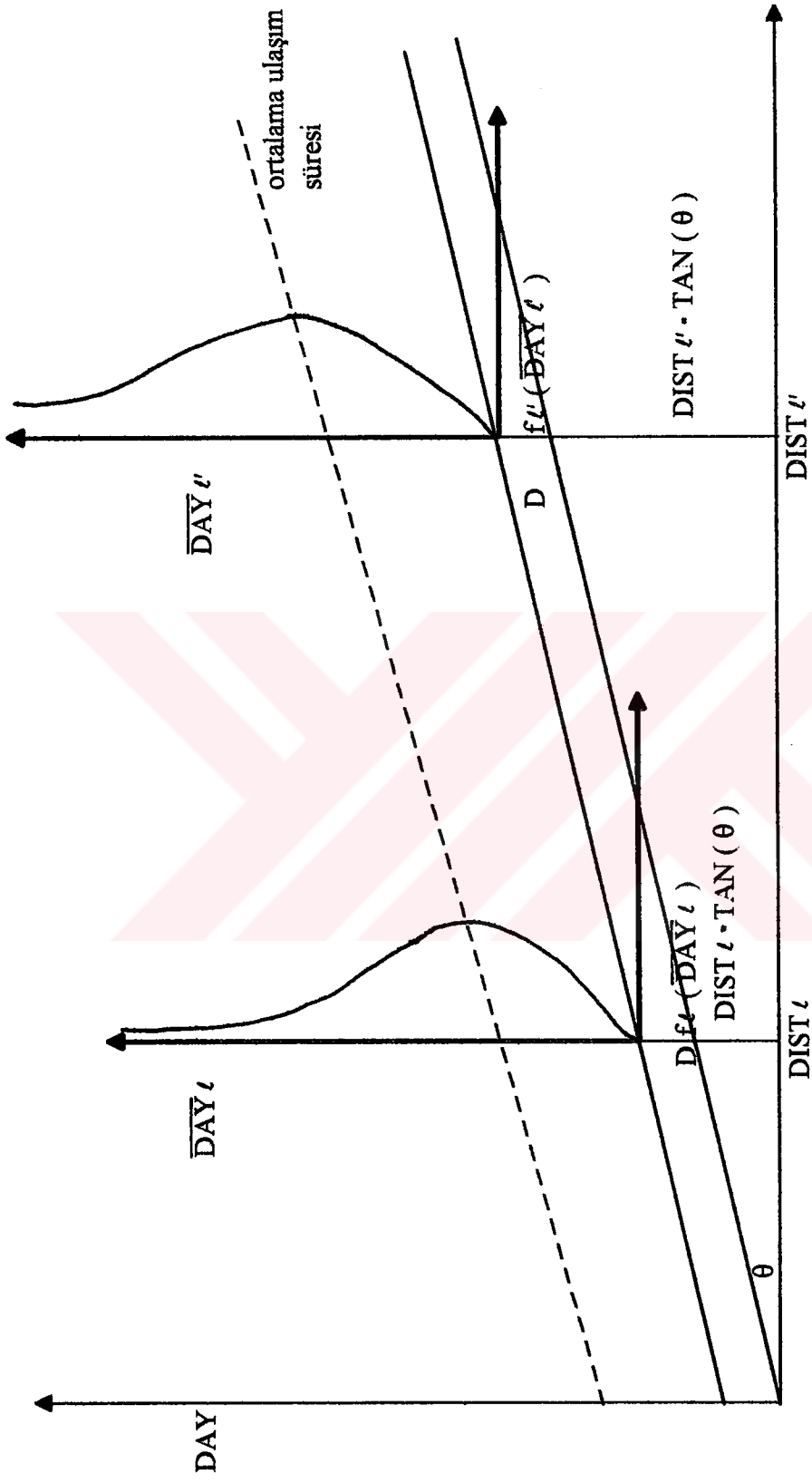
$$\text{GAMMA}(B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1}) = \int_0^{\infty} x^{(B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1} - 1)} \cdot e^{-x} dx$$

Bu dağılımın ortalaması ve varyansı :

$$E(\overline{DAY}) = B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1} + D + \text{DIST} \cdot TAN(\theta) \quad (6.7)$$

$$\text{Var}(\overline{DAY}) = B_0 \cdot \text{DIST}^{B_1} \quad (6.8)$$

B_0 , B_1 , D ve θ , tahmin edilmesi gereken parametrelerdir. B_0 ve $(DAY - D - \text{DIST} \cdot TAN(\theta))$ nun pozitif olması gerekmektedir.



Şekil 6.7. Toplam Ulaşım Süresi Dağılımı

Model, Minimum χ^2 yöntemi kullanılarak tahmin edilir. Minimumu arayan algoritma olarak, BOX'un karmaşık prosedürü kullanılır (Box,1965, Kuester ve Mize, 1973). Parametrelerin başlangıç değerleri, Gamma fonksiyonunun özelliklerine bakılarak kolaylıkla türetilebilir. Gamma dağılımı fonksiyonunda, dağılımın şekli(biçimi) "b" parametresi ile belirlenir. "b" büyüdükçe, dağılım sağa doğru sapacaktır. D ve θ parametreleri, Gamma fonksiyonunun kaydırılması için kolayca kullanılır. Transit sürenin gözlenen dağılımından, D'nin başlangıç değerinin "0" olacağı hemen kabul edilebilir. Sonra, mesafe exogen(bağımsız) değişken, ortalama ulaşım süresi de endojen(bağımlı) değişken olarak kullanılarak, basit bir doğrusal regresyon tahmin edilmiştir:

$$\text{DAY} = 1,7279 + 0,00236 \text{ DIST} \quad (5.9)$$

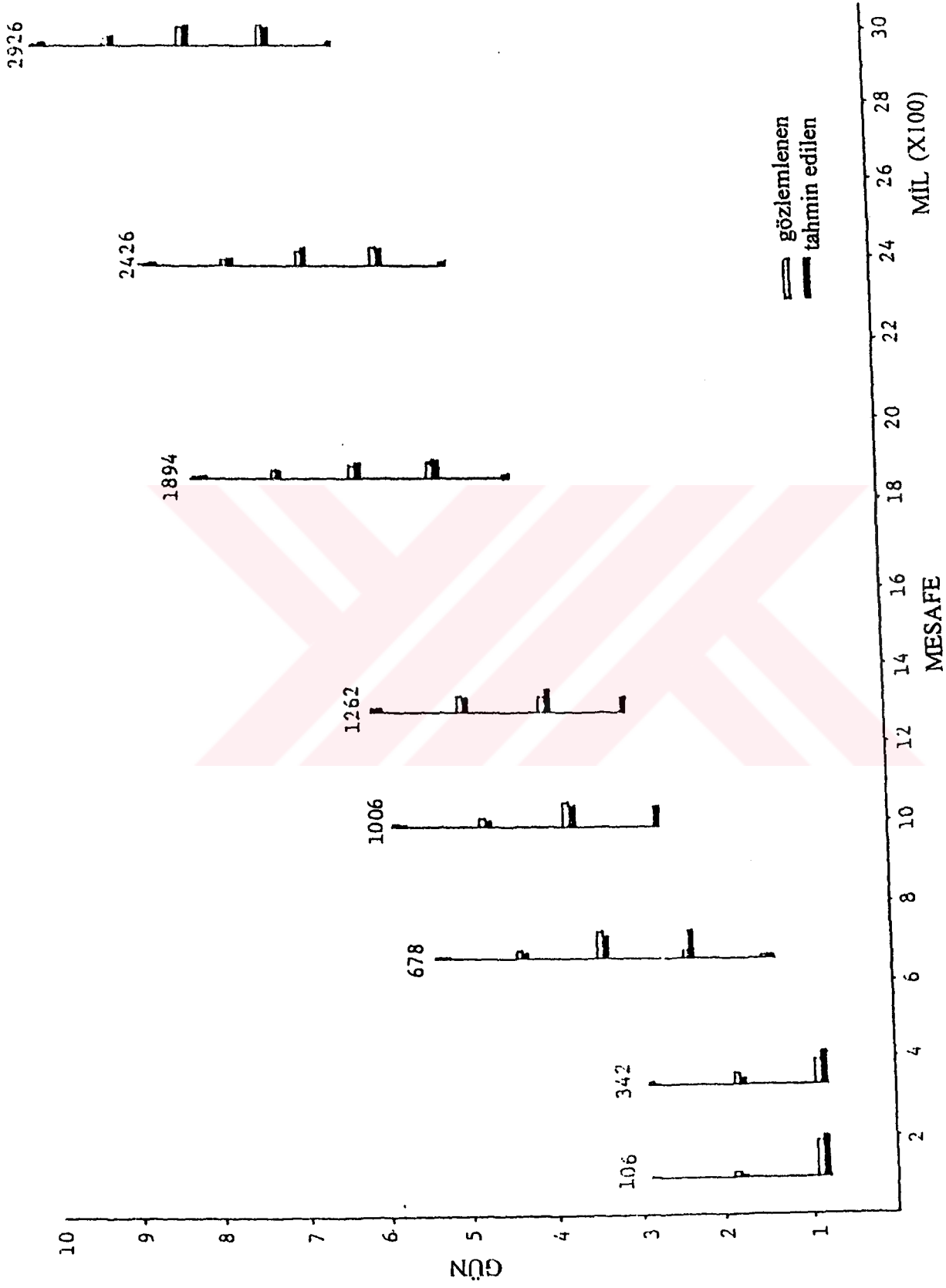
(t= 10,61) (18,38)

Regresyon Modelinin eğiminden, Gamma dağılımı uzun mesafe taşımacılığında sapma gösterdiğinden, θ değerinin \tan^{-1} (0,00236)'dan daha az olamayacağı kanaatine varılabilir. D ve θ için başlangıç değerleri alınarak, (5.7) ve (5.8) eşitlikleri ile verilen ortalama ve varyans yardımıyla, B_0 ve B_1 için makul değerler türetilebilir. Minimum χ^2 tahminleri, tutarlı ve asimptotik olarak etkindir. Tablol 6.8, tahmin edilen parametrelerin son tahminlerini göstermektedir. Tabloda, tahmin sonuçlarının üç seti görülebilir. Model I (5.6) eşitliği ile tanımlanan parametrelerin tam bir setini kullanan kısıtsız modeldir. Model II, D parametresini 0 olarak kısıtlamaktadır, yani, Gamma fonksiyonları yalnızca θ açısı döndürülerek kaydırılmıştır. Model III, B_1 parametresini 0 olarak kısıtlar, yani Gamma fonksiyonu, herhangi bir sapma göstermeksizin tıpa tıp aynı dağılım şeklindedir. Model I'in χ^2 istatistiği 85,01 olup, bu değer % 90 güven düzeyindeki kritik bölgenin oldukça altındadır. Model II'nin χ^2 istatistiği, marjinal olarak güven bölgesinin altındadır. Model I ve Model II'nin her ikisi de hipotez testinde reddedilmemiştir. Model yardımı ile tahmin edilen transit süre dağılımları, gözlem değerleri ile karşılaştırmalı olarak Şekil 6.9' da gösterilmiştir.

Tablo 6.8. LTL Ulaşım Süresi Dağılım Modeli için Tahmin Katsayıları ve İstatistikler

Model	B_0	B_1	D	θ	χ^2	χ^2_{n-k-1} *	Açıklama
I	0.211	0.000295	0.128	0.00272	85.01	107.6	Kısıt yok
II	0.203	0.0105		0.00284	107.29	107.6	kısıt $D=0$
III	0.5		0.00001	0.00271	151.69	107.6	kısıt $B_1=0$

* Kritik bölge % 90 güvenlik düzeyindedir, n simf numarası, k tahmin edilen parametrenin numarasıdır.



Şekil 6.9 Gözlemlenen ve Tahmin Edilen Ulaşım Süresi Dağılımlarının Karşılaştırılması

Diğer türler için transit süreler, biraz daha basit görünen bir simülasyon modelleri seti kullanılarak tahmin edilir. Bu modellerde, başlangıç(O) ve son(D) arasındaki mesafe, coğrafik bölge ve sunulmakta olan genel ulaştırma tipi hesaba katılır. Karayolu ve demiryolunda iki nokta arasında enlemler ve boylamlar yardımıyla ölçülen mesafeleri tahmin etmeye yarayan bir model de geliştirilmiş olup, bu da tahmin de kullanılabilir.

Bekleme zamanının, nakliyecilerin tür seçimi üzerindeki etkisi konusunda daha az önemli olduğu görülmüştür. Robicheaux tarafından, yük hizmeti beklentiler ve değişik malların taşıtıcıları tarafından yapılan dengeleme (trade-off) konularını araştırmak için, bir araştırma(gözlem, anket) yapılmıştır. Trafik yöneticilerine, on adet kriteri içeren bir liste içinden, onlar için bir taşıyıcı seçimi sırasında en önemli olan beş tanesinin belirlenmesi amacıyla, anketler postalanmıştır. Bu servis kriterlerinin önemlerine göre sırası Tablo 6.10 da görülmektedir. 402 kullanılabilir yanıtın dışında, toplama servis hızı(bekleme zamanı) için sıklık, toplam servis süresi, navlun(rate) ya da kayıp ve hasar kriterlerine göre, mukayese edilebilir ölçüde alttadır. Bu sıralama için sormaca, motorlu taşıyıcılar arasından seçim yapan nakliyeciler için yapılmıştır. Türler arasındaki bekleme zamanı değişimleri, muhtemelen türün kendi içindeki değişimlerden daha belirgindir. Bir bekleme zamanı modeli için dikkatli tahmine izin veren veri bulunmadığından, bu çalışmada varsayımlara dayanan bir basit model kullanılmıştır.

Yük kayıp ve hasarlarını tahmin için kullanılan modeller, bağımlı değişkeni “kayıp ve hasar yüzdesi”, bağımsız(açıklayıcı) değişkenleri ise “değer”, “yoğunluk” ve “sıcaklık kontrol gereksinimleri” olan regresyon eşitlikleridir. Yalnızca halka açık kamyonlar ve demiryolu için geliştirilen modelin kapsamı, özel kamyon ve havayolu için genişletilmiştir. Bu model, kaybedilecek ya da hasara uğrayacak nakliye yüzdesini tahmin etmektedir. Bu bilgi, bir talep ile bağlantılı kapital maliyetinin hesaplanmasında yararlıdır. Daha önce gösterildiği gibi, kayıp ve hasarla ilgili diğer bir maliyet, bir talebi karşılama maliyetidir. Bu maliyeti tahmin etmek için, bir nakliye sırasındaki kayıp ve hasarın meydana gelme olasılığının tahmin edilmesi gerekir. Shepard tarafından yapılan bir çalışmada, bir kamyonla yapılan 1.000 pound'dan daha küçük boyutlardaki nakliyeler için yararlı bilgiler

Tablo 6.10. Motorlu taşıyıcılarda aranan önemli servis ölçütleri.

Servis ölçütlerinin önem derecesine göre sırası	Ankette söylenme sıklığı
1. Toplam servis süresi	277
2. Her yüz birim ağırlık için fiyat artış oranı	230
3. Müşterilerin isteğine göre ulaşımın çabuklaştırılma yüzdesi	184
4. Başarılı nakliye işi takibi	159
5. Hasar ve kayıp yüzdesi	147
6. Toplama için servis sıklığı	138
7. Hasar talebini karşılama süresi	123
8. Mal toplamadaki istikrar	115
9. Toplama servis hızı	97
10. Özel ekipmanlar	75

verilmektedir. Ne yazık ki, bu çalışma yalnızca bizim tür/nakliye boyutu seçeneklerimizin sadece küçük bir alt kümesini kapsamaktadır.

6.5. Mal ve Pazar Nitelikleri

Her bir nakliye için mal nitelikleri, MIT Yük Çalışma Grubu tarafından toplanan ayrışık bir mal nitelikleri dosyasından alınmıştır. Bu dosya, 1200 adet 5 hane STCC kodlu mallarının her biri için, değer, ambalaj yoğunluğu (packing density), raf ömrü, ambalajlama tipi ve özel elleçleme gereksinimleri içermektedir. Dosyadan elde edilebilecek ek nitelikler, kamyon yükü için minimum nakliye boyutunu ve tehlikeli madde göstergesini içermektedir.

Bölgesel fiyat farklılıkları, bir sunucunun seçimini açıklayıcı bilginin bir anahtar parçasıdır. Ayrışık düzeyde mal grupları için bölgesel fiyat bilgileri henüz yoktur. Bu nedenle, Rodgers(1973) tarafından yapılan bir girdi-çıkı çalışmasında geliştirilen bütünleşik bölgesel fiyat kullanılmaktadır. Bu, sayım bölgelerine ve endüstrilere göre ortalama fiyatları sağlar. Endüstri sınıflandırılması, yaklaşık olarak 2 hane kodlu STCC'ye benzemektedir. Bu bilgidен, mal ve pazar bölgesine göre bir görelі fiyat indeksi matrisi türeteceğiz . Bu fiyat indislerinin, bizim mal nitelikleri dosyasında verilen ortalama bölgesel fiyatlara uygulanmasıyla, gereksinim duyulan fiyat bilgileri üretilecektir.

Her bir malın pazar bulabilirliği, bir malın pazar bölgesinde satılan toplam miktarı ile ölçülebilir. Bu İmalat sayımlarından geliştirilmiştir. Bu çalışmada, 1972 İmalat Sayımı sonuçları kullanılarak, mal gruplarına ve pazar bölgelerine göre bir pazar bulunabilirliği matrisi elde edilmiştir.

7.0. NAKLİYE BOYUTU VE TÜR ORTAK SEÇİM MODELİNİN TAHMİNİ

7.1. Giriş.

Bu bölümde, bölüm 5 de formülize edilen kısa dönemli rassal maliyet modelinin ampirik tahmini açıklanmıştır. Bunun için kullanılan yordamdan kısaca bahsedilerek MIT’de yapılan çalışmanın, karşılaştırılmalı sonuçları bölümün sonunda verilmiştir.

Model, türün kesikli seçimi içerisinde, nakliye boyutunun seçimi olarak lojit model koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilecek tahmin katsayılarının, lojistik yönetim sürecinde kullanılması için, katsayıların sistematik ve kullanılabilir olması amaçlanmıştır. Bölüm 7.2 de örnek çalışmanın hazırlanışı ve seçilen seçilmeyen tüm alternatiflerin belirlenmede kullanılan tanımlamalar tartışılmıştır. Bölüm 7.3 de ise, tür ve nakliye boyutu ortak seçim modeli için lojistik maliyet fonksiyonunun belirlenmesi ele alınmıştır.

7.2. Örnek Çalışmanın Hazırlanışı.

Ulaşım türü tanımlanırken araç tipi ve taşınacak navlun ele alınmıştır. Ulaşım servisleri gerçekte araç tipi ve navluna göre değişiklik göstermektedir. Örneğin “LTL Less Than Truckload (kamyon yükünden az)”;taşımının kamyonla yapılacağını, nakliye boyutunun tam dolu kamyon yükünden daha az olacağını göstermektedir. Yine “rail carload” taşımının 25 ila 50 ton nakliye hacminde demiryolu ile yapılacağını göstermektedir.

Ulaştırma Sayımı Mal Ulaşım Anketi türleri demiryolu, taşıyıcılar birliği kamyonu, şahsi kamyon, hava, su ve diğerleri olarak sınıflandırmaktadır. Diğerleri birçok seçeneği ele aldığından, ele alınmamıştır. Ayrıca, deniz ulaşımına ait servis düzeyi modelleri kullanılabilir olmadığı için, bu ulaşım türü de ele alınmamıştır. Sonuç olarak 4 ulaşım türü göz önünde bulundurulmuştur:

- demiryolu (RAIL)
- taşıyıcılar birliği kamyonu (CT)
- şahsi kamyon (PT)
- hava (AIR)

Nakliye boyutu sayımda ortalama yirmi ağırlık bloğuna göre rapor edilmiştir. Buradaki veriler direkt olarak tür ve nakliye boyutu kesikli seçiminde kullanılmamıştır. Sayımda birçok nakliye boyutu bulunduğu ve birbirlerine çok yakın olduğundan bir kısmı ihmal edilerek, sekiz nakliye boyutu kategorisine ait yirmi ağırlık bloğu kullanılmıştır. Her bir nakliye boyutu kategorisi, taşıyıcı tarafından seçilmiş olan ulaşım servisine göre tanımlanan o nakliye boyutuna ait ulaşım türüdür. Bu alternatifler Şekil 7.1 de gösterilmiştir.

Burada yapılan ayrışık düzeydeki örnek hazırlama, Ulaştırma sayımı kayıtlarından aşağıdaki prosedür ile hazırlanmıştır.

NAKLİYE BOYUTU

	1	2	3	4	5	6	7	8
RAIL 1	Rail	Freight	Forwarder	Trailer on	Flatcar	Carload	Carload	Multiple Carload
CT 2	Less Common	Than Carrier	Truckload Truck		Full Common	Truckload Carrier	Truck	
PT 3	Less	Than Private	Truckload Truck		Full Private	Truckload Truck		
AIR 4	Air	Individual	Shipment	Air	Container	Air	Charter	

ULAŞIM
TÜRÜ

Şekil 7.1. Alternatiflerin Tanımlanması

1. Tam olarak 5 hane STCC kodlu kayıtların sıyrılıp alınması,
2. Alınan bu kayıtlara bölüm 6.5 te sözü edilen mal niteliklerinin eklenmesi,
3. Her bir nakliye boyutu için, bölüm 6.3 te belirtilen kullanım oranı dağılımından temsili yıllık kullanım oranını hazırlamak,
4. Düşünülp te seçilmeyen olasılıkları belirlemek,
5. Seçilen ve seçilmeyen tüm alternatifler için ulaştırma servis düzeyi niteliklerini geliştirmek.

Daha sonra navlun , ulaşım süresi ve kayıp/ hasar dikkate alınarak servis düzeyi karakteristikleri ile alt- tür ler oluşturulmuştur. Örnek çalışmada 1924 gözlem dosyadan rasgele seçilerek kalibrasyonda kullanılmıştır.

7.3. Tür ve Nakliye Boyutu Ortak Seçim Modeli İçin Lojistik Maliyet Fonksiyonunun Belirlenmesi

Bölüm 5 te de belirtildiği gibi; alıcı tarafından karşılanan lojistik maliyetler; sipariş maliyeti, ulaşım maliyeti, ulaşımda kapital taşıma maliyeti, depolamada kapital taşıma maliyeti ve stok bitme maliyeti v.b. lojistik stratejiye ait toplam maliyetlerdir. İlgili değişkenlere bağlı olarak bu maliyetler aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Ulaşım Maliyeti

Ulaşım Maliyeti $B_1 (RATE_{imq} + SPC_{imq}) .x$ olarak tanımlanır. RATE navlun oranı, SPC özel tarife giderleri, x yıllık kullanım oranıdır.

Depolamada Kapital Taşıma Maliyeti

Günlük kullanım oranındaki dalgalanmalar önemsiz ise, güvenilir olmayan stok miktarı nakliye boyutunun yarısı varsayılabilir. Bu durumda maliyet:

$$B_2 (q/2 + R_{imq} .u) . P_i$$

Ulaşımında Kapital Taşıma Maliyeti

$$\beta_n (TT_{imq} + LDP_{imq} . IT_m) . Pi . u$$

TT gün olarak ulaşım süresi, LDP_m bu türe ait kayıp hasar yüzdesi, IT hasar talebinin karşılanma süresi.

Bu maliyet iki değişkenli tanımlanmıştır: n=3 acil durum nakliyesi, n=4 normal durum nakliyesi.

Sipariş Maliyeti.

Bu maliyet için genellikle veri kullanılamaz. Her bir sipariş için maliyetin sabit olduğu varsayılabilir. Bu durumda toplam maliyet sipariş adedine bağlı olacaktır. $\beta_5 .x/q$ Daha iyi bir varsayım: $\beta_5 (Pi q)^n$, burada n tahmin edilecek o ile 1 arasında bir sayıdır. Böylece maliyet; $\beta_5 (Pi q)^n .x/q$ olacaktır.

Ulaşımında ve Depolamada Değer Kaybı

Bu maliyet; $\beta_6 (q - u . (SHELF - TT_{imq} - WT_{imq}) Pi .1/q .x$ olarak verilmiştir. SHELF malın gün cinsinden raf ömrüdür.

Mesafe Değişkeni

$\beta_7 1 / \ln (DIST)$ olarak önerilmiştir.

Değer Değişkeni

$\beta_8 \ln (VALUE)$ olarak önerilmiştir.

Kullanım Oranı Değişkeni

$\beta_9 \ln(x)$ olarak önerilmiştir.

Ulaşım Türü ve Nakliye Boyutu Sabitleri

Bu sabitler diğer değişkenlere bağlı olmayıp “pure” (saf) alternatiflerdir. $\beta_{10} - \beta_{22}$ arasında ele alınmıştır.



Tablo 7.2.a. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA	KULLANIM ORTA		MESAFE KISA		GÖZLEM 1613		Total
	<1550 lbs	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs	
RAİL	0.000	0.003	0.005	0.014	0.018	0.009	0.051
CT	0.089	0.249	0.199	0.128	0.010	0.002	0.679
PT	0.031	0.105	0.088	0.042	0.001	0.001	0.268
AİR	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002
TOTAL	0.119	0.358	0.292	0.184	0.029	0.012	0.004
RAİL	0.009	0.006	0.007	0.053	0.052	0.040	0.204
CT	0.200	0.075	0.127	0.017	0.017	0.012	0.460
PT	0.128	0.086	0.086	0.005	0.005	0.000	0.311
AİR	0.020	0.004	0.003	0.000	0.000	0.000	0.025
TOTAL	0.358	0.170	0.224	0.075	0.074	0.052	0.018

GÖZLEM
TÜR
BÖLÜŞÜMÜMODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.b. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA	KULLANIM ORTA		MESAFE ORTA		GÖZLEM 385		Topal	GÖZLEM TÜR BÖLÜŞÜMÜ
	<1550 lbs	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs		
RAİL	0.000	0.018	0.018	0.119	0.083	0.044	0.010	0.294
CT	0.094	0.294	0.081	0.088	0.008	0.000	0.000	0.564
PT	0.016	0.042	0.042	0.042	0.003	0.000	0.000	0.143
AİR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL	0.109	0.353	0.140	0.249	0.094	0.044	0.010	0.000
RAİL	0.012	0.008	0.010	0.074	0.075	0.060	0.056	0.295
CT	0.269	0.100	0.170	0.024	0.024	0.017	0.017	0.620
PT	0.027	0.019	0.019	0.001	0.001	0.000	0.000	0.067
AİR	0.014	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018
TOTAL	0.322	0.129	0.202	0.099	0.100	0.077	0.073	0.000

MODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.c. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA	KULLANIM YÜKSEK		MESAFE ORTA		GÖZLEM 110		Total
	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs	>220000 lbs	
RAİL	0.000	0.018	0.055	0.118	0.282	0.000	0.473
CT	0.000	0.173	0.218	0.018	0.018	0.009	0.473
PT	0.000	0.018	0.036	0.000	0.000	0.000	0.055
AIR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL	0.000	0.209	0.309	0.136	0.300	0.009	
RAİL	0.000	0.006	0.103	0.144	0.144	0.199	0.596
CT	0.024	0.124	0.020	0.027	0.027	0.035	0.279
PT	0.006	0.084	0.004	0.005	0.000	0.000	0.124
AIR	0.006	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002
TOTAL	0.031	0.216	0.217	0.177	0.170	0.233	

GÖZLEM
TÜR
BÖLÜŞÜMÜMODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.d. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA DEĞER ORTA MESAFE GÖZLEM KULLANIM ORTA 1265

	<1550 lbs	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs	>220000 lbs	Total
RAİL	0.006	0.016	0.024	0.050	0.039	0.018	0.001	0.154
CT	0.127	0.249	0.216	0.152	0.009	0.001	0.000	0.753
PT	0.003	0.031	0.032	0.022	0.000	0.000	0.000	0.088
AIR	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
TOTAL	0.137	0.299	0.273	0.224	0.047	0.001	0.001	
RAİL	0.011	0.008	0.010	0.075	0.073	0.057	0.053	0.288
CT	0.257	0.100	0.175	0.024	0.024	0.017	0.016	0.612
PT	0.026	0.019	0.019	0.001	0.001	0.000	0.000	0.066
AIR	0.027	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034
TOTAL	0.322	0.130	0.208	0.100	0.098	0.074	0.069	

GÖZLEM
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

MODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.e. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA	KULLANIM DÜŞÜK		MESAFE ORTA		GÖZLEM 1516		Total	GÖZLEM TÜR BÖLÜŞÜMÜ
	<1550 lbs	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs		
RAİL	0.018	0.003	-	-	-	-	-	0.020
CT	0.768	0.113	-	-	-	-	-	0.881
PT	0.039	0.013	-	-	-	-	-	0.053
AIR	0.045	0.001	-	-	-	-	-	0.046
TOTAL	0.871	0.129	-	-	-	-	-	
RAİL	0.033	0.007	-	-	-	-	-	0.041
CT	0.694	0.092	-	-	-	-	-	0.786
PT	0.056	0.016	-	-	-	-	-	0.072
AIR	0.097	0.004	-	-	-	-	-	0.101
TOTAL	0.880	0.120	-	-	-	-	-	
								MODEL TÜR BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.f. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER YÜKSEK	KULLANIM ORTA		MESAFE ORTA		GÖZLEM 1390		Total	GÖZLEM TÜR BÖLÜŞÜMÜ
	<1550 lbs	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs		
RAİL	0.012	0.086	0.047	0.040	0.011	0.001	-	0.198
CT	0.222	0.350	0.104	0.037	0.001	0.001	-	0.716
PT	0.007	0.045	0.015	0.005	0.000	0.000	-	0.072
AIR	0.012	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.014
TOTAL	0.253	0.485	0.167	0.081	0.012	0.002	-	
RAİL	0.012	0.009	0.011	0.070	0.063	0.040	-	0.205
CT	0.279	0.114	0.191	0.025	0.022	0.012	-	0.643
PT	0.029	0.021	0.021	0.001	0.001	0.000	-	0.074
AIR	0.062	0.008	0.008	0.000	0.000	0.000	-	0.078
TOTAL	0.382	0.153	0.231	0.096	0.087	0.052	-	

MODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

Tablo 7.2.g. Model Sonuçları ile Gözlem Değerlerinin Karşılaştırılması

DEĞER ORTA	KULLANIM ORTA		MESAFE UZUN		GÖZLEM 721		Total
	>1550 lbs <11500 lbs	>11500 lbs <30000 lbs	>30000 lbs <60000 lbs	>60000 lbs <135000 lbs	>135000 lbs <220000 lbs	>220000 lbs	
RAIL	0.010	0.053	0.050	0.096	0.125	0.053	0.390
CT	0.129	0.173	0.126	0.103	0.008	0.004	0.544
PT	0.000	0.015	0.014	0.017	0.000	0.000	0.046
AIR	0.018	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021
TOTAL	0.157	0.244	0.190	0.215	0.133	0.057	0.004
RAIL	0.011	0.007	0.010	0.081	0.081	0.067	0.321
CT	0.238	0.101	0.182	0.025	0.025	0.019	0.608
PT	0.013	0.012	0.013	0.001	0.001	0.000	0.038
AIR	0.025	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033
TOTAL	0.288	0.124	0.208	0.107	0.106	0.086	0.080

GÖZLEM
TÜR
BÖLÜŞÜMÜMODEL
TÜR
BÖLÜŞÜMÜ

8.0. SONUÇLAR

İnceleme, yapılacak bir yük talebinin modellenmesi çalışmasında, günümüz koşullarına uygun bir modelin aranmasına yönelik olarak, ilk atılımdı. Böyle bir atılım, şimdiye kadar yapılan çalışmaların incelenerek, uygunlukları ve olumsuzluklarının ele alınışı ile sonuçlandırılmıştır.

Karmaşık bir işleyiş sürecine sahip olan yük ulaşımında, çok çeşitli yaklaşım ve yöntemler ışığında, bir çok varsayımın kullanılmış olması doğaldı. Bizim atılımımız da ülke bazında sorulara cevap verebilecek bir model arayışı olduğundan ya da bu tür bir gelişimi içerdiğinden, detaylara inilmesi bu amaca yönelik modeller ailesi bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Ulaşım planlarında, yapılması düşünülen bir değişikliğin analiz edilmesi için, mevcut ulaşım servislerinin, onun niteliği olan, servis düzeyi ölçütlerini kümelendirerek analizde kullanmak akılcı bir çözümdü. Bu, bir nevi, istemlerimizi ulaşım dünyasına onun kendi dilinden aktarmaktı.

Düşünülen modelin yer ve yük özelliklerinden soyut olması, modelin değişik koşullara uygunluk gösterebilmesi için gerekliydi. Böylece gelişime açık bir model de seçmiş oluyoruz.

Sözünü ettiğimiz, servis düzeyi ölçütleri kimler tarafından, bir seçim alternatifi olarak değerlendiriliyordu. Bu talep edenler ve onların davranışları bizim için önemliydi. Ekonomik aktiviteler sonucu oluşan yük ulaşımında, bu servisi satın alan ve seçim davranışında bulunan ekonomik birimler, firmalardı. Bu sebeple, firma davranışlarının ele alınma gerekliliği duyulmuştur. Firma davranışlarının analizinde kullanılan kar maksimizasyon hipotezi geçerli sayılmıştır. Ekonomik incelemeler, firma davranışlarını, daha kolay açıklayabilmek amacıyla, birbirleriyle geri besleme yoluyla sürekli bir etkileşim içerisinde bulunan, hiyerarşik üç seçim davranışını öngörmüştür. Bunlar:

- Firmanın yerleşim yeri seçimini içeren; uzun dönemli seçim.
- Firmanın üreteceği mamülü seçtiği orta dönem
- Firmanın lojistiklerini seçtiği kısa dönem

olarak üç aşamadır.

Bu tip bir çatının oluşturulmasından sonra, bu karar seçenekleri ile ilgili ekonomik varsayımların ele alınışı ve geçerliliği incelenmiştir. Belirli varsayımlar altında, kısa dönemli seçenek olarak, firmanın girdilerini temin ettiği yeri, nakliye boyutunu ve ulaşım türünü dikkate aldığı lojistik seçimleri için çözümler araştırılmıştır (i,m,q seçimi).

Firmaların tam rekabet piyasasında bulunduğu, fiyatı kontrol edemediği (veri aldığı), ulaşım ile diğer girdiler arasında herhangi bir 'yerine geçme' nin olmadığı varsayımları altında; firma toplam satın alma maliyetleri + lojistik maliyetler için, kar maksimizasyonunu sağlayan optimum nakliye boyutu ve optimum girdi ücreti için matematiksel çözümler yapılmıştır.

Maliyet fonksiyonu yaklaşımı olarak, deterministik yaklaşım ile rassal yaklaşım ele alınmıştır. Deterministik modelin, maliyet fonksiyonundaki tüm bilgilerin gözlemlenebilir olduğunun kabulü ve optimum seçeneğin araştırılması zorlukları bizi, rassal bir maliyet modelinin, modelleme çalışmaları için daha uygun olacağı sonucuna götürmüştür.

Bu sebeple, bir rassal maliyet modelinde seçim olasılıklarını türetebilmek için uygun olasılık dağılımları incelenmiştir. Burada, lojistik seçimin modellenmesi için, lojistik elemanların seçim tipi ele alınmıştır. Sonuç olarak; lojistik seçim, kesikli tür ve köken seçimi ile nakliye boyutunun sürekli seçiminden oluşmaktadır. Bu durum ise bazı kabuller yardımıyla maliyet fonksiyonunun optimum nakliye boyutuna göre çözümlenmesini gerektirmiştir. Bunun için, yapılabilecek kabullerin geçersizliği daha önce ele alındığından, nakliye boyutunun seçiminin, kesikli nitelikler kümesine alınarak, nakliye boyutunun ayrı seçimler şeklinde modellenmesi düşünülmüştür.

Böylece bu seçimleri modelleyecek tekniklerin incelenmesine gidilmiş, lojit ve probit modellerin bizim bu seçimleri modelleyebilecek durumda olduğu görülmüştür. Probit modelin hesaplanma zorlukları ve bir çok alternatifin bulunması durumunda, probit model çözüm yaklaşımlarında oluşacak hatalar sebebiyle; IIA özelliğine rağmen, rassal maliyet modeli için, lojit modelin kullanımının daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

Veri konusunda MIT de Chiang ve arkadaşları (1981) tarafından yapılan çalışmada kullanılan yöntem ve yaklaşımlar incelenmiştir. Ülkemiz açısından veri yokluğu, (özellikle taşımanın çok büyük bir kısmının yapıldığı karayolu özel taşıyıcı taşımaları) ulaştırma sorunlarının çözülmesinde önümüzü tıkayan en büyük problemlerden birisidir. Bu yüzden, bu alanda yapılacak çalışmaların öncelikle ülkemiz için bir veri tabanı oluşturulmasına yönelmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, bir veri tabanının nasıl oluşturulduğu konusunda yaklaşımlar verilmiştir fakat, çalışmanın kendi ulusal sayım bürolarının anketlerine dayanıyor olması, mal taşımacılığı ile ilgili tüm doküman ve faturaların deşifre edilerek kullanılabilmesi ülkemiz için söz konusu değildir. Bu bize, verisine ihtiyaç duyduğumuz özel taşımacılıklar için fatura ve taşıma irsaliyeleri bilgisine sahip resmi kuruluş olan Maliye ve Gümrük Bakanlığı ile dayanışmalı bir çalışma yapılmasını empoze etmektedir. Bunun için, bu konudaki araştırmacılar tarafından hazırlanacak anket nitelikli irsaliyelerin, kuruluşla yapılacak görüşmeler neticesinde;

* mükelleflerine yaptırım kullanarak yeni tip irsaliye kullanımını başlatması ,

*İrsaliyelerin bir nüsha fazla düzenlenmesini sağlayarak, 1 kopyayı, yeni kurulacak bir Mal Sayım Bürosuna iletmesi istenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) Altın Murat G., 1996 “Stokastik Tercih Modelleri”, Basılmamış Yüksek lisans tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL
- 2) Chiang Y.S., Roberts P.O. and M.Ben-Akiva, “Development of a Policy Sensitive Model Forecasting Freight Demand”,Final Report, Center for Transportation Studies, Massachusetts Institute of Technology, 1981,Cambridge, Massachusetts 02139
- 3) İşgüden T. ve Turanlı R.,1992, “Ansiklopedik Ekonomi Sözlüğü”,Bilim Teknik Yayınevi.
- 4) N.C.H.R.P.:National Cooperative Highway Research Programme, “Characteristics and Changes in Transportation Freight Demand, A guide book planners and policy analyser”, Proje 8-30,1995 U.S.A
- 5) Parasız M. İlker, 1994, “Mikro Ekonomi”,Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.
- 6) Pindyck Robert S. and Rubinfeld Daniel L., 1991 “Econometric Models and Economic Forecasting”
- 7) Shen Pingning, 1992, 34th Transportation Research Forum, (TRF), 34th Annual Meeting, October 21-23, St. Lous. Missouri, U.S.A., section 4, page 1-16.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi ve Yeri : 29.03.1972 Şebinkarahisar
İlkokul : Şebinkarahisar İstiklal İlkokulu
Ortaokul : Bursa Atatürk Lisesi
Lise : Bursa Atatürk Lisesi
Üniversite : Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul
Yüksek Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programı
İstanbul