

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE
İLAÇ SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Fatih YİĞİT**

**Anabilim Dalı: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Programı: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE
İLAÇ SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Fatih YİĞİT
507001212**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Mayıs 2002**

**Tez Danışmanı : Öğr. Gör. Dr. Bülent CERİT
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Füsun ÜLENGİN
Öğr. Gör. Dr. H. Halefşan SÜMEN**

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşturulmasında bana yol gösteren ve sonsuz destek veren tez danışmanım Öğr. Gör. Dr. Bülent CERİT'e ve uygulamam sırasında yardımlarını esirgemeyen sayın Şener Giritlioğlu başta olmak üzere tüm BİLİM İLAÇ A.Ş çalışanlarına teşekkür ederim. Ayrıca bana her türlü desteği veren aileme de teşekkürü borç bilirim.

Mayıs 2002

Fatih YİĞİT

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv

1. GİRİŞ 1

1.1. Tedarik Zinciri Sistemi Nedir?	1
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Tarihi	2
1.3. Ters-Lojistik	5
1.4. Tedarik Zinciri Sisteminin Önemi	6
1.4.1. Tedarik Zinciri Sisteminin Maliyete Olan Katkısı	6
1.4.2. Tedarik ve Dağıtım Alanlarının Genişlemesi	7
1.4.3. Artan Müşteri Memnuniyeti	7
1.4.4. Müşterilerin İsteklerine Özel Hızlı Çözümler	8
1.4.5. Tedarik Zinciri Sisteminin Müşteri Açısından Önemi	8
1.5. Tedarik Zincirinde Çakışan Hedefler	10
1.5.1. Parti Miktarı ve Envanter Maliyet Çelişkisi	10
1.5.2. Envanter ve Taşıma Maliyetlerinin Çelişkisi	11
1.5.3. Temin Süresi ve Maliyet Çelişkisi	12
1.5.4. Ürün Çeşitliliği ve Envanter Maliyeti Çelişkisi	12
1.5.5. Maliyet ve Müşteri Servis Oranı Çelişkisi	13
1.5.5.1. Demir Bilya A.Ş. Örneği	13
1.6. Üretim Dışı Alanlarda Tedarik Zinciri Yönetimi	15
1.6.1. Hizmet Sektörü	15
1.6.2. Askeri Alan	16
1.6.3. Lojistik yada Taşıma Sektörü	17
1.7. Tedarik Zinciri Sisteminde Dış Kaynak Kullanımı	17
1.7.1. 3PL (3. Parti Lojistik)	17
1.7.1.1. 3PL Avantaj ve Dezavantajları	18
1.7.2. 4PL Sistemi	20
1.7.2.1. 4PL Sistemi Nedir?	20
1.7.2.2. 4PL Modelleri	20
1.7.2.3. 4PL Firmasında Olması Gereken Nitelikler (Magill,2000)	21
1.7.3. Bir Firmanın Dış Kaynak Kullanımı İhtiyacının Belirlenmesi	22

1.8. Sonuç	22
2. TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ BİLEŞENLERİ	24
2.1. Tedarik Zinciri Sisteminde Dağıtım Sistemi	25
2.2. Servis Türleri	28
2.2.1. Tekil-servis Türleri	28
2.2.1.1. Demiryolu Taşımacılığı	29
2.2.1.2. Karayolu Taşımacılığı	31
2.2.1.3. Havayolu Taşımacılığı	32
2.2.1.4. Suyolu Taşımacılığı	33
2.2.1.5. Boruyolu Taşımacılığı	34
2.2.2. Karma Taşıma Modelleri	35
2.2.2.1. Demiryolu-Karayolu Nakli	36
2.2.2.2. Denizyolu-Karayolu Nakli	37
2.2.3. Taşıma Türüne Ait Örnekler	37
2.3. Dağıtım Planlamasında Rotalama	38
2.3.1. İki nokta Arasındaki En Kısa Mesafe	39
2.3.1.1. Ağırlıklı Ortalama	39
2.3.1.2. En Kısa Yol Algoritması	41
2.3.2. Çok Sayıda Talep ve Arz Merkezi Durumu	43
2.3.2.1. Transport Modeli	43
2.3.2.2. Transport Modeli Uygulaması	45
2.3.3. Depo Dağıtım Örneği	48
2.3.3.1. İdeal Rotalama Prensipleri (Ballou, 1999)	49
2.3.3.2. Sweep Metodu	49
2.3.3.3. Sweep Metodu Örneği	49
2.3.3.4. Kazanç Metodu	51
2.3.4. Sonuç	52
3. TEDARİK ZİNCİRİNDE ENVANTER MODELİ	54
3.1. Envanter Yönetiminin Önemi	54
3.2. Bağlı Envanter Modelleri	55
3.2.1. Lot-for-Lot Modeli	56
3.2.2. Ekonomik Sipariş Periyodu	56
3.2.2.1. Ekonomik Sipariş Periyodu Uygulaması	57
3.2.2.2. Ekonomik Sipariş Periyodu Uygulaması-2	58
3.2.3. Wagner-Whitin Algoritması	59
3.2.3.1. Wagner-Whitin Algoritması Uygulaması	59
3.2.4. Silver-Meal Algoritması	62
3.2.4.1. Silver-Meal Algoritması Uygulaması	63
3.2.5. Periyot-Bölümü Algoritması	64

3.2.5.1	Periyot-Bölümü Algoritması Uygulaması	64
3.2.6.	Artış Periyod-Bölümü Algoritması	66
3.2.6.1.	Artış-Periyod-Bölümü Algoritması Uygulaması	66
3.2.7.	Bağıl Envanter Modelleri Algoritmalarının Karşılaştırılması	67
3.3.	Stok Yönetimi Modelleri	69
3.3.1.	Deterministik Modeller	70
3.3.1.1.	Temel Ekonomik Sipariş Miktarı	70
3.3.1.2.	Sürekli Tedarik Halinde Ekonomik Sipariş Miktarı Tespiti	71
3.3.1.3.	Elde Bulundurmama Hali	72
3.3.1.4.	Miktar İskontosu ile Ekonomik Sipariş Miktarı Hesabı	73
3.3.2.	Stokastik Modeller	75
3.3.2.1.	Stokastik Ekonomik Sipariş Miktarı ve Güvenlik Stoku Tespiti	76
3.3.2.2.	Değişken Talep ve Sabit Tedarik Süresinde Stokastik Model	77
3.3.2.3.	Sabit Talep ve Değişken Temin Süresi Durumu	80
4.	TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİNDE KONUM PLANLAMASI	82
4.1.	Konum Seçimi	83
4.1.1.	Tek Tesis Yeri Seçimi	83
4.1.1.1.	Ağırlık Merkezi	83
4.1.1.2.	Alternatif Ağırlık Merkezi Modeli	84
4.1.1.3.	Ağırlıklı Değerlendirme Tabloları	90
4.1.1.4.	Electre yöntemi	91
4.1.2.	Çoğul Fabrika Yerinin Seçimi	97
4.2.	Sonuç	99
5.	BİLİM İLAÇ UYGULAMASI	100
5.1.	Bilim İlaç Tedarik Zinciri Yönetimi	100
5.1.1.	Dağıtım Planlaması	100
5.1.2.	Malzeme Tedariği	101
5.1.3.	Satış Tahmini Sistemi Geliştirilme Uygulaması	102
5.2.	Bilim İlaç A.Ş. Emniyet Stoku Tespiti	111
5.2.1.	Yıllık Talep Tespiti	112
5.2.1.1.	Chi-Kare Değerlendirilmesi	113
5.2.2.	Tedarik Süresi	117
5.2.3.	Ürün Maliyeti	118
5.2.4.	Taşıma Maliyeti(%)	118
5.2.5.	Taşıma Maliyeti(TL)	119
5.2.6.	Stoksuzluk Maliyeti	119
5.2.7.	Sipariş Maliyeti	120
5.2.7.1.	Eleman Maliyetleri	120
5.2.7.2.	İletişim Maliyetleri	121

5.2.8. Sipariş Büyüklükleri	122
5.2.9. Optimum Stoksuzluk Yüzdesi	123
5.2.10. Emniyet Stoku Tespiti	123
5.2.11. Temin Süresindeki Talep	124
5.2.12. Yeniden Sipariş Noktasının Bulunması	124
5.2.13. Sonuç	124
6. SONUÇ	126
KAYNAKLAR	129
EK-1	131
EK-2	132
EK-3	133
ÖZGEÇMİŞ	134

KISALTMALAR

NAFTA	: North American Free Trade Agreement
B2B	: Business-to-Business
B2C	: Business-to-Customer
GPRS	: Geographical Point Recognition System
EDI	: Electronic Data Interchange
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
SMED	: Single Minute Exchange of Dies
LTL	: Less than Truck-Load
TL	: Truck-Load
3PL	: Third Party Logistics
4PL	: Fourth Party Logistics
U-Boot	: Unterwasser Boot (Denizaltı)
MRP	: Material Requirements Planning
BOM	: Bill of Materials(Malzeme Fişleri)
EOQ	: Economical Order Quantitiy
ESM	: Ekonomik Sipariş Miktarı
MRP	: Material Requirements Planning
ESP	: Ekonomik Sipariş Miktarı
EPP	: Ekonomik Periyod-Bölümü Miktarı
TSM	: Temel Ekonomik Sipariş Miktarı
ELECTRE	: Elimination ét Choix Traduisant La Réalité
N.D.	: Normal Dağılım
s.m.	: Emniyet Stoğunda Kullanılan Hammadde
200ml süsp.	: Satış Tahmini Uygulamasında Kullanılan 1. Ürün
1GR IM	: Satış Tahmini Uygulamasında Kullanılan 2. Ürün
0.5gr IM	: Satış Tahmini Uygulamasında Kullanılan 3. Ürün

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Tedarik zinciri sisteminin toplam maliyet içindeki oranı.....	7
Tablo 1.2. Müşteri servis oranı değişimlerinin maliyetleri.....	14
Tablo 2.1. Taşıma türlerinin maliyetleri(Ballou, 1999).....	26
Tablo 2.2. Taşıma türlerinin nitelik karşılaştırmaları (Ballou, 1999).....	35
Tablo 2.3. Kömür taşıma değerlendirme tablosu.....	37
Tablo 2.4. İlaç hammaddesi değerlendirme tablosu.....	38
Tablo 2.5. Maliyet-zaman önemlilik derecesi.....	39
Tablo 2.6. A-H en kısa yol problemi çözümü.....	42
Tablo 2.7. Depo-fabrika mesafeleri.....	44
Tablo 2.8. Transport modeli başlangıç çözümü.....	45
Tablo 2.9. Transport modeli 1. Iterasyon.....	46
Tablo 2.10. Transport modeli 2 Iterasyon.....	46
Tablo 2.11. Transport modeli 3 Iterasyon.....	47
Tablo 2.12. Transport modeli 4 Iterasyon.....	47
Tablo 2.13. Yapay depo başlangıç çözümü.....	48
Tablo 3.1. Lot-for-lot tedarik planlaması.....	56
Tablo 3.2. Net ihtiyaçlar.....	57
Tablo 3.3. ESM modeliyle tedarik planlaması.....	58
Tablo 3.4. Net ihtiyaçlar.....	58
Tablo 3.5. Periyodik sipariş modeline göre tedarik planlaması.....	58
Tablo 3.6. Net ihtiyaçlar.....	59
Tablo 3.7. Zce matrisi.....	61
Tablo 3.8. En düşük maliyet matrisi.....	62
Tablo 3.9. Wagner-whitin algoritması çözümü.....	62
Tablo 3.10. Net ihtiyaçlar.....	63
Tablo 3.11. Silver-meal algoritma hesaplaması.....	63
Tablo 3.12. Silver-meal algoritmasına göre tedarik planlaması.....	64
Tablo 3.13. Uygulama başlangıç net ihtiyaçları.....	64
Tablo 3.14. Periyot bölümü planlaması.....	65
Tablo 3.15. Periyot-bölümü tedarik planlaması.....	65
Tablo 3.16. Artış periyodu net ihtiyaçları.....	66
Tablo 3.17. Artış periyodu ihtiyaç planlaması hesaplamaları.....	67
Tablo 3.18. Artış periyodu tedarik planlaması.....	67
Tablo 3.19. Algoritma karşılaştırma tabloları.....	68
Tablo 3.20. Sipariş adedine bağlı maliyetler.....	73
Tablo 3.21. Envanter maliyetleri ve satınalma avantajları.....	74
Tablo 3.22. Temin süreleri ve olasılık dağılımları.....	81
Tablo 4.1. Pazar ihtiyaçları.....	85
Tablo 4.2. 1. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	85
Tablo 4.3. 2. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	86

Tablo 4.4.	3. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	86
Tablo 4.5.	4. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	86
Tablo 4.6.	5. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	87
Tablo 4.7.	6. nolu Pazar potansiyel gelişimi.....	87
Tablo 4.8.	Ağırlık merkezi hesaplamaları.....	89
Tablo 4.9.	Konum seçimi uygulaması.....	91
Tablo 4.10.	Seçeneklerin değerlendirmesi.....	93
Tablo 4.11.	Uyumluluk matrisi.....	94
Tablo 4.12.	Birinci uyumsuzluk matrisi.....	94
Tablo 4.13.	İkinci uyumsuzluk matrisi.....	95
Tablo 4.14.	Birinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif değerlendirme tablosu.....	95
Tablo 4.15.	İkinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif değerlendirme tablosu.....	96
Tablo 5.1.	8 aylık satış tahminleri.....	104
Tablo 5.2.	Uygulamada gerçekleşen satışlar.....	105
Tablo 5.3.	Satış tahminleri ve gerçekleşen satışlar.....	106
Tablo 5.4.	Gerçekleşen satışlar.....	107
Tablo 5.5.	Ürün talep verileri.....	108
Tablo 5.6.	Normal dağılıma göre amaçlanan servis yüzdesi.....	109
Tablo 5.7.	Normal dağılıma göre talep tahminleri.....	109
Tablo 5.8.	Hata skorları tablosu.....	110
Tablo 5.9.	s.m 2000-2001 aylık talepleri.....	112
Tablo 5.10.	Taleplerin aralıklarına göre veri adetleri.....	114
Tablo 5.11.	Teorik bulunma olasılıkları.....	115
Tablo 5.12.	c katsayısı hesaplaması.....	116
Tablo 5.13.	Eleman maliyetleri.....	121
Tablo 5.14.	Emniyet stokları.....	124
Tablo 5.15.	Yeniden sipariş noktaları.....	124
Tablo 6.1.	Emniyet stokları ve yeniden sipariş noktaları.....	126
Tablo 6.2.	Metotların hata skorları tablosu.....	127

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1	:Lojistik ortaklıklarının gelişimi (Magill, 2000).....	18
Şekil 2.1	: Tedarik zinciri sistemi bileşenleri.....	24
Şekil 2.2	: ABD’de dağıtım türlerine göre harcamalar(Milyar\$) (Bowersox ve Closs, 1996).....	29
Şekil 2.3	: ABD’de dağıtım türlerine göre toplam taşıma hacimleri(ton-mil) (Bowersox ve Closs,1996).....	29
Şekil 2.4	: İstanbul-Ankara ulaşım süreleri.....	40
Şekil 2.5	: İstanbul-Ankara ulaşım maliyetleri.....	40
Şekil 2.6	: En kısa yol uygulaması sonucu.....	41
Şekil 2.7	: A-H yol diyagramı	42
Şekil 2.8	: Başlangıç durumu.....	50
Şekil 2.9	: Sweep metodu uygulaması.....	50
Şekil 2.10	: Sweep metodu algoritması.....	51
Şekil 2.11	: Kazanç metodu başlangıç çözümü.....	52
Şekil 2.12	: Kazanç metodu kazanç belirlenmesi	52
Şekil 3.1	: Envanter modellerinin faaliyet noktaları.....	55
Şekil 4.1	: Faaliyet merkezleri ve koordinatları.....	85
Şekil 4.2	: 1.nolu pazarın yıllara göre potansiyel gelişimi.....	88
Şekil 4.3	: Uygulama sonucu fabrika konumu.....	89
Şekil 4.4	: Birinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif üstünlüğü şekli.....	96
Şekil 4.5	: İkinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif üstünlüğü şekli.....	97
Şekil 4.6	: Çoğul tesis yeri seçimi problemi.....	97
Şekil 5.1	: Üretim planlama ve tedarik planlaması iş planı.....	102
Şekil 5.2	: Hata skorları grafiği.....	110
Şekil 5.3	: Taşıma maliyeti grafiği.....	118
Şekil 5.4	: Sipariş verme iş akışı.....	121

SEMBOL LİSTESİ

C	: Sipariş maliyeti
h	: Yıllık stok taşıma maliyeti yüzdesi
P	: Ürün maliyeti
R	: Yıllık talep
Q	: Sipariş büyüklüğü
N	: Yıllık sipariş sayısı
SF	: İki sipariş arasındaki gün sayısı
B	: Yeniden sipariş miktarı
Sb	: Backorder maliyeti
L	: Tedarik süresi
D	: Aylık talep
S	: Emniyet stoku
M	: Ortalama talep
Ab	: Backorder birim başına maliyet
t	: Mevcut Periyot
A_t	: t dönemindeki talep
F_t	: t'deki tahmin
S_t	: t'deki ilk talep
T_t	: t dönemindeki yön
A	: Stoksuzluk maliyeti
ΔK	: Marjinal kar
ΔM	: Marjinal müşteri maliyeti
Z	: Normal dağılım tablosu z değeri
Q_{ce}	: c'den e'ye toplam talep
R_k	: k periyodundaki talep miktarı
Z_{ab}	: a'dan b'ye olan talebin tek seferde karşılanma durumu
f_b	: b'inci Periyot için satınalma alternatifi
Q_{ce}	: c'den e'ye toplam talep
R_k	: k periyodundaki talep miktarı
Z_{ab}	: a'dan b'ye olan talebin tek seferde karşılanma durumu
C₂	: Ürün taşıma maliyeti(TL)
C₃	: Siparişin sonra karşılanma maliyeti
μ_L	: Temin süresindeki talep miktarı
σ_L	: Temin süresindeki talep standart sapması
P(M > B)	: Stoksuz kalma ihtimali
E(M > B)	: Talep süresinde beklenen stoksuzluk durumu
TC_s	: Toplam emniyet stoku sistemi maliyeti
X	: X koordinatı
Y	: Y koordinatı
d_i	: i noktasının merkeze uzaklığı
V_i	: i pazarının beklenen kapasitesi

P_x	: x pazarının talebi
FK_x	: x fabrikasının kapasitesi
T_{xy}	: x pazarının y pazarına olan sunumu
X_x	: x fabrikasının kurulması yada kurulmaması durumu
K_x	: x fabrikasının kurulması maliyeti
d_{xy}	: x fabrikasının y pazarına olan taşıma maliyeti
α	: düzeltme katsayısı
β	: Trend düzeltme katsayısı
<u>M</u>	: Tedarik süresindeki ortalama talep miktarı

ÖZET

Tedarik zinciri yönetimi işletmeler açısından yoğun rekabet ortamında önemi giderek artan bir konudur. Tedarik zinciri yönetiminin ve alt bileşenlerinin bu şekilde önem kazanmasının başlıca iki sebebi mevcuttur.

1. Tedarik zinciri maliyetleri, toplam satış maliyetlerinin %4-30 arasında ve hammadde maliyetlerinin ardından ikinci sırayı almaktadır. Günümüzde maliyetin dolayısıyla fiyatın rekabette en önemli silah olduğu için tedarik zinciri rekabet gücü açısından büyük bir önem sahiptir.
2. Pazarlamada en temel kavram müşteri açısından 4P'nin önem sahip olduğudur. Ürün(Product) müşterinin ihtiyaç duyduğu hizmeti yada ürün elde etmesini kapsamaktadır. Bu ürün yada hizmetin, hasarsız ve istenildiği şekilde elde edilmesi tedarik zinciri yönetiminde paketleme fonksiyonunun görevidir. Yer(Place) müşterinin istediği ürünü istediği zaman ve istediği yerde olmasını kapsamaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin en temel amacı olan ürünün istediği yerde, istenilen zamanda ve en uygun maliyetle, hazır olmasını bu amaç birebir uyumludur. Fiyat(Price) bir ürünün en uygun fiyatla müşteri tarafından elde edilmesidir ve tedarik zinciri yönetiminin 1. maddede de anlatıldığı üzere bu konuda önemli bir maliyet indirimi potansiyeline sahiptir. Reklam(Promosyon) bir ürün yada hizmetin müşteriye tanıtılmasını ve fayda ve avantajlarının öne çıkarılmasını kapsamaktadır. Bir ürünün rakiplerine oranla daha hızlı ve müşterinin istediği şekilde teslimi, rakiplerine karşı büyük bir avantaj sağlar. Bu avantajlar reklamlarda tanıtılarak müşterinin ilgi çekmesi sağlanır. Bu niteliklerin sağlanması da tedarik zincirine düşmektedir.

Yukarıda bahsedilen sebepler nedeniyle tedarik zincirinin önemi giderek artmaktadır. Tezimin birinci bölümünde tedarik zincirinin önemi vurgulanırken tedarik zincirinin tarihi, çakışan hedefleri incelenmiş ve dış kaynak kullanımının yaygınlaştığı günümüzde bu alanda kullanılan başlıca iki tür dış kaynak kullanımı türü olan 3PL ve 4PL sistemleri anlatılmıştır.

Tedarik zinciri sisteminin başlıca üç bileşeni mevcuttur. Bunlar;

- Dağıtım sistemi
- Envanter yönetimi
- Konum planlaması

Dağıtım sistemi, gerek hammadde ve yarı mamul gibi üretimde kullanılan varlıkların işletmeye getirilmesini gereksede ürünlerin depolara ve müşterilere teslimini kapsamaktadır. Dağıtım sisteminde karar verilmesi gereken başlıca iki konu mevcuttur. Bunlardan birincisi taşıma türünün şeklinin seçimidir, ikincisi ise dağıtım ve tedarik sırasında rotalama ve uyumun gerçekleştirilmesidir. 2. bölümde dağıtım türlerinin özellikleri incelenmiş ve rotalamada kullanılan belli başlı modeller anlatılmış ve örnek uygulamalar verilmiştir.

Envanter yönetiminin iki alt başlığı mevcuttur. Bunlardan birincisi MRP tipi üretim planlama sistemlerinde en düşük maliyetli lot büyüklüğünün tespitini sağlayan bağıl envanter modelleridir. İkincisi ise depo yada işletme gibi alanlarda optimum envanter düzeylerinin tespiti sağlayan deterministik talep ve deterministik tedarik süresine uygun olarak kullanılan deterministik modeller ile stokastik talep ve/veya stokastik tedarik süresine göre uygulanan stokastik modellerdir. 3. bölümde hem bağıl envanter modelleri, hem de stokastik ve deterministik envanter modelleri anlatılmış ve teorik bilgilerin yanında örnek uygulamalar verilmiştir.

Konum planlaması, depo, fabrika gibi tedarik zincirinin kontrolünde olan bileşenlerinin tedarik zinciri amaçları ile uyumlu bir şekilde konumlarının tespitini kapsamaktadır. Konum planlamasında iki tür model olduğu söylenebilir. Birincisi ağırlık merkezi gibi matematiksel modeller ile ağırlıklı değerlendirme gibi sezgisel modellerdir. 4. bölümde her iki türden de çeşitli farklı modeller anlatılmış ve örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

5. bölüm tezimin uygulama kısmını kapsamaktadır. Tezimin uygulaması Bilim İlaç A.Ş.'de gerçekleştirilmiş ve iki farklı problem çözülmüştür. Bunlardan birincisi tedarik planlamasına temel teşkil eden satış departmanlarından gelen satış tahminlerinin değerlendirilmesi ve alternatif satış tahmin metodunun tespitidir. Bu uygulamada üç ürün örnek kütle olarak seçilmiş ve üç üründe de mevcut tahmin sisteminin yetersiz olduğu saptanmıştır. Bunun üzerine mevcut sistem yerine normal dağılımın belirli bir servis yüzdesiyle kullanılmasının veya eksponensiyel düzeltme metodunun daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

İkinci uygulama ise 200ml süsp. hammaddesi olan s.m.'nin emniyet stoğunun tespitidir. Bu uygulamada talebin normal dağılıma uygunluğunun tespitinin ardından, ilgili maliyetler tespit edilmiştir. Bunun ardından değişik talep ve deterministik tedarik süresine bağlı stoksuzluk maliyetine dayalı model kullanılarak mevcut lot büyüklüğü olan 700kg ve ekonomik lot büyüklüğü olan 619kg için aşağıdaki değerler tespit edilmiştir.

Q	M(Tedarik Süresi Talebi)	S(Emniyet Stoğu)	B(Yeniden Sipariş Noktası)
619	4803	1850	6653
700	4803	1808	6611

Her iki uygulamanın sonuçları da gerek ilgili elemanlarca gerekse de lojistik müdürü sayın Şener Giritlioğlu tarafından gerçekçi ve uygulanabilir bulunmuştur. Bu şekilde iki uygulamanın da doğruluğu ilgili kişiler tarafından onaylanmıştır.

SUMMARY

In today's highly competitive environment, supply chain management has great importance for the companies. Mainly there are two reasons for the supply chain and its components to be so important.

1. Costs related with supply chain has a percent between 4 and 30 in the overall costs of products, second after the raw materials cost. Cost has a major effect on the ability to compete, so supply chain has a great importance based on the competition.
2. The main concept of marketing is 4P's are important for the customer. Product means for the customer to gain the desired service or product. Gaining this service and product unharmed and as desired is related with the packaging function of supply chain. Place means for the customer to gain the product at the place and time desired. This objective is parallel with the main objective of supply chain management. Price is about gaining the product with the desired price as stated in the first reason supply chain has a great potential for cost saving. Promotion is about the activities related with informing customer about the products benefits and advantages. Delivering products accurately and as desired always has an advantage for the firms against its competitors. These advantages can be used during the promotion activities. Meeting these requirements is the basic objective of supply chain.

Because of these reasons, supply chain's importance is increasing as the time passes. In the first section of my thesis, the reasons of the supply chain's importance, history of supply chain, conflicting objectives are discussed. 3PL and 4PL supply chain outsourcing models are also discussed in this chapter.

Mainly there are three activities of supply chain system. These are;

- Distribution system
- Inventory management
- Location planning

Distribution system consists of the acquirement of the raw materials and semi-products for the production and distribution of the finished products to the warehouses and customers for final use. There are two main areas in the distribution system that should be decided. First one is the choice of the transportation model and the second one is the sequencing and scheduling of the picks and delivers. Transportation modes and models related with scheduling were discussed and related applications are solved in the second section of thesis.

There are two categories in inventory management. First one is the dependent models related with the decision of the economic lot sizes in MRP type systems. The second type is about the decision of the optimum inventory levels in warehouses or firms. In inventory level decisions there are two kinds of models, deterministic models with deterministic lead time and demand and stochastic models with variable lead time

or/and variable demand. In the third section both dependent models and deterministic and stochastic models are reviewed and related applications are solved.

Location planning is about the decision of locations of the components of the supply chain such as facilities or warehouses parallel with the objectives of the supply chain. It can be said that there are two types of models in facility location planning. The first type is the mathematical models like gravitational center, the second one is the heuristics models such as weighted decision. In the fourth section related models are reviewed and applications are solved.

The fifth section is about the application in the pharmaceutical sector. This application is done in Bilim İlaç A.Ş. and two separate problems are solved. The first one is the evaluation of the sales forecast given by the sales department that has a critical role on the supply planning and selection of an alternate forecasting technique. In this application three products are selected and the current technique is found unsatisfactory in all of these products. Then use of service level with normal distribution or exponential smoothing techniques are found more effective.

The second application is about the safety stock decision of s.m which is the main raw material of 200ml susp. After the proving that the demand fits the normal distribution, the related costs are acquired. At the end of the application the following safety stocks and reorder points are calculated based on the economical order quantity 619kg and current lot size 700kg.

Q	M(Demand in Lead Time)	S(Safety Stock)	B(Reorder Point)
619	4803	1850	6653
700	4803	1808	6611

Both of the results are discussed with the related staff and logistics manager Mr. Şener Giritlioğlu and the results are found realistic and applicable. So the accuracy of these applications are approved by the related staff.

1 GİRİŞ

1.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Nedir?

Toplumların teknolojik ve ticari olarak gelişmediği ortamlarda işletmeler ürünlerini ürettikleri fiziksel çevrelerden uzak ortamlara gönderememekte ve dolayısıyla ticari ilişkileri işletmenin kendi fiziksel pozisyonları ile sınırlı kalmaktaydı. Bunun yanında üretimde kullandığı hammaddeleri de başka yerlerden tedarik etmesinde zorluklarla karşılaşmakta ve üretim tesislerini ister büyük ister küçük olsun hammaddeye yakın yerlerde konumlandırmak zorundaydılar. Gelişen teknolojilerle birlikte gerek dağıtım gereksede tedarik alanları genişlemiş ve uzak noktalardaki potansiyel pazarlara ulaşımı mümkün kılmıştır.

Fakat günümüzün artan rekabet koşullarında işletmeler sürekli olarak pazar paylarının arttırmaya çalışırken, bir yandan da maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedirler. Bu yüzden potansiyel müşterilere gereken zamanda gereken ürünü gereken şekilde ulaştırmak gerekirken, bir yandan da bunu gerçekleştirebilmek için tedarikçilerle etkin bir şekilde çalışarak gereken hammadde yada malzemeyi gereken zamanda ve en düşük maliyetle tedarik etmek gerekmektedir. Böyle bir sistemin günümüzün devasa şirketlerinde oluşturulabilmesi ve rekabet düzeylerinin devamı için tedarik zinciri sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu nedenle bu konuda daha ayrıntılı bir açıklama için tedarik zinciri sisteminin bir tanımını vermek yerinde olacaktır.

“Tedarik zinciri yönetimi, müşteri tatminini sağlamak için ürünün en doğru miktarda üretilip dağıtılması, doğru zamanda doğru yerde olmasının sağlanması için, tedarikçilerin, üreticilerin, depoların etkin bir şekilde kullanılması için uygulanan yaklaşımların bir bütünüdür.”(Ballou, 1999)

Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere “tedarik zinciri yönetimi” fabrikalardan, tedarikçilere oradan da satış noktalarına kadar, müşteri için değer üreten her noktayı kapsamaktadır. Böyle bir sistemde başarıya ulaşmak için kendinizi müşteri olarak düşünmeli ve buna göre sizin tedarikçilerinizin de aynı sistem üzerinde

yoğunlaşmasına çalışılmalıdır. Bu şekilde “tedarik zinciri yönetiminde” başarıya ulaşabilir ve sistemin müşteri tatmini ayağı başarıya ulaştırılabilir.

Bunun yanında müşteri tatmini sağlanırken, maliyet azaltma amacı unutulmamalıdır. Bu yüzden de müşteri tatminini sağlamak amacıyla hammadde ve ürünlerin dağıtım maliyetleri ve stok maliyetleri gibi maliyet kalemleri göz önüne alınmalı ve kararlar bunlara göre verilmelidirler.

Bu yüzden işletmelerin müşteri memnuniyetinin en ekonomik ve etkin sağlaması için alınacak her türlü stratejik, taktik yada operasyonel düzeyde kararda tedarik zincirinin de göz önüne almaları gerekmektedir. (Simchi-Levi, 1999)

Tedarik zinciri sistemi günümüzde her konuda olduğu gibi zamanla değişmektedir. Bu yüzden tedarik zinciri sistemi sadece işletme kurulurken yapılması gereken bir konu olmayıp zaman içinde sürekli gerekli geliştirmelerin yapılması gerekmektedir.

1.2 Tedarik Zinciri Yönetimi Tarihi

Tedarik zinciri yönetiminin günümüzde çok değer kazanmasının sebeplerinin daha iyi görülebilmesi için işletmelerin günümüze kadar ki değişimlerinin doğru bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. 2. Dünya Savaş'ından 1960'lara kadar işletmeler arzın talebe yetişememesi yüzünden ve her ürettikleri ürünü satabildikleri için maliyetler üzerine yoğunlaşmaktaydılar. Fakat 1960 yılından 1975 yılına kadar işletmeler artan arz-talep oranına bağlı olarak artan rekabet ortamıyla karşılaştılar. Bu çağda işletmeler maliyet indirimi üzerine yoğunlaşmaya başladılar. Fakat bu maliyet indirimi çalışmaları fonksiyonel departmanlar tarafından kendi içlerinde yapılmaktaydı. Bu sistem çevresinde gerek tedarikçilerle gerek diğer ortaklarla ilişkiler kaybet-kazan çerçevesinde yürütülmekteydi.

1975-1990 zaman aralığında işletmeler her ne kadar dikey bir şekilde hiyerarşik yapıya sahiplerse de, ürün dizaynı gibi proseslerde entegrasyon ve eş zamanlı mühendislik çalışmaları sonucu maliyet indirimleri ve verimlilik artışları elde edilmesi çalışmaları yapılmaktaydı. Bu çalışmalar sayesinde elde edilen bilgiler ışığında prosesler üzerine yoğunlaşmanın yararları daha iyi görülmüştür.

Tedarik zinciri yönetimi 1980'li yıllardan başlayarak bir devrim çağına girmiştir. Bu tarihten itibaren firmalar tedarik zincirine daha çok önem vermeye başlamışlardır.

Çünkü işletmeler yoğun rekabet karşısında “bana dokunmayan yılan bin yaşasın” mantığını terk etmek zorunda kalmışlardır. Bu konudaki çalışmaların hedefi olarak tedarik zinciri sisteminin hedef alınması için bazı siyasal, ekonomik ve teknik gelişmeler önemli rol almışlardır. Bu gelişmelere örnek olarak, global sınırların kalkması, işlemci ve bilgisayarların gelişmesi ve yaygınlaşması, bilgi devrimi, kalitenin öneminin artması, stratejik ortaklıkların ve işbirliklerini yaygınlaşması sayılabilir.(Bowersox, 1996)

Globalizasyon sonucu dünya bir bakıma artık büyük bir köy durumundadır. NAFTA(North American Free Trade Agreement) ve Gümrük Birliği gibi birliktelikler sonucunda firmalar hem potansiyel pazarlarını hem de potansiyel tedarikçilerini genişlettiler. Bunun yanında Türkiye’de yaşanan son krizler neticesinde firmaların ihracata yönelmeleri üzerine gerek firmalar içinde ilgili departmanların önemi gerekse de lojistik ve taşıma sektörünün önemi artmıştır.

Günümüzün bilgisayarları ile 1950’lerde ki bir odaya sığamayan devasa bilgisayarların boyutlarını ve iki bilgisayarların kapasite farklarını karşılaştırdığımızda bilgisayar teknolojisinin aldığı yolu görmek mümkün olmaktadır. Bilgisayarlar ve doğal olarak yazılımlar artık sadece lojistik alanında değil yaşamın her noktasında vazgeçilmez konumdadır.

Bir firmada sipariş alımından siparişlerin proses edilmesine oradan da hazırlanmasına ve siparişlerin müşterilere ulaştırılması aşamasında bilgisayarlardan yararlanılmaktadır. Bu konudaki gelişmelerin incelenmesi açısından bilişim fuarlarındaki sayı ve katılan firma artışının tespiti yararlı olmaktadır. Özellikle günümüzde yaygın olarak kullanılan B2B(Business-to-Business) ve B2C(Business-to-Customer) türü yazılım sistemleri ve GPRS türü sistemlerin gelişmesi sonucunda Internet üzerinden satış ve dolayısıyla bu tür satışın vazgeçilmezi olan lojistiğin değeri artmaktadır. Örneğin Amazon.com sitesinden sipariş vermek B2C sayesinde olmaktadır bu siparişlerin durumlarını izlemek kompleks barkodlama, GPRS ve yazılım sistemlerinin yardımıyla olmaktadır.

Bu barkod sistemleri ve EDI(Electronic-Data-Interchange) olarak adlandırılan bilgi iletim sistemleri sonucunda gerekli bilgi iki nokta arasında çok kısa sürede ulaştırılabilmektedir. Bunun yanında gelişen GPRS sistemleri sayesinde müşteriler siparişlerini gerçekleştiren araçların o anda bulunduğu noktayı görebilmektedirler.

Bu tür bilgi sistemlerinin gelişmesi firmaların TZÜ(Tam-zamanında-üretim) felsefesini de gerçekleştirmek açısından önemlidir çünkü gelişen bu bilgi teknolojilerine yatırım yapan lojistik firmalarının değerleri bu tür hizmet isteyen firmalar açısından artmıştır.

Günümüzde yurdumuzda ve dünyadaki gelişmeleri inceleme fırsatı bulan bir kişi kalite bilincinin ne kadar arttığını fark etmemesi imkansızdır. İşletmelerin bu gelişimde farkına vardıkları diğer bir konuda kalitenin sadece müşteri açısından ürünün kalitesi olmadığıdır. Aynı zamanda istediği ürünün yada servisin kendi eline ulaşma süresi de müşteri açısından kaliteyi belirleyen bir faktördür. Bu yüzden işletmeler kaliteyi sadece ürünün kalitesi açısından değil aynı zamanda sunulan servis açısından düşünmelidirler. Sonuç olarak lojistik sistemlerine işletmeler tarafından kalite sebebiyle daha fazla değer verilmektedir.

Günümüzün zor şartlarında işletmeler birbirlerinin verimli yanlarını kendi çalışma alanlarına nasıl uygulayabildiklerini düşünmektedirler. Bu yüzden özellikle son 10 yılda “Benchmarking” uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Bunun yanında firmaların özellikle lojistik alanında gerçekleştirdikleri ortak çalışmaların verimli sonuçları bu konunun uzman firmalara devredilmesine yol açmaktadır.

Bu gelişmeler gerçekleşirken bir yandan da artan rekabet ortamında maliyetler üzerine çalışmalar yapılmaktaydı. Bu çalışmaların neticesinde lojistik faaliyetlerinin bir ürünün maliyetinin %4-30 arasında bir yüzdeyi oluşturduğu görülmüştür. Bu noktadan itibaren maliyet kısma için, tedarik zinciri sistemi maliyetlerinin toplamda bu kadar yüksek bir pay oluşturması çok uygun bir potansiyel teşkil etmektedir. Bu sebeplerden dolayı tedarik zinciri sistemi büyük bir atılım içine girmiştir.

Tedarik zinciri sistemine ilk zamanlarında eksik bilgi ortamı ve teknolojik eksiklikler yüzünden malzeme ihtiyaç planlaması, depo ve envanter yönetimi ve klasik itme sistemleri üzerinde yoğunlaşılırmaktaydı. Daha sonra bu sistemlerde edinilen bilgi ve bu çalışmalara bağlı olan veya bağımsız olarak yapılan çalışmalar neticesinde tedarik zinciri sistemlerinde kurumsal kaynak planlaması, çok parçalı envanter yönetimi ve sürekli akış sistemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu süreç içerisinde toplam kalite yönetimi çerçevesinde uzun vadeli ilişkilerin önemi artmış ve tedarikçilerle olan ilişkiler uzun vadeli kazan-kazan yapısında olmuştur. Tüm bu gelişmeler

çerçevesinde tedarik zinciri kompleks ve uzmanlık gerektiren bir alan olmuş ve sahip olması gereken değeri elde etmiştir.

Tarihsel gelişiminden söz edilen tedarik zinciri yönetim, günümüzde çok sık kullanılan bir başka kavram olan “lojistik yönetimi” ile karıştırılmaktadır.

Fakat bu iki konuyla ilgili olarak hazırlanan kitaplarda da tam bir birlik bulunmamaktadır. Bunun yanında bu iki kavram arasındaki farklılığın belirtilmesi için Ronald Ballou’nun kitabında verdiği açıklamalar yön verici olmaktadır.

Söz konusu kitapta tedarik zinciri yönetimi ile lojistik yönetiminin aynı konuları kapsamakta olduğunu belirtmekte fakat lojistik yönetiminin aynı zamanda ters-lojistik konusunu da kapsamakta olduğunu belirtmektedir. Ters-lojistik konusu aşağıda daha ayrıntılı olarak belirtilmektedir.

1.3 Ters-Lojistik

Tedarik zinciri sistemi bir işletmenin üretim yaparak ürünü hazırlaması için gereken hammaddenin tedarikçilerden tedarik edilmesini oradan da fabrika içerisinde proseslerden geçmesini ve ürünlerin ara depolar ve satış merkezleri vasıtasıyla müşterilere ulaştırılmasını kapsar. Lojistik yönetimi de bunları kapsarken aynı zamanda müşterilerden atıkların ve her türlü kullanılmaz hale gelmiş ürünün toplanması işlemi olan “ters-lojistik” işlemini de kapsar. (Ballou, 1999)

Günümüzde ürünlerin geri çağırılması çok yaygınlaşmış ve bu işlemde ters-lojistik yönetiminin en önemli konularından biri olmuştur. Bu tür geri çağırılma işlemlerine örnek olarak son zamanlarda yaşanan Levi’s kotlarını, Heinz bebek mamalarını ve Ford’un lastik hatası dolayısıyla araba geri çağırımlarını örnek verilebilir. Bunun yanında ters-lojistik uygulamasının hayati bir konu olduğu ilaç ve kimya sektörü uygulamalarını örnek verebiliriz. Burada söz konusu olan ilaç sektöründeki firmaların büyüklüğü göz önüne alındığında bu sistemin sahip olduğu karmaşıklığı anlamak daha kolay olmaktadır. Söz konusu tezin uygulama alanı olan ilaç sektöründe hayati tehlike söz konusu olduğu için çok ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Bu söz konusu sebeplerden dolayı işletmeler klasik lojistik sistemine verdikleri önemi, ters-lojistik sistemine de vermektedirler.

Günümüzde gelişen çevre bilinci ve sosyal sorumluluk anlayışı dolayısıyla, bu ters-lojistik kavramı sadece bir maliyet alanı olmayıp uygun bir tanıtımla işletmeler için

dolaylı olarak artan müşteri memnuniyeti ve bağlılığı neticesinde finansal getiri sağlayan bir alan da olmaktadır.

1.4 Tedarik Zinciri Sisteminin Önemi

Tedarik zinciri sistemi bir firma için sadece tedarikçilerinden müşterilerine kadar uzanan zorunluluk sonucu oluşan bir sistem olmayıp aynı zamanda müşterileri, tedarikçileri ve şirketin ortakları içinde değer yaratan veya yaratması gereken bir sistemdir.

Ürünler müşteriler için gerektiği zamanda gerektiği yerde ve gerektiği durumda hazır değilse artık bir değer taşımamaktadır, çünkü bu ürünü bu şartlarda yerine getirecek bir rakip kesinlikle mevcuttur. Bu yüzden firmalar reklamlarında ürünlerinin rakip ürünlerden farklı olduklarını göstermeyi amaçlamakta ve bu şekilde sadık bir müşteri kitlesi yaratmayı hedeflemektedirler. Müşteri isteklerinin yerine getirilmesinin sadece üretilen ürünün niteliği şeklinde olmadığını şu şekilde örnekleyebiliriz. Örneğin bir ilaç firmasının ürettiği ürün hasta bir kişiye ihtiyacı olan zamanda ulaştırılamıyorsa o ilacın müşteri için bir değeri mevcut değildir.

Bunun yanında tedarik zinciri sisteminin müşteri için değeri belirlenirken sadece ürün değil aynı zamanda ürünler için sağlanan hizmetler de önem kazanmaktadır. Canon ve Pentax dünyada tanınan iki fotoğraf makinası markasıdır. Bunun yanında bu iki markanın Türkiye'deki satış rakamlarının farklı olmasının sebebi Pentax makinalarının yeterli servis desteğinin bulunmamasıdır.

Aşağıda tedarik zincirinin önem kazanmasının başlıca sebepleri verilmiştir.

1.4.1 Tedarik Zinciri Sisteminin Maliyete Olan Katkısı

İşletmeler günümüzde artan rekabet karşısında başlıca iki konu üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. Bunlardan birincisi müşterilerin ürünlerini istedikleri fiyattan satabilmeleri için maliyet indirimi, diğeri ise pazarlama çalışmaları neticesinde satış miktarlarını arttırmaktır. Yapılan araştırmalar neticesinde lojistik maliyetlerinin ürün maliyetlerinin %8'i civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu oran %30'luk satınalma maliyetinden sonra ürün maliyetlerinde ikinci sıradadır. Bu lojistik maliyet kalemlerinin tespiti için tablo 1.1 yardımcı olacaktır.

Bu yüksek maliyet alanı, maliyet kısma için potansiyel bir alan olmaktadır. Bu yüzden firmalar bu alana giderek daha çok önem vermektedirler.

Tablo 1.1 Tedarik zinciri sisteminin toplam maliyet içindeki oranı(Ballou, 1999)

Maliyet Grubu	Satışların Yüzdesi
Taşıma	2,88%
Depolama	2,09%
Sipariş İşleme	0,55%
Yönetim	0,40%
Envanter Taşıma Maliyeti	2,32%
Toplam TZS Maliyeti	8,01%

1.4.2 Tedarik ve Dağıtım Alanlarının Genişlemesi

Küreselleşme günümüzde önemi giderek artan bir konudur. Gelişen teknolojiler ve komünist rejimin yıkılması ile birlikte genişleyen pazarlar ve ucuzlayan hammadde ve üretim olanakları neticesinde işletmeler yerel ve ulusal firmalar olarak kalmayıp dünya genelinde yaygınlaşmayı hedeflemektedirler. Örneğin McDonald's dünya genelinde hediye olarak dağıttığı ürünleri işçilik maliyetleri düşük olduğu için Çin'de üretirmektedir.

Uluslararası firmalar için dağıtım ve tedarik ağı çok ilgi gösterilmesi gereken bir konu olmaktadır. Bunun neticesinde işletmeler düşük maliyet etkilerini daha iyi görebilmek için taşıma maliyetleri ile satınalma maliyetleri arasında seçim yapmaktadır. Fakat günümüzde gelişen teknolojiler neticesinde bu seçim giderek önemini azaltmaktadır. Sonuç olarak etkin bir tedarik ve dağıtım ağı maliyet indirimlerini sağlarken aynı zamanda farklı yerlerdeki potansiyel müşterilere ulaşarak bunları mevcut müşteri haline getirmektedir.

1.4.3 Artan Müşteri Memnuniyeti

Bir ürün eğer olması gereken zamanda gereken yerde olmuyorsa müşteri için bir değeri mevcut değildir. Bu yüzden bir firma özellikle müşteri kazanmak veya mevcut

müşterilerini kaybetmemek açısından tedarik zinciri sistemine önem vermelidir. Bu özellik bazı ürünlerde örneğin Rolls-Royce isteyen bir kişi bu ürünün kendi isteklerine göre hazır elde edilmesi için bir süre beklemeyi göze alabilmektedir. Bunun yanında hiç kimse hiç bir ürün için sonsuza kadar beklemeyi göz önüne almaz. Bu yüzden tedarik zinciri sisteminin önemi müşteri memnuniyeti açısından da önemlidir.

1.4.4 Müşterilerin İsteklerine Özel Hızlı Çözümler Beklentisi

Artık hızlı yaşam sonucu müşteriler ürünlerini çok hızlı bir şekilde temin etme ihtiyacı hissetmektedirler. Bunun yanında üretim sistemlerinde yaşanan gelişmeler neticesinde “mass customization” olarak adlandırılan çok sayıda müşterinin isteklerine uygun olarak ürünlerin kişiselleştirilmesini kapsar. Buna en uygun örnek olarak Compaq bilgisayarlarını verebiliriz. Bu ürün müşterinin tam istediği şekilde elinde olması sağlanmaktadır. Bu tür bir hizmet çok yoğun ve etkin bir tedarik zinciri sistemi gerektirmektedir.

Bu sistemi en etkin olarak uygulayan firmalar olarak Benetton, Amazon gibi çok sayıda ürünü çok sayıda müşteriye ulaştıran firmalar gelmektedir. Böyle bir sistemin etkin olarak kullanılması için çok gelişmiş bir bilgi sistemi gerektirmektedir.

Bu bahsedilen sebeplerden dolayı firmalar tedarik zinciri sistemini sadece bir maliyet merkezi olarak değil aynı zamanda bir değer merkezi olarak görmek zorundadırlar. Bu konuda yapılacak olan çalışmalar neticesinde firma önemli bir rekabet avantajı sağlayabilmektedir.

Bir sonraki konuda tedarik zinciri sisteminin uzun vadeli hayatta kalma ve müşteri açısından nasıl bir etkisi olduğu ve bunun şirket stratejilerindeki yeri anlatılacaktır.

1.4.5 Tedarik Zinciri Sisteminin Müşteri Açısından Önemi

Bir ürünün müşteri için değer oluşturan 4P olarak bilinen dört bileşeni mevcuttur. Bunlar;

Ürün (Product)

Fiyat (Price)

Tanıtım (Promotion)

Yer (Place)(Berkowitz, 1996)

Bu dört bileşenin her birinin etkinliği tedarik sisteminin performansı ile doğrudan ilişkisi mevcuttur. Ürün müşterinin tatmin edilmesi gereken beklentilerinin bir mal veya hizmetle isteklerine uygun olarak tatmin edilmesidir. Bu noktada tedarik sisteminin etkisi direkt olmaktan çok destekleyici ve dolaylı olmaktadır. Buna örnek vermek gerekirse antika eşyalara değer veren bir kişinin aldığı Çin vazosunun yanlış paketlenmesi neticesinde kırılması tedarik sistemindeki bir hatanın sonucudur. Etkin bir sistem sayesinde müşteri memnuniyetinin artması sağlanabilir bu da günümüzde yeni müşteri bulmanın zor olduğu ve mevcut müşterilerin başka firmalar tarafından elde edilmeye çalışıldığı ortamlarda önemli bir koz olmaktadır.

Müşteriler her ne kadar istedikleri ürünü elde etselerde bu ürünü kendi beklentileri çerçevesinde bir fiyattan temin etmek isterler. Bu noktada toplam maliyetin ortalama %8'i civarında olan tedarik sisteminde yapılan tasarruflar çok değerli olmaktadır. Bu alanda yapılabilecek olan çeşitli çalışmalar neticesinde ürünlerin maliyetlerinin düşmesi sağlanarak yeni müşterilere ulaşılması sağlanabilir. Bu yeni müşteriler sayesinde sabit maliyetlerin daha fazla ürüne dağılması sağlanarak fiyatların tekrar düşerek yeni müşteriler elde edilmesi şeklinde bir döngüye yol açarak işletme için çok yararlı olabilmektedir.

Tanıtım bir ürünün müşteriye tanıtılmasının ve müşterinin dikkatinin bu ürüne çekilerek satın alması eylemini kapsar. Bir firmanın istediği ürünün istediği zaman ve yerde olmasını sağlaması çok önemlidir. Bu nitelikleri sağlamış bir firma bu özelliğini reklamlarında kullanarak diğer firmalara göre bir avantaj sağlayabilmekte ve tedarik zincirinden bu alanda yararlanabilmektedir.

4P olarak bilinen nitelikler arasında “yer” tedarik zinciri sistemi ile direkt olarak en ilgili olan konudur. Tedarik zinciri sistemi sadece firmanın üretimini yapabilmesi için kullanılmayıp, aynı zamanda üretilen ürünlerin müşterilere doğru zamanda ve doğru yerde olacak şekilde ulaştırılmasını da kapsar. Bu noktada etkin bir sistem müşterinin isteklerini tatmin edilmesini sağlayarak değer yaratır.

Sonuç olarak tedarik zincirinin etkin olarak kullanılması stratejik ve uzun vadeli sağlıklı bir yapı için önemli bir karardır. Bu kararın sonucunda elde edilenler sadece kısa vadeli olmayıp, yukarda anlattığımız sebeplerden dolayı müşteri açısından uzun vadeli ilişkiler yönünden hayatidir.

1.5 Tedarik Zincirinde Çakışan Hedefler

Bilgi kullanımı ve teknolojisinin yaygınlaşmasından önce işletmeler belirli hedeflere ulaşabilmek için diğer bir amaçtan fedakarlık etmek zorundaydılar. Günümüzde ise bilgi teknolojisinin etkin olarak kullanılması ile birlikte bu kazanç-fedakarlık sistemleri önemlerini yitirmişler ve iki amacında aynı anda elde edilebilmesi imkanları ortaya çıkmıştır. Aşağıda bu geleneksel kazanç-fedakarlık sistemleri gösterilmekte ve bilgi teknolojisinin bu alanda etkin bir şekilde kullanılması ile birlikte oluşan gelişmeler ortaya çıkarılmaktadır.

1.5.1 Parti Miktarı ve Envanter Maliyeti Çelişkisi

Gerek üreticiler, gerek tedarikçiler büyük parti miktarlarını düşen hazırlık zamanları ve maliyetleri, miktar iskontoları nedeniyle tercih etmektedirler. Bunun yanında yüksek parti miktarları yüksek envanter düzeylerinin dolayısıyla yüksek envanter maliyetlerinin de beraberinde getirmektedir. 1980'li yıllara kadar işletmeler yüksek parti miktarları ile yüksek envanter maliyetleri arasında seçim yapmak zorundaydılar. Günümüzde ise tam zamanında üretim, sıfır stok gibi modern üretim felsefeleri neticesinde düşük parti miktarı ve düşük envanter maliyetleri hedeflenmiştir.

Fakat gelişen bilgi teknolojileri sayesinde müşterilerden alınan siparişlerin kısa bir sürede işletmeye ulaşması sağlanabilmektedir. Bunun yanında gelişen teknoloji çerçevesinde müşteri tercihleri ile ilgili bilgiler etkin bir şekilde yorumlanarak üretim ile ilgili etkin tahminler yapılabilmektedir. Bu şekilde yapılan doğru tahminler neticesinde çok miktarda her hammaddeyi almak yerine sadece gerekli olan hammaddeyi az miktarda almak mümkün olmaktadır.

Tedarikçiler ise yüksek parti miktarlarını tercih etmelerine karşın uzun dönemli ilişkiler neticesinde işletmenin üretim planları tedarikçilerle paylaşmaları sağlanır. Böylece üretimlerini ana firmaya göre ayarlama olanağı sunarak maliyet indirimlerinden yararlanmaları sağlanır.

Envanter maliyetleri ile hazırlık maliyetleri arasındaki çekişme ise hazırlık zamanlarının dolayısıyla maliyetlerinin Poka-Yoke ve SMED gibi yeni tekniklerin kullanılması sayesinde bozulmuştur. SMED sayesinde kısa sürede kalıp değiştirme mümkün olmakta ve bu sayede kayıp zamanlar azalarak maliyetlerin düşmesi

sağlanmaktadır. Poka-Yoke teknikleri sayesinde ısınma üretimde ortaya çıkan kalite sorunları engellenerek müşteriye ulaşan ürünün kalitesinin artması sağlanmaktadır.

Sonuç olarak parti büyüklüğünün avantajı giderek azalmakta ve bunu yerine verimli envanter miktarı söz konusu olmaktadır.

1.5.2 Envanter ve Taşıma Maliyetlerinin Çelişkisi

Bir işletme dağıtım planlaması yaparken elbette sahip olduğu dağıtım araçlarının en etkin şekilde kullanılmasını arzulamaktadır. Bu şekilde ürün başına düşen taşıma maliyetlerinin azalması sağlanmakta ve maliyet avantajı elde edilmektedir. Bunun yanında gerçek hayatta firmaların siparişleri nadiren firmanın araç kapasitesinde yada bunun katlarında olmaktadır.

Bu durumda işletmelerin iki alternatifi mevcuttur, birincisi dağıtımların LTL(Less-than-truck-load) şeklinde olarak, kamyonun yada taşıma aracının kapasitesinin altında çalışarak müşterinin isteğinin zamanında yerine getirilmesidir. Bu şekilde müşteri memnuniyetinin artması sağlanırken, maliyet artışına yol açılmaktadır.

İkinci durumda ise TL(Truck-Load) şeklinde taşıma yapılarak, kapasitenin yüksek olacağı şekilde kullanılarak maliyet avantajı elde edilmektedir. Fakat bu şekilde çalışılması sonucu siparişlerin kamyon dolana kadar bekletilmesi gerekecektir. Bekleme ile geçen müşteri açısından kayıp zaman dolayısıyla müşteri tatmini kaybı ve envanter maliyetlerinde artış olacaktır.

Bu iki olasılık arasındaki çelişki tam olarak çözülememekle birlikte bazı teknolojik çözümler bu konudaki sorunlara yardımcı olmaktadır. Bunlardan birincisi, firmaların değişik kapasitedeki araç filosunu oluşturarak, kapasite kayıplarını azaltmasıdır. İkinci olarak gelişen bilgi teknolojisi sayesinde yükleme uzman bir sistem eşliğinde yapılırken, üretim planında optimum şekilde yapılabilmektedir. Bunun yanında karar destek sistemleri vasıtasıyla envanter ve taşıma maliyetleri arasında ideal bir noktanın bulunması sağlanmaktadır. Günümüzde uygulanan başka bir yöntem ise bütün taşıma işlerinin “3PL” firmalarına yaptırılarak avantaj elde edilmesidir. Bütün bu yatırımlar ve çalışmalar sonucu envanter ve taşıma maliyetleri arasındaki ikilem bir ölçüde aşılacaktır. Dış kaynak kullanımının ayrıntıları daha sonraki bölümde anlatılacaktır.

1.5.3 Temin Süresi ve Maliyet Çelişkisi

Temin süresi, bir siparişin firmaya gelmesi, bunu işlenip onaylanması, ilgili ürünün üretilmesi ve ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen süredir. Bu sürenin uzunluğu müşteri memnuniyetini azaltırken, çoğu zamanda maliyetlerin düşmesini sağlamaktadır.

Bir ürünün geç olarak üretilmesi, üretim planının daha büyük partiler halinde planlanmasına, taşımanın tam kapasitede yada yüksek kapasite oranlarına yapılabilmesini sağlamakta ve maliyet indirimine yol açmaktadır.

Ne yazık ki günümüzde müşteriler doğal olarak kısa temin sürelerini tercih etmekte ve firmaların bu yönde önlem almalarını zorunlu kılmaktadır.

Gelişen bilgi teknolojisi sayesinde siparişin alınması ve işlenmesi aşamaları bilgisayar destekli yapılarak çok önemli zamanların kazanılması sağlanabilmektedir. Bunun yanında bilgisayar destekli üretim ve dağıtım planlaması sonucu maliyetlerin düşürülürken, müşteri memnuniyetinin istenen noktalara çekilmesi sağlanabilmektedir.

1.5.4 Ürün Çeşitliliği ve Envanter Maliyeti Çelişkisi

Müşteriler ihtiyaçlarını karşılamak için birbirinden az farkla da olsa farklı ürünler arasından seçim yapmak isterler ve satın alma seçimlerini de farklı ürünler satan firmalardan yana kullanırlar.

Firmalar ise ürün çeşitliliği sayesinde çok sayıda pazara hitap etmeyi tercih etmektedirler. Böylece pazarlarda oluşabilecek değişikliklerden fazla etkilenmeyeceklerdir.

Ürün çeşitliliği sadece avantajlara yol açmamaktadırlar, aynı zamanda kayıp zamanlar dolayısıyla genel üretim maliyetleri artışlarına ve ürün çeşidi dolayısıyla envanter maliyeti artışlarına yol açmaktadır.

Bu ikilemi etkin bir tahmin sistemi sayesinde çözmek mümkün olmaktadır. Ürünlerin ve dolayısıyla talebin dinamik bir yapıda olduğu ortamlarda etkin bir tahmin yapma imkanı mevcut değildir. Bu durumda bu etkinin azaltılması için “ertelenmiş çeşitlilik-delayed differentiation” olarak adlandırılan bir teknikte kullanılabilir.

Ertelenmiş çeşitlilik ürünün müşteriye ulaşmasına kadar olan yolculuğunda mümkün olan en geç noktada müşteri isteklerine uygun hale getirilmesidir. Benetton bu tekniği özellikle kazak türü ürünlerinde kullanmaktadır. Üretilen kazaklar herhangi bir boyama işlemi yapılmadan bekletilmekte ve moda olan renklere göre son anda boyama işlemi yapılmakta ve bu sayede ideal bir ürün grubu ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak ürün çeşitliliği elde edilirken bunun maliyete olan etkilerini azaltmakla mümkün olmaktadır.

1.5.5 Maliyet ve Müşteri Servis Oranı Çelişkisi

Bir müşteri markete gider ve 2lt'lik Coca-Cola almak istediğini söyler. Eğer o ürün firmanın stoklarında mevcutsa ürün satılarak kar edilirken aynı zamanda müşteri memnuniyeti de sağlanmış olmaktadır. Bunun yanında eğer o ürün o anda stoklarda mevcut değilse müşteriden elde edilebilecek olan potansiyel kar kaybedilmekte ve müşteri memnuniyeti sağlanamamaktadır.

Bu durumda müşteri memnuniyeti sağlamak çok önemli gözükmetedir çünkü ortada bir kar beklentisi mevcuttur, fakat müşteri memnuniyetinin sağlanması için değişken tedarik süreleri ve talep değişkenliği göz önüne alınarak bir stok seviyesi belirlenmelidir. Bu yüzden stok maliyetleri ile müşteri servis oranı arasında bir optimum nokta bulunmalıdır. Bu şekilde maliyet ve müşteri servis oranı arasındaki çelişki en az düzeye indirilebilmektedir.

Bu tür bir sorun günümüzde oldukça çok karşılaşılmaktadır. Bu konudaki bir uygulama aşağıda verilmiştir.

1.5.5.1 Demir Bilya A.Ş Örneği

Demir Bilya Rulman A.Ş, sanayi firmalarına rulman üretimi yapan bir firmadır. En çok satan ürününü talep dolayısıyla müşteri servis oranı %99 olacak şekilde stoklamaktadır. Firma bu üründen dolayı yüksek miktarda kar etmesine karşın yüksek stok miktarları dolayısıyla bu kadar yüksek bir müşteri servis oranının sağlanmasının doğru olup olmadığı merak edilmektedir. Bunun üzerine şirket genelinde bir çalışma başlatılmış olup şu veriler elde edilmiştir.

Her %1'lik müşteri servis oranı artışı %80'lik oranın üstünde olduğu sürece %0,15'lik brüt satış geliri artışına neden olmaktadır.

Firma depolarına haftalık olarak sevkıyat yapmaktadır, bu şekilde müşteri tatmin oranı tedarik süresinde stokların tükenmeme olasılığı olarak belirlenir.

Fabrikanın toplam satış rakamı 110000 adet rulman civarı olmakta ve satış fiyatıda ortalama olarak 2700000TL olmaktadır. Yıllık envanter maliyeti ürün maliyetinin %25'i olarak hesaplanmıştır. Haftalık satış rakamları ise 2115 adet ve standart sapması olarakta 450 adet olmaktadır. Ürünün satın alma maliyeti ise 2500000TL'dir.

Bu veriler ışığında amaç marjinal maliyetin marjinal karı geçmediği noktayı en yüksek noktayı bulmaktır. Bu şekilde kar artışının maksimizasyonu sağlanmaktadır.

Marjinal karın formulasyonu şu şekildedir.

$$(1.1) \Delta K = \text{Ürün Karı} * \text{Satış oranı} * \text{Yıllık Satış}$$

$$(2700000 - 2500000) * 0,0015 * 110000 = 33000000$$

Bunun yanında müşteri servis oranının arttırılması maliyeti de şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$(1.2) \Delta M = \text{Envanter maliyeti} * \text{Ürün Maliyeti} * \text{Standart Sapmanın farkı oranı}$$

$$0,25 * 2500000 * (450 * \Delta Z)$$

Bu işlemler sonucunda tablo 1.2 elde edilir. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere ideal noktanın %96 olduğu anlaşılır.

Sonuç olarak her sistemde olduğu gibi tedarik zinciri sisteminde de çakışan amaçlar mevcuttur. Fakat çeşitli bilimsel çalışmalar ve teknolojik gelişmeler neticesinde bu çakışmalar arasında optimum noktanın bulunması yada dezavantajların azalması sağlanmaktadır.

Tablo 1.2 Müşteri servis oran değişimlerinin maliyetleri

Müşteri Servis Oranı Farkı	ΔZ	Marjinal Maliyet(ΔM)
87-86	$1,125 - 1,085 = 0,04$	11,250,000
88-87	$1,175 - 1,125 = 0,05$	14,062,500
89-88	$1,225 - 1,175 = 0,05$	14,062,500

90-89	1,285-1,225=0,06	16,875,000
91-90	1,345-1,285=0,06	16,875,000
92-91	1,405-1,345=0,06	16,875,000
93-92	1,475-1,405=0,07	19,687,500
94-93	1,555-1,475=0,08	22,500,000
95-94	1,645-1,555=0,09	25,312,500
96-95	1,755-1,645=0,11	30,937,500
97-96	1,855-1,755=0,13	36,562,500
98-97	2,055-1,855=0,18	50,625,000
99-98	2,325-2,055=0,27	75,937,500

1.6 Üretim Dışı alanlarda Tedarik Zinciri Yönetimi

1.6.1 Hizmet Sektörü

Şu ana kadar tedarik zinciri sisteminin ve lojistiğin sadece üretim alanındaki kullanımından bahsedilmiştir. Hizmet sektöründe de bazı farklarla birlikte lojistik sistemi büyük önem teşkil etmektedir. Buradaki hizmet sektörünü ikiye ayırmak mümkündür. Bu gruplardan birincisi temel hizmet sektörü olarak adlandırılabilir olan temizlik yada bankacılık gibi sektörler verilebilir.

Örneğin temizlik sektöründe doğal olarak müşteriler temizlik talebinde bulunan firmalardır. Bu niteliği dolayısıyla üretim yapan firmalara benzemelerine karşın tedarik edilen ve müşteriye ulaştırılması gereken değer bir üründen çok hizmetin kendisidir. Bu durumda lojistik sistemi insan kaynakları bölümü ile yakın ilişkiler içinde bulunarak kaliteli hizmetin olması gereken yere ulaştırılması sağlanmalıdır.

Bankacılıkta ise bazı yönleri ile lojistik sektörüne benzetilmektedir. Çünkü burada amaçlardan biri ürünün yani paranın mevcut olduğu noktadan alınıp başka bir noktaya taşınması en önemli araçlardan biridir.

İkinci bir tür hizmet grubu olarakta fast food sektörü gibi malzeme tedarikinin hayati bir konu olduğu sektör gösterilebilir. Bu tür firmalar aslında ürün üretimi yaparken aslında servis sektörü olarak gösterilir. Bu sektörde müşteriler firmaya geldiklerinde kendilerine servis yapıldıkları için ürün dağıtım sistemi önemli bir konu olmamaktadır. Bu tür hizmet sistemlerinde özellikle önem gösterilmesi gereken konu envanter yönetimi ve malzemelerin doğru bir şekilde tam gereken miktarda temin edilmesidir, çünkü fazla temin edildiğinde kullanılmayan ürünler atılmak zorunda kalırken eksik olduğunda da yoka satış ihtimali mevcuttur. Bunun yanında tesis planlamasında çerçevesinde de firma şubelerinin doğru merkezlere atanması önemli bir konuyu kapsamaktadır.

Her iki tür hizmet sektöründe de bahsedildiği üzere doğru talep tahmini hayati bir konudur. Talep tahmini ve tahmin sistemleri daha sonra ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

1.6.2 Askeri Alan

Askeri alanda tedarik sistemi en önemli konu olmakla birlikte, ticari alandaki tedarik sistemlerinden bazı farklarla ayrılmaktadır. Bu farklılıklardan en önemlisi ticari alanda çoğunlukla finansal başarı iken askeri alanda tedarik zinciri sisteminin çalışmasıdır.

Zaten olası bir savaş durumunda da yeterince gıda, mühimmat yada sağlık malzemesi desteği almayan bir ordunun başarılı olması beklenemez. Bu desteğin önemi 2.Dünya savaşı sırasında bu konu daha iyi anlaşılmıştır. Örnek olarak Adolf Hitler'in 2.Dünya Savaşı sırasında Amerika birleşik Devletleri ile bir savaşı da göze alarak Atlantik Okyanusu'nda U-Boot olarak adlandırılan denizaltılarla İngiltere'ye malzeme desteği taşıyan yük gemilerine saldırması verilebilir. Bu riskli saldırıların amacı Almanya bombardımanı altındaki İngiliz halkının direncini kırarak pes ederek teslim olmasıdır.

Aynı şekilde Almanya'nın Rusya'ya düzenlediği Barbarossa harekatında da Rusya'nın içlerine kadar ilerleyen Alman orduları burada soğuk kış koşullarına yakalanmışlardır. Yoğun kış şartlarına uyum sağlayamayan ve yeterince etkin çalışmayan tedarik sistemi neticesinde mühimmatsız ve erzaksız kalarak Alman ordusu doğu cephesinde büyük bir yenilgi almışlardır. Bu cephede verilen büyük kayıplarda 2. Dünya savaşında Almanya açısından sonun başlangıcı olmuştur.

Kendi tarihimizden örnek vermek gerekirse Sakarya Meydan Muharebesi’nde savunma hattımızın yarılmasına karşın düşman ordularının tedarik sisteminin buna uygun olarak ilerleyememesi sonucu Yunan orduları savaşı bırakarak savunma hatlarına çekilmişlerdir.

Bu örneklerden de anlaşıldığı üzere tedarik sisteminin iyi çalışması askeri anlamda hayati bir konudur ve bu yüzden askeri kadrolarda levazım bölümü tamamıyla tedarik sistemi üzerinde çalışmaktadır.

1.6.3 Lojistik yada Taşıma Sektörü

Günümüzde “outsourcing” yada dış kaynak kullanımının yaygınlaşması ile birlikte taşıma işi yapan pek çok firma herhangi bir yatırım yapmadan lojistik firması olarak firmalarının niteliğini değiştirmişlerdir. Gerçek anlamda lojistik firması olabilmek için bazı şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu konu bir sonraki bölümde daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

1.7 Tedarik Zinciri Sisteminde Dış Kaynak Kullanımı

İşletmeler yoğun rekabet ortamında artık sadece kendileri için değer taşıyan ve kısıtlı enerjilerini en etkin şekilde kullanabilecekleri alanlar üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. Bu noktadan itibaren firmalar ürün dağıtımını ve hammadde alımlarını bu konularda uzman firmalara devretmektedirler. Bu noktada hizmet gösteren yeni bir sektör ortaya çıkmıştır. Bu noktada 3PL(3. Parti Lojistik) ve yeni bir kavram olan 4PL(4. Parti Lojistik) kavramları ortaya çıkmıştır. Dağıtım konusunda dış kaynak kullanımındaki zaman içinde ilerlemeler şekil 1.1’de gösterilmiştir.

1.7.1 3PL(3. Parti Lojistik)

3PL kısaca bir işletmenin malzeme yönetimi ve ürün dağıtımını için dışardan bir firmayı kullanmasıdır. 3PL yıllardan beri süregelen firmaların bazı lojistik faaliyetler için dış kaynak kullanımının bir adım önündedir. Bu tür dış kaynak kullanımındaki ortaklar genelde tek fonksiyon üzerinde çalışmaktaydılar. Fakat günümüzdeki ortaklıklar daha uzun vadeli ve pek çok fonksiyonun bir ortak tarafından yürütülmesini kapsamaktadır.

3PL firmalarının büyüklüğü değişmekle birlikte bu hizmetleri ayrıntılarıyla kullanan firmalar genelde 3M, Kodak gibi büyük firmalardır.

Bu firmaların büyük oluşları, bu konunun Türkiye'deki uygulamaları ile ilgili bir sorunu gündeme getirmektedir. Çünkü sanayi açısından Amerika'daki firmaların %75'i 1000 kişinin üzerinde istihdam ederken Türkiye'deki firmaların %99'ı 500 kişiden az eleman istihdam etmektedir. Bu yüzden 3PL firmaları bu konuda Türkiye'de iyi bir pazar payı yakalamayı arzuluyorlarsa küçük firmaları da potansiyel müşteriler arasına katmak için bir yol bulmalıdırlar.



Şekil 1.1 Lojistik ortaklıklarının gelişimi(Magill,2000)

1.7.1.1 3PL Avantaj ve Dezavantajları

Bir işletmenin 3PL firmalarının hizmetlerinden yararlanmaları için bu hizmetlerin avantaj ve dezavantajlarını iyi anlaşılmalıdır.

Avantajlarını şu şekilde özetleyebiliriz.

Temel yetkinliklere odaklanma

Teknolojik esnekliğe kavuşmak

Farklı türde esnekliğe kavuşmak(Simchi-Levi, 1999)

Firmalara günümüzün kısıtlı insan gücü, sermaye, hammadde, zaman, enerji gibi kaynakları etkin olarak kullanmak zorundadırlar. Bu nedenle 4PL firmalarına lojistik alanındaki hizmetlerinin yönetimlerini bırakarak, hem onların bu alanlardaki uzmanlıklarından faydalanabilirler hem de kendi kaynaklarını kendi uzmanlık alanlarında kullanma avantajını sağlarlar.

IT sektöründeki gerek yazılım gerekse de donanım sektöründeki gelişmeler lojistik sektörünü sürekli bir gelişim ve değişim içinde bırakmaktadır. Bu gelişmelere uyum sağlamak her firmanın gerçekleştirmesi gereken bir konu iken bu konularda çalışma yapmak ve bu alana yatırım yapmak işletmeleri zorlayabilmektedir. Fakat bu alanın 3PL firmalarına devredilmesi sonucu bu firmalar bu alana yatırım yapmaktadırlar. Bunun neticesinde 3PL firmalarının avantajları belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Teknolojik olarak esnekliğe kavuşulmasının dışında 3PL firmaları ana firmaya başka türde esneklikler de sunmaktadırlar. Örneğin eleman alımı gibi maliyetler için bir sabit bir maliyetken, lojistik sisteminin yönetiminin devredilmesi sonucu bu alandaki maliyetler kontrol edilmesi daha kolay olan değişken maliyetler haline gelmektedirler. Bu şekilde olası durumlarda firma bu konuda daha etkin planlama yapabilmektedir. Bunun yanında 3PL firmalarının da işletme için kaynaklarını seferber etmesi sonucu işletme için hizmet edebileceği bölgeler genişlemekte ve bu alanlarda potansiyel müşteri haline gelmektedir.

Bu avantajların yanında bu sistemin kullanılmasının da çeşitli dezavantajları mevcuttur. Bunlardan en önemlisi bir firma için çok değerli olan müşteri ilişkisinin kaybolmasıdır. Lojistik faaliyetlerinin devredilmesi sonucu müşterilerin üçüncü bir firma ile temasta olması ve ana firmanın en değer vermesi gereken kaynak olan müşterisinden uzaklaşmasıdır. Bunun yanında firmanın müşterilerden hizmetleri veya ürünleri ile ilgili olarak gerekli geri beslemeyi alamaması ve bu bilgiler ışığında gerekli geri beslemeyi alamaması ve bu bilgiler ışığında gerekli değişiklikleri yapma yeteneğinden yoksun kalmasıdır. Bu dezavantajların giderilmesi için 3PL firmaları araçlarına ilgili firmaların logolarını yapıştırmakta ve elemanlarına bu firmanın

formasını giydirmektedirler. Bunun yanında müşterilerden sürekli geri besleme sağlayarak bunu firmaya rapor halinde sunmaktadırlar. Bu geri besleme neticesinde ana firma hizmetlerini bu bilgiler neticesinde yönlendirmektedirler.

Bunun yanında lojistik hizmetlerinde zaten etkin olan bir firmanın yada bu hizmetlerin çok özel niteliklere sahip olduğu durumlarda, bu hizmetlerin sıradan bir firma tarafında gerçekleştirilmesine ya gerek yoktur yada olanak dahilinde değildir. Örneğin Boeing firmasının sağladığı bakım hizmetlerini sıradan bir firmanın yapması imkansızdır. Bu yüzden bu tür firmalarda dış kaynak kullanımı uygun bir çözüm olmamaktadır. Bu şekilde dışa kaynak kullanımı konusunda bu hususların dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

1.7.2 4PL Sistemi

Günümüzde gelişen teknolojiler neticesinde lojistik sistemlerinde 4PL(4. Parti Lojistik) adı verilen yeni bir gelişme ortaya çıkmıştır. Bu sistem sayesinde firmalar günümüzün tedarik zinciri ihtiyaçlarına daha kolay uyum sağlayabilmektedirler. Bu sistemin ayrıntıları aşağıda daha ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

1.7.2.1 4PL Sistemi Nedir?

4PL sistemi tedarik zincirinde dış kaynak kullanımının gelişimidir. E-Ticaret ve B2B sistemleri başta olmak üzere teknolojik gelişmeler tedarik zinciri sistemi bütünleştiricisi yada 4PL sistemini zorunlu kılmaktadır. 4PL sistemi kısaca bir grup belirli konularda uzmanlaşmış alt firma, bir müşteri yada ana firma ve bunları buluşturan bir bütünleştirici firmadan oluşmaktadır. 4PL firması da bu sistemde bütünleştirici firma rolünü oynamaktadır.

1.7.2.2 4PL Modelleri

Büyük çaplı müşteriye özel her projede olduğu gibi bu tip projelerde de 4PL uygulaması için şirketlere özel çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanında her çalışma büyük oranda aşağıdaki modellerden birine büyük oranda uymaktadır.

Sinerji modeli 4PL firması ile 3PL firması arasındaki ortaklığa dayanır. Bu uygulamada 3PL ve 4PL firması ortaklığa giderek hedef kitesini ve pazar payıyla birlikte toplam gelirlerini arttırmayı hedeflemektedirler. Bu sistemde 4PL firması

teknoloji, planlama ve stratejik karar alma yeteneği gibi konuları 3PL firmasına kullandırmak onun yeteneklerini arttırmayı hedeflemektedirler.

Temel 4PL modeli ise çözüm birleştirici olarak da bilinir. Bu modelde 4PL firması 3PL firmaları veya daha basit dış kaynak kullanımı sonucunda ana firmanın bütün tedarik zinciri ihtiyaçlarını temin eder. Çözüm birleştirici kaynaklarını, yeteneklerini ve teknolojik olanaklarını komple çözümler için kullanır. Bu sistem sayesinde kompleks yapılara sahip olan sistemlerde bile ana firma sadece 4PL firması ile ilişkiye geçerek tedarik zinciri sistemi etkin olarak yürütülür.

En karışık ve en gelişmiş model ise sektörel yönetimdir. Bu modelde 4PL firması bir sektördeki çeşitli firmaların tedarik zincirini aynı anda yöneterek ekonomi ve strateji açısından avantaj elde etmektedir. Fakat bu çapta bir sistem gerek karışıklığı gerekse de aynı sektördeki firmaların rakip olabilmesi dolayısıyla henüz tam bir uygulamaya sahip değildir.

1.7.2.3 4PL Firmasında Olması Gereken Nitelikler (Magill, 2000)

Bir işletme eğer 4PL firmalarına tedarik zinciri devretmek istiyorsa olası firmaları çok iyi analiz etmek zorundadır. Aşağıdaki nitelikler bu tür bir firmanın sahip olması gereken temel nitelikleri göstermektedir.

Çok sayıda tedarik zinciri konusunda eğitilmiş elemana sahip olmak. Bu özellik özellikle 4PL firmasının ana firma ile karşılaştığı sektöre özel yada teknolojik sorunlarda bu kaynağı neticesinde çoğu zaman başarılar elde etmektedir.

Küresel yeteneklere, deneyimlere yada kaynaklara sahip olmak. Bu özellik sonucu firma uluslararası firmalarda ihtiyaç duyulan çözümlere kolaylıkla ulaşabilmektedir.

Çok sayıda hizmet verici firmayı aynı anda kullanabilme yeteneği. Ana firma büyüdükçe kullanması gereken dış kaynak sayısı artmaktadır, bunun sonucu olarak firmanın bu firmaları aynı anda yönetme yeteneği gerekmektedir.

Gerektiği takdirde ana firmanın elemanlarını yeni oluşum içinde kullanarak bu kaynaklardan ve deneyimlerden faydalanabilmelidir.

Güçlü ilişkiler ve takım yönetimi yeteneği bu tür karışık yapıların yanında günümüzde her firma için olması gereken bir niteliktir.

Son teknolojik yeniliklerden, başarılı stratejilerden, fırsatlardan ve tehditlerden yani kısaca günümüzden haberi olması gerekmektedir.

Entegrasyon konusundaki başarısı bu tür bir sistemin başarısı açısından önemlidir fakat gerektiğinde bir danışmanlık firmasından da yardım alınarak bu sorun çözüme kavuşturulabilir.

Bu niteliklerin yanında 4PL firmasının entegrasyon yapacağı sektörü de çok iyi bilmesi gerekmektedir. Bu noktada zaten ana firma ile etkin ilişkinin önemi ortaya çıkmakta ve ana firmanın da 4PL firması ile ilişkilerinin etkinliği önem kazanmaktadır.

1.7.3 Bir Firmanın Dış Kaynak Kullanımı İhtiyacının Belirlenmesi

Bu konuda bir firmanın ihtiyacının olup olmadığının belli olması için aşağıdaki soruların cevaplarının doğru analiz edilmesi gerekmektedir.

- Tedarik zincirinin müşteri açısından önemli mi ve tedarik zincirinin her prosesi şirketin uzman olduğu bir konu mudur?
- İşletme tedarik zinciri yönetiminde zorlanmakta mıdır?
- Müşteri talepleri firmanın tedarik zinciri alanındaki yeteneklerini aşmakta mıdır?
- Firmanın teknolojik yetenekleri tedarik zinciri sistemindeki ihtiyaçları karşılamak için yeterli midir?
- Tedarik zincirinde harcanan kaynakları başka alanlarda daha etkin olarak kullanmak mümkün müdür?

Bu soruların doğru olarak analiz edilerek firmanın ihtiyaçlarının belirlenmesinin ardından alternatif çözümler araştırılarak işletme için en uygun çözümün elde edilmesi sağlanmaktadır. Fakat bu proseste dışarıdan destek alınması firma açısından kötü sonuçların doğmasını engellemesi açısından önemlidir.

1.8 Sonuç

Bu bölümde tedarik zinciri sistemini özellikleri anlatılmıştır. Bu sistemin doğru bir şekilde anlaşılması tezin daha sonraki bölümlerinin anlaşılması açısından önemlidir. Bu konuda sözü geçen 4PL gibi bazı konular hakkında çalışmalar sürmektedir.

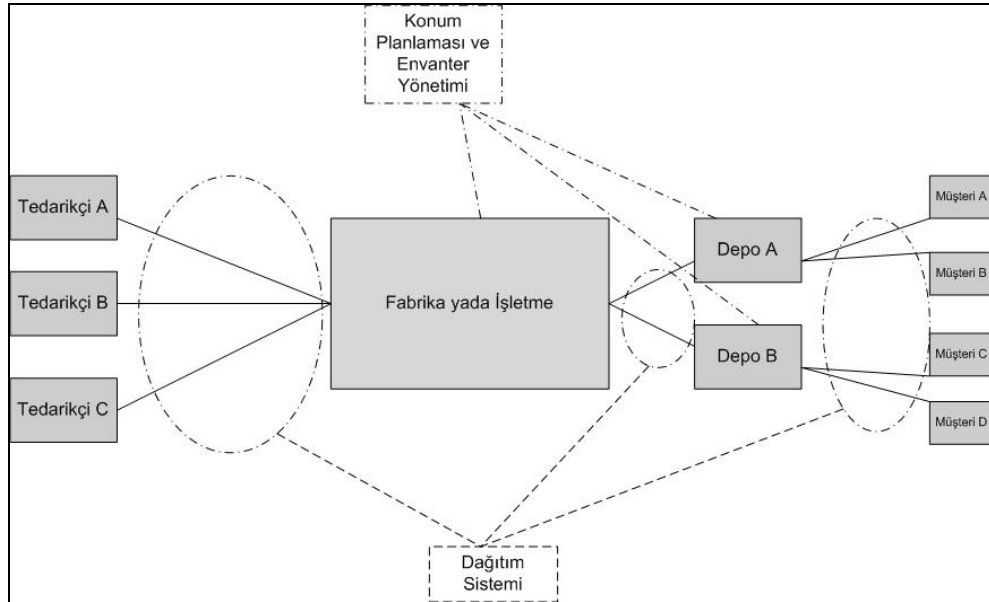
Bunun yanında bu konunun ayrıntılı çalışması başlı başına bir tez konusu olduğundan gerek tezimde gerekse de bu bölümde çok ayrıntıya girilmemektedir. Bundan sonra gelecek olan bölümde tedarik zincirinin bileşenlerinde yani envanter, konum seçimi ve envanter yönetiminde kullanılan matematiksel modeller ve uygulamaları anlatılacaktır.

2 TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

Tedarik zinciri bir sistem olduğu için bu sistemin bileşenlerini anlamak önemlidir. Tedarik zinciri sisteminin temel olarak üç bileşeni mevcuttur. Bu bileşenler;

- Dağıtım Sistemi
- Envanter Yönetimi
- Konum Planlaması

Bu sistemlerde alınacak olan stratejik, taktiksel yada operasyonel kararlar neticesinde hem tedarik zinciri sisteminin etkinliği artarken, maliyetlerde azalma, daha hızlı teslimatlar, daha az stok gibi amaçlar gerçekleştirilebilmektedir. Bunun yanında çok değerli olan müşteri tatmin oranının artması sağlanmaktadır. Tezimin bu bölümünde tedarik zinciri sisteminin üç bileşeni ile ilgili bilgiler verilecektir. Bu bilgilerin anlatımına geçmeden önce üç ana bileşeni ve bunların tedarik zincirinde ilgili olduğu bölümler şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Tedarik zinciri sistemi bileşenleri

Her bir bileşende çeşitli alt bileşenler mevcuttur. Bu bileşenler ve alt bileşenleri aşağıda verilmiştir.

- Dağıtım Planlaması
 - Temel dağıtım bilgileri
 - Dağıtım kararları
 - Satınalma ve tedarik rotalama metodları
- Envanter Yönetimi
 - Stok kararları
 - Tahmin sistemleri
 - Depolama sistemleri
- Konum Planlaması
 - Konum planlaması
 - Konum kararları

2.1 Tedarik Zinciri Sisteminde Dağıtım Sistemi

Tedarik zinciri sisteminin amacı hammadde ve ürünlerin en ekonomik ve etkin şekilde gerekli yere ulaşmasının sağlanmasıdır. Dağıtım sisteminin görevi ise tedarik noktasından alınan ürünlerin işletmeye getirilmesi ile ürünlerin depo yada müşteriye ulaştırılmasıdır. Aşağıda dağıtım sistemine verilmesi gereken önemin sebepleri aşağıdadır.

Daha yoğun rekabet. Günümüzde artan rekabetle birlikte ortamında işletmeler ürünlerini müşteriye satabilmek için yoğun mücadele vermektedirler. Kötü yönetilen bir dağıtım sistemi müşterilerin ihtiyaç duydukları ürünleri hızlı ve isteğe uygun durumda almalarına engel olacaktır. Bunun yanında yeterli maliyet avantajının sağlanamaması neticesinde müşterilere uygun ürünleri istedikleri fiyata verememekte ve müşteri kaybına uğramaktadırlar. Bu yüzden işletmeler özellikle maliyet ve müşteri tatmini açısından dağıtım planlamasına daha fazla önem vermelidirler.

Ölçek ekonomisi. Doğru bir dağıtım stratejisi ve uygun konum planlaması neticesinde dağıtım kanallarından optimum şekilde yararlanabilmektedir. Bu sayede hem kaynaklar verimli kullanılabilir hem de ölçek ekonomisinden yararlanılarak dolaylı yoldan maliyet avantajı sağlanabilir. Böylece işletmeler daha düşük

maliyetlerden yararlanarak daha düşük fiyat verebilmekte ve işletmelerin rakipleriyle olan mücadele gücü artmaktadır.

Bunun yanında dağıtım planlamasında dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biride dağıtım araçlarının yada aracının tespitidir. Bu seçimin doğruluğu, dağıtım kanallarının dolayısıyla tedarik zinciri sisteminin verimliliğini direkt olarak etkilemektedir. Bu yüzden dağıtım türü seçiminde aşağıda belirtilen özelliklerin dikkate alınarak en doğru kararın verilmesi gerekmektedir. Temel olarak servis seçiminde dikkat edilmesi gereken nitelikler şunlardır;

- Maliyet
- Ulaşım süresi
- Zarar görme yada kaybolma ihtimali
- Esneklik

Maliyet. Taşıma sisteminin maliyeti bir ürünün, hammaddenin yada yarımamülün bulunduğu noktada taşıma için hazırlanmasını, araç tarafından bir noktadan diğer noktaya gitmesi için benzin, elektrik, su gibi giderlere yapılan harcamaları, bu araçların amortisman paylarını ve aracın ulaştığı noktadan üretime yada kullanıma hazır hale getirilmesi için yapılan maliyetleri kapsamaktadır. Bu maliyetlerin bir bölümü yada bölümleri çeşitli taşıma araçlarında mevcut değildir. Tablo 2.1’de taşıma sistemlerinin ton başına yaklaşık maliyetleri gösterilmiştir. Bu tabloya göre en yüksek taşıma maliyeti havayolu vasıtasıyla olurken en düşük taşıma maliyetleri su yolu(suyun gücünü kullanarak taşıma) ve borular vasıtasıyla taşımada elde edilmektedir. Her taşıma sistemini maliyet bilgileri ileriki bölümlerde anlatılacaktır.

Tablo 2.1Taşıma türlerine göre maliyet bileşenleri(Ballou,1999)

Taşıma Türü	Maliyet (cent/Ton-Mil)
Demiryolu	2,50
Karayolu	25,08
Su Yolu	0,73
Boru	1,40
Havayolu	58,75

Ulaşım süresi. Taşıma alanında işletmelerin taşıma şeklini seçmesi sırasında maliyetin yanında dikkat etmesi gereken bir diğer konuda taşınması yapılacak olan ürünün gitmesi gereken yere ulaşma süresi ve bu süredeki olası sapmalardır. Bu değişkenlik hiçbir işletmede istenmemesine karşın özellikle günümüzde çok yaygın olarak uygulanan TZÜ(Tam-Zamanında-Üretim) felsefesi ile de bağdaşmamaktadır. Bu durumda işletmeler taşıma süresinin daha stabil olduğu havayolu yada karayolu gibi sistemleri tercih etmektedirler, bunun yanında taşıma süresi de taşınan ürünün niteliğine göre değişmektedir. Örneğin değer/ağırlık oranının düşük olduğu ve ulaşım süresinin ürünün zarar görmesi açısından önemli olmadığı kömür naklinde demiryolu taşımacılığı kullanmak uygunken, taşıma süresinin çok önemli olduğu taze sebze taşımacılığında karayolu kullanmak daha uygun olmaktadır. Bu yüzden ulaşım süresi ve sapmasına servis seçiminde oldukça önem verilmektedir.

Kaybolma ve hasarlanma oranı. Maliyet ve taşıma süresi ile değişkenliğinin dışında taşıma sisteminin seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer konuda ürünlerin kaybolma yada hasar görme ihtimalidir. Çünkü gerek 4PL firmaları gerekse de işletmeler dağıtmakla yada tedarik etmekle yükümlü oldukları ürünlerin müşterinin istediği durumda olmalarını sağlamak zorundadırlar. Bu yüzden firmalar özellikle değerli ve hasar görmeye elverişli ürünlerini naklinde kara ve havayolu taşımacılığını tercih ederken, örneğin kömür gibi birim değeri düşük ve hasar görmesinin önemli olmadığı düşük alanlarda demiryolu ve denizyolu taşımacılığı gibi sistemler kullanılmaktadır.

Esneklik. Bir taşıma sisteminin oluşturulması sırasında sadece taşıma şeklinin seçiminden ibaret değildir. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer konuda dağıtım sisteminin kurulacağı alandaki müşteri yada tedarikçilerin zamanla değişme ihtimali ve sistemin bu değişikliklere göre değişme yeteneğidir. Örneğin çerez türü gıda maddesi üreten bir firmanın ürünlerinin dağıtımı için bir demiryolu kurması yada mevcut olanlardan yararlanması kapasite kullanımı ve ürünlerin mağazalara dağıtılması yüzünden verimli değilken, bir demir madeninin çelik fabrikasına uzun vadeli sözleşme neticesinde demiryolu kurması verimli olabilmektedir. Bu yüzden işletmeler eğer çok hacimli ürünleri değişmeyen ve uzun vadeli noktalardan yada noktalara dağıtımını gerçekleştireceklerse demiryolu yada boruyolu ile nakli gibi yüksek yatırım gerektiren fakat oldukça verimli ve değişken maliyetleri düşük alternatifleri kullanabilirler. Aksi takdirde örneğin gazete dağıtımı gibi çok nokta ve

az ürün dağıtımlarında karayolunu yada ana depolara kadar demiryolu gibi alternatifleri daha sonra son tüketiciye karayolu gibi alternatifleri kullanabilirler.

Sonuç olarak taşıma şeklinin seçiminde dikkat edilmesi gereken tek konu dağıtılan ürünün niteliği olmamaktadır. Verimli bir sistem için maliyet, hız, hasar oranı ve esneklik özellikleri de göz önüne alınmalıdır.

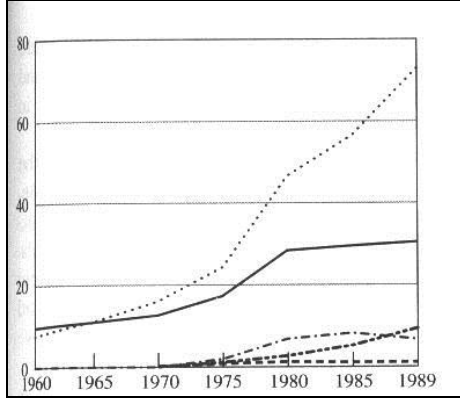
2.2 Servis Türleri

Dağıtımda kullanılan çeşitli taşıma sistemi alternatifleri mevcuttur. Bu sistemlerin anlaşılması bu konuda yapılacak olan seçimlerin daha doğru olmasını sağlama açısından önemlidir. Servis alternatiflerini başlıca iki grupta toplamak mümkündür, bunlar;

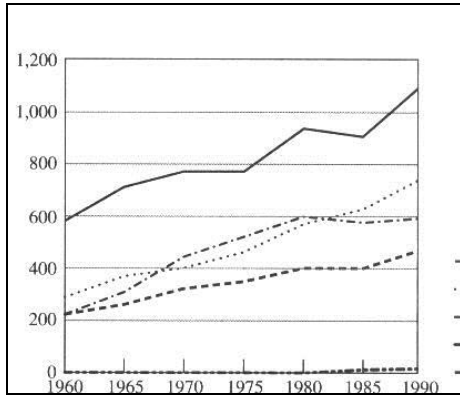
- Tekil-Servis Türleri
- Karma-Servis Türleri

2.2.1 Tekil-servis Türleri

Bu tür hizmetler sadece tek bir tür taşımanın taşıma işleminin başından sonuna kadar kullanılmasıdır. Uzun mesafeli taşımalarda bu tür taşıma pek yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bunun yerine daha sonra anlatılacak olan karma sistemler kullanılmaktadır, ayrıca havayolu yada gemi taşımacılığı gibi ulaşımın kısıtlı olduğu sistemlerde büyük oranda karma sistemler kullanılmaktadır. Bu tür hizmetler beş grupta toplanırlar. Bunlar karayolu, denizyolu, boru taşımacılığı ve havayoludur. Bu sistemlerin her biri hız, hasar oranı ve esneklik yönünden bu bölümde incelenecektir. Maliyet özellikleri ise diğer bir alt başlıkta ayrıca incelenecektir. Ayrıca bu tür sistemlerin Türkiye’de ve Amerika’da ki kullanımları ile ilgili bilgiler verilecektir. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3 ‘de taşıma sistemlerinin Amerika’daki gelirleri ve kullanım oranları verilmiştir. Bu veriler ışığında Amerika gibi sanayi üretiminde oldukça gelişmiş bir ülkede gittikçe önem kazanan taşıma türlerinin ve tedarik zincirinde taşıma türlerinin ve buna bağlı gerçekleşen tercihlerin anlaşılması daha da kolaylaşmaktadır.



Şekil 2.2 ABD’de dağıtım türlerine göre harcamalar(Milyar\$)(Bowersox ve Closs, 1996)



Şekil 2.3 ABD'de dağıtım türlerine göre toplam taşıma hacimleri(ton-mil) (Bowersox ve Closs, 1996)

2.2.1.1 Demiryolu Taşımacılığı

Amerika’da demiryolu taşımacılığı doğal olarak teknolojik açıdan karayolu ve havayolundan daha önce geliştiği ve bütün şehirlerin arası demiryolu ağlarıyla döşendiği için 2. Dünya Savaşına kadar taşımacılığın büyük kısmı demiryolları aracılığıyla yapılmaktaydı, 2.Dünya savaşının ardından karayolu taşımacılığının artması ve doğal olarak taşıma hızının ve esnekliğinin yüksekliği sonucu denge demiryolları aleyhine bozuldu ve kullanım yüzdeleri düşmeye başladı. (Bowersox, 1996)

Türkiye’de ise demiryolu vasıtasıyla gerçekleştirilen taşıma oranları düşmektedir. 1950 yılında gerçekleştirilen toplam taşımanın %50’si demiryolları vasıtasıyla gerçekleştirilirken, bu oran 1990 yılında %8’e düşmüştür. Bu taşıma işlemlerinin de büyük çoğunluğunu demir yada kömür gibi hammadde taşımacılığı oluşturmaktadır. (Ülengin ve Uray,1999)

Demiryolları büyük oranda çekiciliğin kaybetmesinin sebebi demiryollarının devlet tekelinde olması ile bürokratik ve finansal engeller dolayısıyla dünyada gerçekleşen teknolojik gelişmelere uyum sağlayamamasıdır.

Bu mevcut olumsuzlukların yanında demiryollarının tercih edilmesinin başlıca sebebi yüksek miktarlı ürünlerin bir noktadan bir noktaya diğer sistemlere oranla daha ucuz taşınmasıdır. Demiryolu kullanımı genellikle özel işletmeler hariç devlete ait araçların kullanılması ile olmaktadır. Bunun sebebi demiryolu yatırımlarının ve dolayısıyla sabit masrafların yüksek olması ve bu maliyetlerin karşılanamamasıdır. Fakat demir yada kömür gibi madenleri sabit noktalara düzenli olarak taşıma işlemi yapan kömür yada demir madenleri ile termik santraller gibi işletmeler bu yatırımları yapabilmektedirler.

Demiryollarının karayolu taşımacılığı gibi her noktaya yapılamaması yani esnekliğinin az olmasının yanında taşıma sürelerinin uzun olması da bu tür taşımanın rağbet görmesini engellemektedir.

Genel olarak taşımada kullanılan trenlerimizin ve demiryollarımızın durumunu göz önüne aldığımızda taşınan ürünlerin hasara karşı kırılgan oldukları durumda demiryollarının kullanılmasının doğru olmayacağı açıktır.

Türkiye'den farklı olarak Amerika'da demiryolu taşımacılığı devlet tekelinde olmadığı için işletmeler karayolu ile yoğun bir rekabet içindedirler. Amerika'da demiryolu taşımacılığı yapan firmalar karayolu taşımacılığına kaptırdıkları müşterileri geri alabilmek için firmalara özel ürünler tasarlamaktadırlar. Örnek olarak daha sonra karma sistemlerde anlatılacak olan konteynırların bir yere kadar trenle daha sonra kamyonla taşınması vasıtasıyla hem hız hem de maliyet avantajının elde edilmesi sayılabilir. Bu tür uygulamalar ülkemizde yaygın olmamakla birlikte kullanılmaktadır.

Gerek yolcu gerekse de yük taşımada uzun yıllardır kullanılan demiryolları yüksek sabit maliyet ve düşük değişken maliyetlerinin avantajları ile bilinmektedir. Yükleme, boşaltma, bilet kesimi gibi işlemlerin büyük maliyetler oluşturmaması ve taşıma kapasitesinin yüksekliği nedeniyle birim başına değişken maliyet azalmaktadır.

Bunun yanında yüksek altyapı bakım ve amortisman maliyetleri yüksek sabit maliyetlere yol açmaktadır. Dolayısıyla bu maliyet bileşenlerinden de anlaşılacağı

üzere demiryolları yüksek sabit ve düşük değişken maliyetlere sahip bir sistem olarak bilinmektedir. Bu yüzden büyük hacimli taşımalarda tercih edilmektedir

Sonuç olarak demiryollarının global anlamda giderek önemi azalmakta ve bazı kömür yada demir filizi taşımacılığı gibi özel nitelikli sektörlerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında ülkemizde demiryollarının tekel yapısını koruması ve teknolojik olarak geri kalması sonucu demiryolu taşımacılığı gün geçtikçe kaybolmaktadır.

2.2.1.2 Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı demiryolu taşımacılığına oranla genelde daha kısa mesafelere, daha düşük miktarlarda taşımacılığın yapıldığı bir sistemdir. Günümüzde teknolojik olarak demiryollarında kullanılan trenlerin hızları büyük miktarlarda artarken karayolları bu kadar hızlı bir gelişime alt yapı ve teknik imkansızlıklar nedeniyle uyum sağlayamamıştır. Japonya’da saatte 300km’ye çıkan trenler kullanılmaktadır. Bunun yanında karayolu araçlarının bu hızlarda kullanılması beklenmemelidir.

Bu özellikler taşımacılık açısından karayollarının demiryollarından yavaş olduğu anlamına gelmemektedir. Bunun sebebi taşımanın büyük oranda sadece iki istasyon arasında değil farklı iki nokta arasında yapılmakta olmasıdır. Bu durumda tren, istasyona geldikten sonra ürün boşaltılmalı ve tekrar başka bir araca yüklenmelidir. Bu durum karayolu taşımacılığında olmadığı için ve tren gibi büyük hacimlerin dolmasını beklemek zorunda olmadığı için kamyonların kalkış işlemi daha kısa sürmektedir. Kısaca taşımacılığı demiryolu taşımacılığına oranla özellikle kısa mesafelerde daha hızlı bir ulaşım olduğu söylenebilir.

Kaybolma ve hasarlanma açısından ise karayolu taşımacılığı etkin bir ambalaj ve paketleme sisteminin kullanılmasıyla birlikte oldukça düşük bir hasar oranıyla ideal bir sistem olmaktadır.

Karayolu taşımacılığı maliyetleri, demiryolu taşımacılığının maliyet özelliklerinin tam tersidir. Üzerinde taşıma yaptıkları karayolları taşıma yapan kişilere ait olmadığı için sabit maliyetleri düşüktür. Bunun yanında devlet bu yatırımlarını karşılamak için akaryakıt vergisi, taşıt vergisi gibi çeşitli vergileri uygulamaktadır. Neticede karayolu taşımacılığının sabit maliyetleri düşük, değişken maliyetleri yüksektir.

Türkiye’de 1998 yılı sonu itibariyle taşımacılık gerçekleştirilen 3.Parti lojistik firması 300 civarındadır. Bunların büyük çoğunluğu kara yolunu taşıma işlemlerinde kullanılmaktadırlar. Bu sektörün toplam geliri 1998 yılı itibariyle \$550.000.000’ı bulmaktadır. (Ülengin ve Uray, 1999)

Sonuç olarak karayolu taşımacılığı günümüzde en büyük paya sahip olan düşük hacimli ürünlerin iki nokta arasında özellikle müşteriye tesliminde aktif olarak kullanılan bir taşıma sistemidir.

2.2.1.3 Havayolu Taşımacılığı

Şekil 2.3’den de görüldüğü üzere havayolu taşımacılığı maliyet açısından bütün taşıma şekilleri arasında en pahalı türdür. Bunun yanında havayolu taşımacılığının gün geçtikçe daha çok tercih edilmesinin sebebi özellikle uzun mesafelerde iki nokta arasındaki taşıma hızıdır. Uçaklar yaklaşık olarak 800km ile katettikleri uzun yollar sayesinde başka hiçbir taşıma türüyle elde edilemeyecek, taşıma süresi avantajları elde edilmektedir. Herne kadar taşıma süresi sadece uçağın iki havaalanı arasındaki ulaşım süresi olmaması dolayısıyla, esas zamanın kapıdan kapıya nakli kapsadığı için bu süre azalsada gene de diğer alternatiflerle kıyaslanamaz.

Havayolu taşımacılığı günümüzde genellikle küçük hacimli ve taşıma hızının nispeten maliyetten önemli olduğu taşıma işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu taşıma işlemi genel olarak diğer alternatiflere göre hasarlanmaya ve kaybolmaya karşı daha etkilidir. Hasarlanma ihtimali daha az olduğu için ve havaalanlarında çalınma çok yaygın olmadığından dolayı daha az koruyucu paketlemeye ihtiyaçları vardır ve bu da bir miktar maliyet avantajı sağlamaktadır.

Havayolu taşımacılığını en temel sorunlarından biri yüksek yatırım gerektirdiği sebebiyle her şehirde bir havayolunun olmamasıdır. Fakat hava ulaşımı kapıdan kapıya bir dağıtım şekli olmaması nedeniyle genelde karayolu taşımacılığı ile birlikte kullanılmaktadır. Dolayısıyla esneklik açısından karayolunun avantajlarından yararlanabilmektedir.

Havayolu taşımacılığı özelliği dolayısıyla karayolu taşımacılığına benzemektedir. Çünkü havaalanı terminalleri ve havaalanları gibi birimler taşıma yapan şirketlere ait değildirler. Bu birimlerin kullanım ücretleri kullanım başına ve diğer yakıt, hizmet gibi birimlere vergi olarak yansıtılır. Ayrıca taşımada kullanılan uçaklar oldukça pahalı araçlardır. Dolayısıyla yüksek maliyet ve düşük kapasite sonucunda hava

ulaşım zamanının önemli olduğu değerli ve düşük hacimli ürünlerin taşınması için ideal bir sistemdir Bunun sonucu olarak havayolu taşımacılığı değerli cisimlerin bir yerden bir yere en güvenli ve hızlı taşıma türüdür.

Türkiye’de havayolu taşımacılığı kargo taşımacılığından çok yolcu taşınmasına yöneliktir. Türkiye’de 1980’ler de 32 uçak ve 4472 koltuk sayısı olan kapasite, 1990’larda 331 uçak ve 13303 koltuk kapasitesine çıkmıştır. (Ülengin ve Uray, 1999)

Bu kapasitenin büyük bölümü THY’larına ait olsa da çeşitli özel sektör şirketleri de bu sektörde faaliyet göstermektedir.

Fakat 11 Eylül olayları dolayısıyla dünya çapında havayolu şirketleri büyük bir kriz içine girmiş ve ülkemizdeki havayolu şirketlerini de etkileyerek zor durumda bırakmışlardır.

2.2.1.4 Suyolu Taşımacılığı

Suyolu taşımacılığı yapısı itibariyle kullanım alanı, boruyolu taşımacılığı gibi sınırlıdır. Bunun sebeplerini řu şekilde sınırlamak mümkündür.

Coęrafi şartlar. Dünyamızın 2/3’ü sularla çevrili olmasına karşın dünya üzerinde doğal olarak her yerleşim yerinde deniz, göl yada akarsu gibi su yolu taşımacılığının yapılması gereken yerlerde olmadığı için kullanım alanları sınırlıdır.

Hava şartları. Yılın bazı zamanlarında düzenli olarak ortaya çıkan yada tamamen rafsal olarak ortaya çıkan fırtınalar neticesinde su yolu taşımacılığı aksayabilmektedir.

Bunun yanında taşıma hızının düşük olması neticesinde su yolu taşımacılığı genelde ekonomik ve zaman kısıtının nispeten önemli olmadığı uzun yol taşımacılıklarında ve direk karayolu ulaşımının mümkün olmadığı alanlarda kullanılır.

Kaybolma yada hasar görme genelde taşınan ürünlerin deniz şartlarından etkilenmemesi için paketlenmiş olması dolayısıyla pek yüksek oranlarda görülmemektedir.

Esneklik açısından su yolu taşımacılığı diğer sistemlere oranla pek esnek değildir, bu yüzden büyük işletmeler dışındaki işletmeler bu alanda kendi filolarını kurmak yerine bu alanda uzmanlaşmış 3.Parti firmalarından yararlanmaktadırlar.

Bu taşımacılık türü ulaşım yapılan yüzey açısından doğal kaynaklardan yararlandığı için sabit maliyetleri taşıma araçlarının amortismanları, limanların vergileridir. Bunun yanında değişken maliyetlerin başında akaryakıt tüketimi ve indirip-boşalma ücretleri sayılabilir. Bunun sonucu olarak denizyolu taşımacılığı düşük sabit maliyetleri ve yüksek değişken maliyetleri olan bir sistem olmaktadır. Fakat denizyolu taşımacılığı büyük hacimli ürünlerin uzun mesafelere taşınması için ideal bir sistemdir. Bunun yanında denizyolunun belirli iki nokta arasında zaman zaman ideal nokta olması dolayısıyla tercih edilmektedir. Örneğin İtalya-Türkiye arasında denizyolu her zaman yük taşımacılığında en kısa yol olmaktadır. Bunun yanında örneğin Süveyş kanalı sonucunda karayolu ile çok uzun olan yollar denizyolu ile daha kısa sürede gidilebilmektedir. Ayrıca Avrupa-Amerika gibi kıtalararası taşımalarda denizyolu ideal hatta tek taşıma şekli olabilmektedir.

Türkiye’de su yolu taşımacılığı ülke içinden çok milletler arası nitelik taşımaktadır. Her ne kadar Türkiye’den yapılan taşımalarda %150’lik bir artış gerçekleşmişse de bu taşımaların sadece %18’i Türk bayraklı firmalar tarafından gerçekleştirmiştir.(Ülengin ve Uray, 1999) Dünya da denizcilik sektörü gün geçtikçe gelişmektedir, fakat yanibaşımızda bulunan Yunanistan’ın büyük oranda geliri deniz taşımacılığı alanındayken, Türkiye’nin bu potansiyelden yararlanamaması düşündürücüdür.

Bu yüzden günümüzün kriz ortamında bu konuda gerçekleştirilmesi düşünülen projeler üzerinde daha ayrıntılı düşünmek yerinde olacaktır.

2.2.1.5 Boruyolu Taşımacılığı

Boruyolu taşımacılığı tamamıyla bu tür taşıma ihtiyacı olan firmalar tarafından yapılan ve genellikle sıvı naklini uzun vadeli belirli iki nokta arasında yüksek yatırım gerektiren bir taşıma türüdür. Tanımından da anlaşıldığı üzere bu tür taşıma genellikle hampetrol, su yada petrol türevlerinin taşınmasının gerçekleştirildiği oldukça kısıtlı bir taşıma yöntemidir. Fakat yapılan bazı çalışmalar neticesinde çeşitli ürünlerin sıvı içinde yüzdürülerek taşınması üzerinde çeşitli uygulamalar yapılmıştır, fakat bu tür bir uygulama ülkemizde kullanılmayıp, boruyolları ülkemizde Irak üzerinden petrol ve Rusya üzerinden taşınmasında kullanılmaktadır.

Boruyolu taşımacılığı nitelikleri açısından demiryolları ile benzerlik göstermektedir. Çünkü taşımanın gerçekleştirilmesi taşıma yapan şirkete aittir. Bunun neticesinde

amortisman ve bakım masrafları gibi sabit maliyetler yüksek miktarları bulurken, değişken maliyetler taşıma işleminde kullanılan elektrik ile büyük oranda sınırlıdır ve değişken maliyetler diğer taşıma türlerine göre düşüktür.

Bu sistem uzun vadeli ilişkiler neticesinde değişmeyecek iki nokta arasında madde transferi amacıyla kullanılır. Bu yüzden bu sistem kurulurken mevcut durum iyi analiz edilmeli ve yatırımın karşılanması açısından ilişkilerin uzun vadeli olacağından emin olunmalıdır.

Taşıma türlerinin niteliklerinin ve bu tekniklerin daha iyi anlaşılması için açısından taşıma türlerinin gerek duyulan niteliklere göre incelendiği tablo 2.2 yararlı olacaktır.

Tablo 2.2 Taşıma türlerinin nitelik karşılaştırmaları (Ballou-1999)

Taşıma Türü	Maliyet 1-En yüksek	Dağıtım süresi ortalaması 1-En hızlı	Süre Değişkenliği		Hasarlanma ve kayıp oranı 1-En düşük
			Dağıtım süresi değişkenliği 1-En düşük	Dağıtım süresi yüzdesi 1-En düşük	
Demiryolu	3	3	4	3	5
Karayolu	2	2	3	2	4
Suyolu	5	5	5	4	2
Boruyolu	4	4	2	1	1
Havayolu	1	1	1	5	3

2.2.2 Karma Taşıma Modelleri

Daha önce niteliklerinden bahsedilen karayolu, havayolu, suyolu, demiryolları ve boruyolu vasıtasıyla taşıma türleri özellikle uzun mesafeli taşımalarda tek başlarına kullanılmazlar. Bunun sebeplerinden biri havayolu yada suyolu gibi taşıma türlerinin genellikle son hedefe ulaşamamasıdır. Bu durumda kısa mesafeli kapıya teslimi genellikle karayolu taşımacılığı vasıtasıyla gerçekleşir.

İkinci bir sebepte bütün taşımacılığın karayolu gibi bir türde gerçekleştirilebilmesine karşın zaman ve maliyet açısından belirli bir mesafenin demiryolu yada su yolu gibi ikincil bir türün kullanılmasındaki avantajlardır.

Genel olarak kombinasyonlar göz önüne alındığında 10 tür ikili karma kombinasyon mevcuttur. Bunlar;

1. Demiryolu ve karayolu
2. Demiryolu ve su yolu
3. Demiryolu ve havayolu
4. Demiryolu ve boru yolu
5. Karayolu ve havayolu
6. Karayolu ve su yolu
7. Karayolu ve boru yolu
8. Su yolu ve boru yolu
9. Su yolu ve havayolu
10. Havayolu ve boru yolu

Bu tür karma taşıma türlerinin büyük çoğunluğu fizibil değil yada uygulama alanı ihtiyaçlar ve teknik nedenler dolayısıyla oldukça kısıtlıdır. Genel olarak iki türde karma taşıma geniş kullanım alanları bulmuştur. Bunlardan birincisi demiryolu-karayolu karma nakliyatı (piggyback) ve bir diğ eride özellikle uzun yol taşımacılığında ve Türkiye’de yoğun olarak kullanılan su yolu-karayolu karma nakliyatı(fishyback)’dır. Bu tekniklerin ayrıntıları aşağıda anlatılmaktadır.

2.2.2.1 Demiryolu-Karayolu Nakli

Bu tür nakil işlemi, genelde kamyonların taşıdığı konteynırların belirli bir mesafeye kadar trenle daha sonra son noktaya kadar kamyonlar yada başka karayolu araçlarıyla son noktaya kadar taşınması işlemidir. Bu şekilde kamyonla taşımının esnekliğinden ve uzun mesafede demiryolunun maliyet avantajından yararlanmayı hedeflemektedir. Bu şekilde 3.Parti lojistik firması yada ana firma kapıdan-kapıya nakli gerçekleştirmektedir. Bu şekilde esneklik sağlanırken, demiryolu kullanımının maliyet avantajı da elde edilmektedir.

Demiryolu-karayolu nakli Amerika’da toplam demiryolu taşımacılığının %55’ini bulurken, daha önce bahsedilen sebeplerden dolayı bu oran Türkiye’de oldukça düşüktür.

2.2.2.2 Denizyolu-Karayolu Nakli

Bu tür nakil, demiryolu yerine denizyolunun karayolu naklinde kullanılması neticesinde taşımanın belirli bir yere kadar kamyonlarla yapılmasını ve daha sonra ya sadece konteynırların yada konteynır yüklü kamyonlar yolun önemli bir kısmını gemiler vasıtasıyla gitmesidir.

Birinci türde taşıma, yani konteynırların taşınması büyük oranda yük gemilerince yapılmaktayken, ikinci tür olan kamyonların ve tırların taşınması genellikle Ro-Ro denilen özel türde gemilerle yapılmaktadır.

Bu tür taşıma uzun ve denizyolunun kullanılmasının yolu ve zamanı kısaltacağı taşımalarda kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi Türkiye’nin üç yanı denizlerle çevrilidir. Bunun sonucu olarak Türkiye’de deniz ticareti ve deniz taşımacılığının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

2.2.3 Taşıma Türü Seçimine Ait Örnekler

Aşağıdaki tablo 2.3 ve tablo 2.4’de değerlendirme yöntemi kullanılarak iki ayrı ürünün taşıma şeklinin seçimi ile ilgili iki örnek verilmiştir. Burada sonuç bölümüne yukarıdaki çeşitli taşıma türlerinin değişik kriterlere göre verilen subjektif ve objektif değerlendirmelerin önem katsayısı ile çarpılması sonucu toplamlar verilmiştir.

Tablo 2.3 Kömür taşıma değerlendirme tablosu

Kömür	İstanbul-Ankara					
	Önem	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Piggy-Back	Fishy-Back
Hız	1	1	3	7	2	2
Maliyet	5	10	5	1	8	5

Hasarlanma	1	1	1	1	1	1
Sonuç		52	29	13	42	28

Yorum. Sonuç olarak İstanbul-Ankara arası kömür taşımacılığının en etkin yolunun demiryolu olduğu bulunmuştur. Bu uygulamada verilen değerler genel bir fikir vermesi amacıyla verilmiştir. Gerçek hayattaki uygulamalarda bu veriler daha ayrıntılı çalışmalar sonucu bulunması doğru olmaktadır.

Tablo 2.4 İlaç hammaddesi değerlendirme tablosu

İlaç Hammaddesi	İstanbul-Madrid					
	Önem	Demiryolu	Karayolu	Havayolu	Piggy-Back	Fishy-Back
Hız	5	1	4	8	3	6
Maliyet	1	5	4	1	5	4
Hasarlanma	3	2	2	1	1	1
Önem		16	30	44	23	37

Yorum. Bu uygulamada da özellikle ilaç hammaddesinin az bir miktar ve özellikle değerli olduğu bir durumda ideal seçim yapılma örneği verilmiştir. Bu uygulamada ideal taşıma şeklinin havayolu olduğu bulunmuştur.

2.3 Dağıtım Planlamasında Rotalama

Tedarik zinciri sisteminde dağıtım planlaması sadece taşıma türünün seçimini kapsamamaktadır. Bunun yanında dikkat edilmesi gereken diğer bir konuda, dağıtım şeklinin tespitinin ardından dağıtım araçlarının en etkin şekilde çalışması için rotalamanın yapılmasıdır. Etkin bir rotalama sayesinde dağıtım araçları çok daha verimli kullanılarak, kapasite kullanım oranları maksimize edilirken, gidilen toplam mesafenin kısılması sağlanacaktır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için çeşitli kullanım

yerlerine göre çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu ihtiyaç türleriyle ilgili olarak aşağıda çeşitli teknik ve uygulamalar gösterilmiştir.

2.3.1 İki Nokta Arasındaki En Kısa Mesafe

Çoğu zaman bu uygulama kritik ürünlerin bir yerden bir yere naklinde kullanılmaktadır. Örneğin ilaç hammaddesinin yada ürün olarak ilaçlar iki nokta arasında transferi için bu metod kullanılarak en uygun alternatifin bulunması sağlanabilir. İki nokta arasındaki en kısa yolun bulunması pek çok değişik sayısal teknikle gerçekleştirilebilir. Günümüzde bu teknikler daha çok bilgisayarlar yardımıyla yapılmaktadır fakat bu bölümde Ronald H.Ballou'nun kitabından alınan algoritma bir örnek olması açısından anlatılacak ve bir örnek uygulama gösterilecektir.

En kısa mesafe bulma algoritmaları adından anlaşıldığı üzere iki nokta arasında pek çok bağlantı noktası bulunan toplam alternatiflerin en kısasının bulunmasını kapsamaktadır. Fakat bu uygulama kullanılış itibarıyla sadece mesafenin değil aynı zamanda zaman, maliyet yada bunların ağırlıklı ortalama değerlendirmelerinde de ideal alternatifin bulunmasını kapsamaktadır. Ağırlıklı ortalamanın ideal taşıma şeklinin bulunmasında kullanılması ile ilgili aşağıdaki örnek verilmiştir.

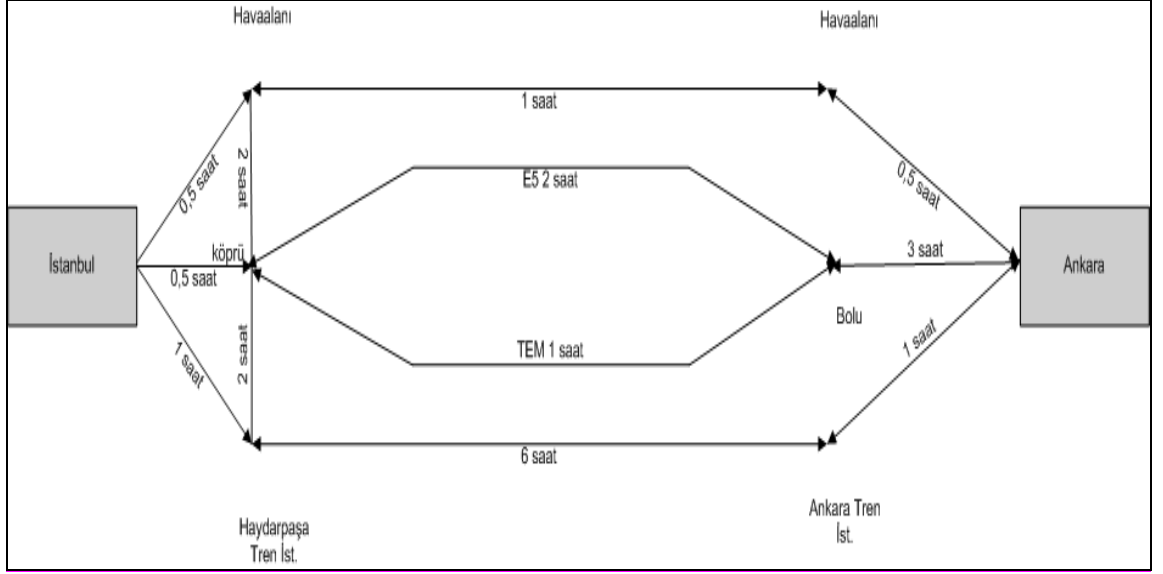
2.3.1.1 Ağırlıklı ortalama

Bu örnekte ABC adlı ilaç firması İstanbul'dan Ankara'ya ilaç dağıtım yapmaktadır. Özel bir sipariş ihtiyacı dolayısıyla normal sevkıyatlarının dışında bir sevkıyat yapmak zorunda kalmıştır. Bu sevkıyatını yapmak için gözönüne alması gereken değişkenler ve şirket için ağırlıkları tablo 2.5'de verilmiştir.

Tablo 2.5 Maliyet-zaman önemlilik derecesi

Değişken	Katsayı
Maliyet	2
Zaman	3

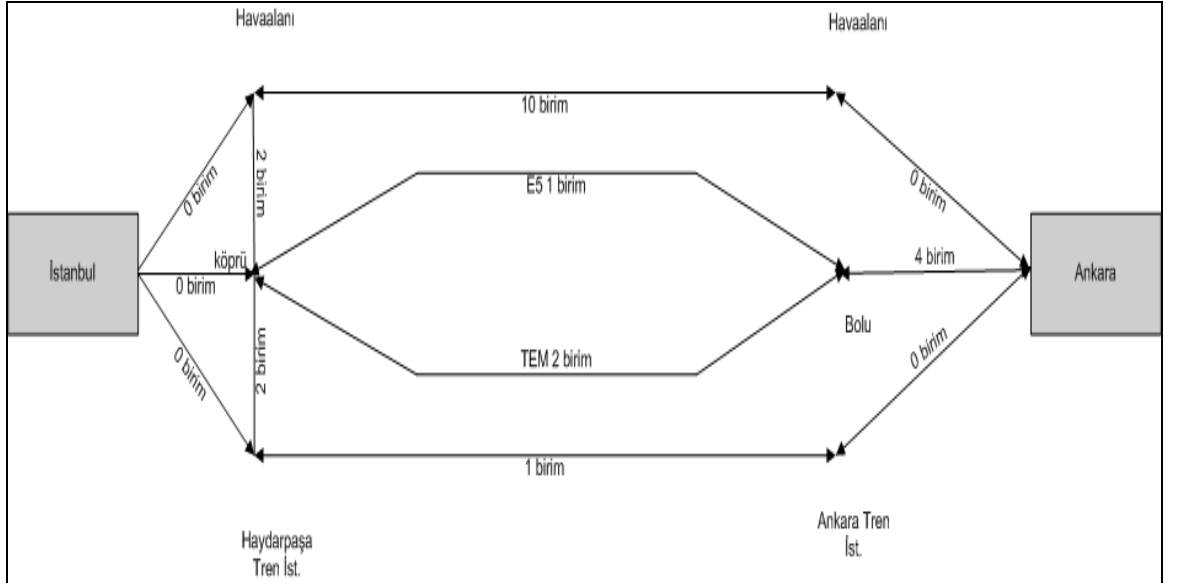
Şekil 2.4'de İstanbul-Ankara arası çeşitli güzergahların toplam yol zamanları şu şekildedir.



Şekil 2.4 İstanbul-Ankara ulaşım süreleri

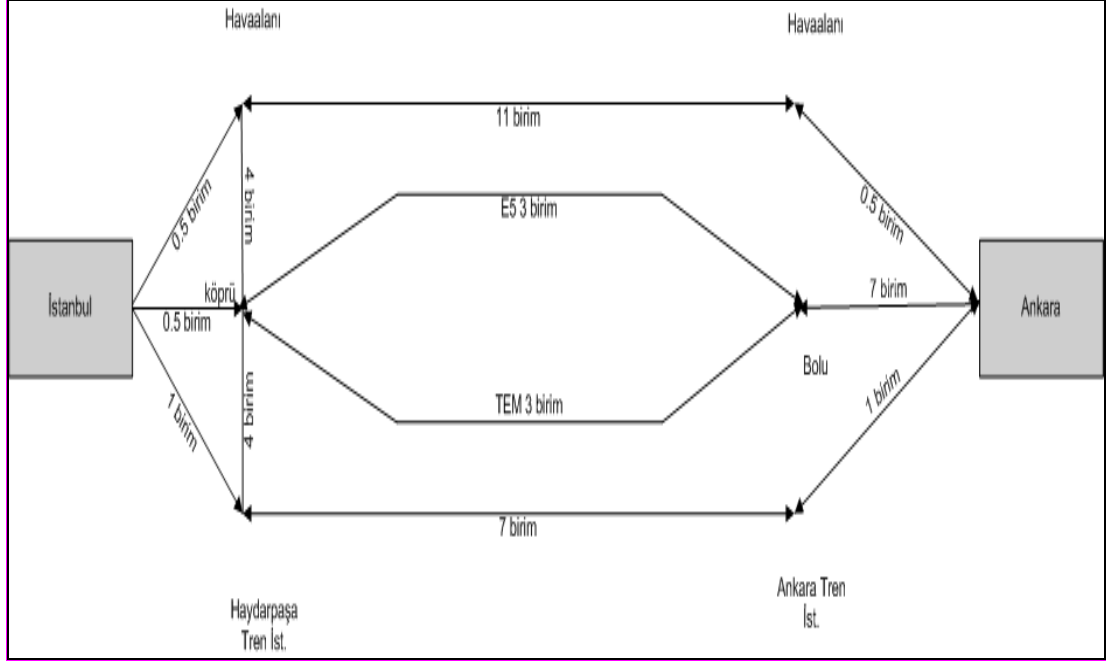
Bu değerler güzergahlar arası zamanları belirttiği için bunlara maliyet bileşenlerini de eklemek yerinde olacaktır.

Bu güzergahların göreceli maliyet bileşenleri Şekil 2.5’de verilmiştir.



Şekil 2.5 İstanbul-Ankara ulaşım maliyetleri

Sonuç olarak bu iki ağ diyagramını katsayılarıyla birleştirdiğimizde Şekil 2.6’daki sonuç diyagramını elde ederiz.



Şekil 2.6 En kısa yol uygulaması sonucu

En son olarak bu ağ diyagramını aşağıda anlatılacak olan en kısa yol bulma algoritması ile çözülerek sonuca ulaşılır. Bu sayede ideal taşıma sistemi en kısa yol algoritması yardımıyla çözülebilmektedir.

2.3.1.2 En Kısa Yol Algoritması

Bu metodda bütün noktalar çözülmemiş nokta olarak tanımlanmakta ve başlangıç noktası ilk çözülen nokta olarak belirlenmektedir. Bu algoritmanın adımları şu şekilde olmaktadır. Başlangıç olarak bütün noktalar çözülmemiş nokta olarak tanımlanmaktadır. Giriş noktası ilk çözümlenmiş nokta olarak alınmaktadır.

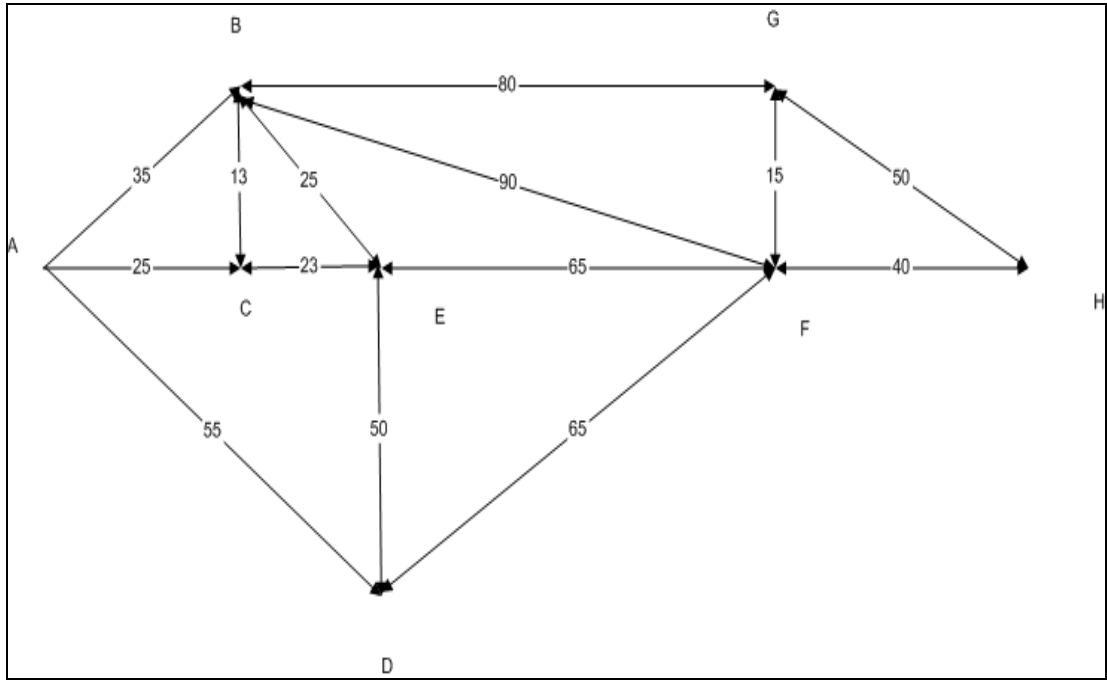
N' inci iterasyonun amacı. Başlangıç noktasına en yakın bulunması. Bu işlemi en yakın nokta varış noktası olana kadar devam et.(Bowersox, 1996)

N' inci iterasyonun girişi. Bir önceki adımda başlangıçtan itibaren en yakın noktalar çözülmüş nokta ve diğerleri de çözülmemiş nokta olarak tanımlanmaktadır.(Bowersox, 1996)

N' inci en yakın nokta adaylarının tespiti. Bir çözülmemiş noktaya bağlı her noktanın yolu her iterasyon için bir adaydır.(Bowersox, 1996)

N' inci en yakın noktanın hesaplanması. Son noktaya gelince bu noktalara en başlangıç noktasından olan en kısa mesafe seçilir. Böylece toplam uzunluğu en kısa olan alternatif tercih edilir.(Bowersox, 1996)

Aşağıda bu algoritmanın kullanıldığı bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.7 A-H yol diyagramı

Şekil 2.7’de verilen diyagram çerçevesinde en kısa yolun bulunması şu şekilde olmaktadır.

İlk olarak bütün noktalar çözülmemiş nokta olarak belirlenirken sadece başlangıç noktası çözümlenmiş nokta olarak belirlenmektedir. Daha sonra çözümlenmiş olan noktalara en yakın yollar bulunarak bu noktalar arasından en yakın olanı seçilmektedir. Bu en kısa nokta ac çözümlenmiş nokta olarak belirlenir ve hedef noktaya ulaşana kadar bu işlem sürmektedir. Bu örnekte bu işlemlerin sonucunda aşağıdaki tablo 2.6 oluşmakta ve en kısa yol bulunmaktadır.

Tablo 2.6 A-H en kısa yol problemi çözümü

İterasyon No.	Başlangıç Noktası	Bitiş Noktası	Uzunluk	En kısa yol	Hedef Nokta
1	A	C	25	AC	C
2	A	B	35	AB	B
	C	B	25+13=38		

3	A B C	D E E	55 35+25=60 25+23=48	CE	E
4	A B E	D G D	55 80+35=115 50+48=98	AD	D
5	E D B	F F G	65+48=113 65+55=120 35+80=115	EF	F
6	B F	G G	115 113+15	BG	G
7	G F	H H	115+50=165 113+40=153	FH	H
En kısa rota: A-C-E-F-H Toplam Yol 153					

2.3.2 Çok Sayıda Talep ve Arz Merkezi Durumu

Tedarik zinciri planlamasında karşılaşılan önemli problemlerden biride bir veya birden çok talep ve birden çok arz merkezi olması durumudur. Bu problem türü en temel olarak transport modelleri yardımıyla çözülmektedir. Bu modelin algoritması ve ayrıntıları aşağıda anlatılmıştır. Fakat günümüzdeki problemlerin yapısı sebebiyle bu tür işlemler elle yapılmamakta ve gelişen bilgisayar teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

2.3.2.1 Transport Modeli

Transport modelleri fabrika ile depo gibi iki nokta arasında arzın ve talebin en optimum şekilde karşılanması amacıyla kullanılırlar. Bu tekniğin gösterilmesi açısından bir örnek vermek doğru olacaktır. ABC şirketinin İstanbul, Ankara ve İzmir’de üç adet fabrikası vardır ve bu noktalardan Antalya ve Hatay’da ki iki

dağıtım merkezine sevkiyat yapmayı planlamaktadır. Fabrikaların kapasiteleri sırasıyla 750, 500 ve 400'ken depo ihtiyaçları sırasıyla 1000 ve 650'dir. Noktalar arası taşıma maliyetleri, mesafe ile doğru orantılı olduğu için maliyetler noktalar arası yaklaşık mesafeler olarak belirtilmiştir.

Noktalar arası maliyetler aşağıdaki tablo 2.7'da verilmiştir.

Tablo 2.7 Depo-fabrika mesafeleri

	Antalya	Hatay
İstanbul	600	900
Ankara	450	600
İzmir	300	800

Transport modellerinin iki türü olduğu söylenebilir. Bunlardan birincisi talebin-arza eşit olması durumu yada eşit olmaması durumudur. Örnekte arz ve talebin eşit olduğu durum verilmiştir.

Bu problemin çözümünde en önemli konu başlangıç çözümünün elde edilmesidir. Başlangıç çözümünün elde edilmesinde temel olarak üç yöntem mevcuttur. Bunlar;

- Kuzey-Batı yöntemi
- En az maliyet yöntemi
- Vogel yaklaşık metodudur

Bu teknikler arasında en geçerli olanı Vogel yaklaşık metodudur. Bu yüzden bu teknik başlangıç metodu anlatılacaktır.

Vogel Yaklaşık Metodu Algoritması

- Adım 1. Her sütun ve satırda en düşük değerli iki maliyeti birbirinden çıkararak satır değeri bulunur.
- Adım 2. En yüksek değerli kolon yada sütun bulunarak bu sütun yada kolondaki en düşük maliyetli hücreye maksimum yükleme yapılır. Yüklenen miktar satır ve sütundan silinir ve en az bir tanesi otomatikman silinir.

- Adım 3. Eğer iki satır ve sütun sıfırlanıyorsa sadece biri çizilir ve diğeri de sıfıra eşitlenir.
- Adım 4. Eğer bir tek satır veya sütun kaldıysa en düşük maliyetli olanına yükleme yapılır ve algoritma sona erdirilir.
- Adım 5. Adım 1'e gidilir.

2.3.2.2 Transport Modeli Uygulaması

Yukarda verilen maliyet ve arz-talep bilgilerine göre aşağıdaki tablo 2.8 çizilmektedir.

Tablo 2.8 Transport modeli başlangıç çözümü

Arz-Talep		1000	650	
		Antalya	Hatay	
750	İstanbul	600	900	$900-600=300$
500	Ankara	450	600	$600-450=150$
400	İzmir	300	800	$800-300=500$
		$450-300=150$	$800-600=200$	

Vogel metodu çerçevesinde ilk önce satır ve sütunların en düşük iki hücresinin maliyet farkı bulunmaktadır. Bu değerler tablonun en alt satırına ve en sağ sütununa eklenmektedir. Bu tabloda en yüksek fark 3. satırda bulunmaktadır. Bu satırda en düşük maliyetli hücre olan Antalya-İzmir hücresine maksimum $\text{Min}(400,1000)$ olan 400 birim atama yapılmaktadır. Bu değer satır ve sütundan çıkarılmakta ve 0 değeri alan satır silinerek tablo 2.9 oluşturulmaktadır. Bu şekilde İzmir şehrinin talebi karşılanmakta ve bu şehirle ilgili başka bir işlem problem çözümünde yer almamaktadır. Bu aşamada da anlaşıldığı üzere İzmir şehrinin 400 birimlik ihtiyacı Antalya tarafından karşılanması gerçekleştirilmektedir.

Tablo 2.9 Transport modeli çözümü 1. İterasyon

Arz-Talep		600	650	
		Antalya	Hatay	
750	İstanbul	600	900	$900-600=300$
500	Ankara	450	600	$600-450=150$
0	İzmir	³⁰⁰ 400	800	$800-300=500$
		$450-300=150$	$800-600=200$	

Daha sonra ilk işlem tekrar yapılmakta ve maliyet farkları tekrar hesaplanmakta ve tablo 2.10 oluşturulmaktadır.

Tablo 2.10 Transport modeli 2. İterasyon

Arz-Talep		600	650	
		Antalya	Hatay	
750	İstanbul	600	900	$900-600=300$
500	Ankara	450	600	$600-450=150$
0	İzmir	³⁰⁰ 400	800	0
		$650-450=150$	$900-600=300$	

Bu tabloda eşit maliyet farklı iki satır ve sütun mevcuttur. Bu noktada seçimi rastsal olarak yapıyor ve 1. satırı seçeriz. Bu satırda en düşük değer olan Antalya-İstanbul hücresi seçerek maksimum yüklemeyi gerçekleştiririz. Daha sonra bu değerleri satır ve sütunlardan çıkararak değeri 0 olan sütunu sıfırlarız. Bu durumda tablo 2.11 oluşmaktadır.

Tablo 2.11 Transport modeli 3. İterasyon

Arz-Talep		0	650	
		Antalya	Hatay	
150	İstanbul	⁶⁰⁰ 600	900	900-600=300
500	Ankara	⁴⁵⁰	600	600-450=150
0	İzmir	³⁰⁰ 400	800	0
		650-450=150	900-600=300	

Son olarak tek sütun kaldığı için en düşük maliyetli olan hücreye yani Ankara-Hatay hücresine maksimum olan 500 değeri atarız ve kalan son hücreye de ihtiyaç duyulan son atamayı yaparak problemin çözümünü gerçekleştiririz ve tablo 2.12 oluşmaktadır.

Tablo 2.12 Transport modeli 4. İterasyon

Arz-Talep		0	0	
		Antalya	Hatay	
0	İstanbul	⁶⁰⁰ 600	⁹⁰⁰ 150	0
0	Ankara	⁴⁵⁰	⁶⁰⁰ 500	0
0	İzmir	³⁰⁰ 400	800	0
		0	0	

Sonuç olarak atama şu şekilde olmaktadır.

İstanbul-Antalya=600 birim

İstanbul-Hatay=150 birim

Ankara-Hatay=500 birim

İzmir-Antalya=400 birim

İkinci bir tür transport modeli de talep ile arzın eşit olmaması durumudur. Bu durumun çözümü oldukça basittir.

Örneğin örnek olarak verdiğimiz uygulamada İstanbul fabrikasının kapasitesini 1000'e çıkardığımızda arz talebi aşmaktadır. Bu durumda yapılması gereken sanal bir depo oluşturarak bunun kapasitesini arz-talep farkı kadar belirlemek ve maliyetini de 0 olarak belirlemektir. Bu işlem aşağıda gösterilmiştir. Aynı şekilde talebin arzı geçtiği durumda da sanal bir fabrika oluşturarak aradaki dengenin sağlanması gerekmektedir. Bu durum tablo 2.13 'de gösterilmiştir.

Tablo 2.13 Yapay depo başlangıç çözümü

Arz-Talep		1000	650	250	
		Antalya	Hatay	Sanal Depo	
1000	İstanbul	600	900	0	900-600=300
500	Ankara	450	600	0	600-450=150
400	İzmir	300	800	0	800-300=500
		450-300=150	800-600=200	0	

Bu işlemlerin yapılmasının ardından başlangıç tablosu yukarıdaki şekilde olmakta ve çözüm bu aşamadan itibaren başlamaktadır.

2.3.3 Depo Dağıtım Örneği

Bu model “gezgin satış elemanı” yada “traveling salesman” problemi olarak da bilinir. Bu uygulama daha önce anlatılan diğer uygulamalardan farklıdır. Bu problemde bir tek dağıtım merkezi ve konum olarak farklı noktalara dağılmış pek çok talep noktası mevcuttur. Bu uygulama matematiksel modellerden çok, heuristik modeller yardımıyla belirli prensiplere uyularak çözülmektedir. Bu prensipler ve örnek uygulama aşağıda verilmiştir.

2.3.3.1 İdeal Rotalama Prensipleri (Ballou, 1999)

- Noktalar arasında en yakın olanlar seçilmelidir. Bu sayede toplam gidilen yolun kısalması sağlanır.
- Farklı günlerdeki dağıtımlar birleştirilir. Bu şekilde benzer noktalardaki dağıtımlar birleştirilerek aynı rotaların yakın tarihlerde tekrar gidilmesi engellenir.
- Rotalara mümkün olan en uzak noktaya uğrayarak başlanmalıdır.
- Yapılacak olan rotalamaların şekli gözyaşı şeklinde olmalıdır. Bu sayede uzak noktalara ulaşımında kazanç elde edilebilecektir.
- Mümkün olan en yüksek kapasiteli araçlar seçilmelidir. Bu sayede toplam maliyetler azalacak ve avantaj elde edilecektir.
- Eğer yapılabiliyorsa dağıtım ve tedarik aynı araçlarla yapılmalıdır. Bu sayede toplam maliyet ve gereken zaman azalacaktır.
- Rota dışındaki noktalara ulaşılmasında küçük araçlar kullanılmalıdır.
- Gerekirse dağıtımların ve tedariklerin zamanları tekrar kararlaştırılarak zaman tasarrufu sağlanmalıdır.

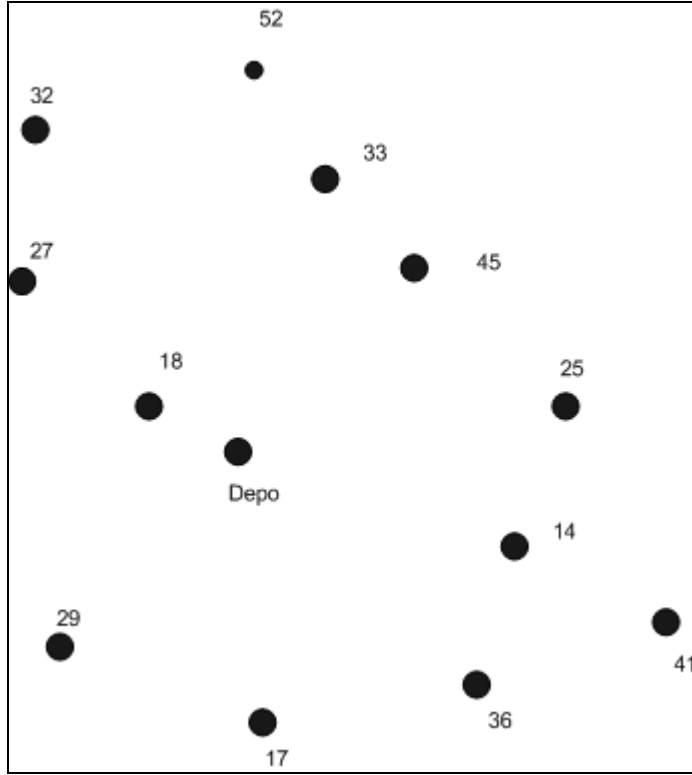
2.3.3.2 Sweep Metodu

Bu metodun özelliği kolay olmasıdır. Bu sayede büyük rotalama problemlerinde dahi özel bir eğitim gerektirmeden uygulanmasıdır. Bu yüzden özellikle uzman olmayan kişilerin dahi uygulayabileceği bir metot olarak bilinmektedir. Yapılan araştırma sonucunda bu metodun hata oranının %10 civarında olduğu bulunmuştur.(Ballou, 1988)

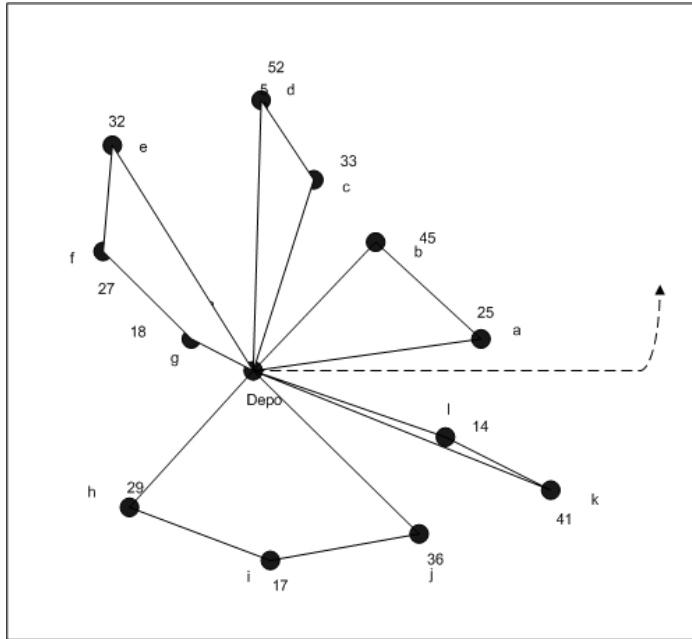
Bu uygulamanın algoritması şekil 2.10'da verilmiştir.

2.3.3.3 Sweep Metodu Örneği

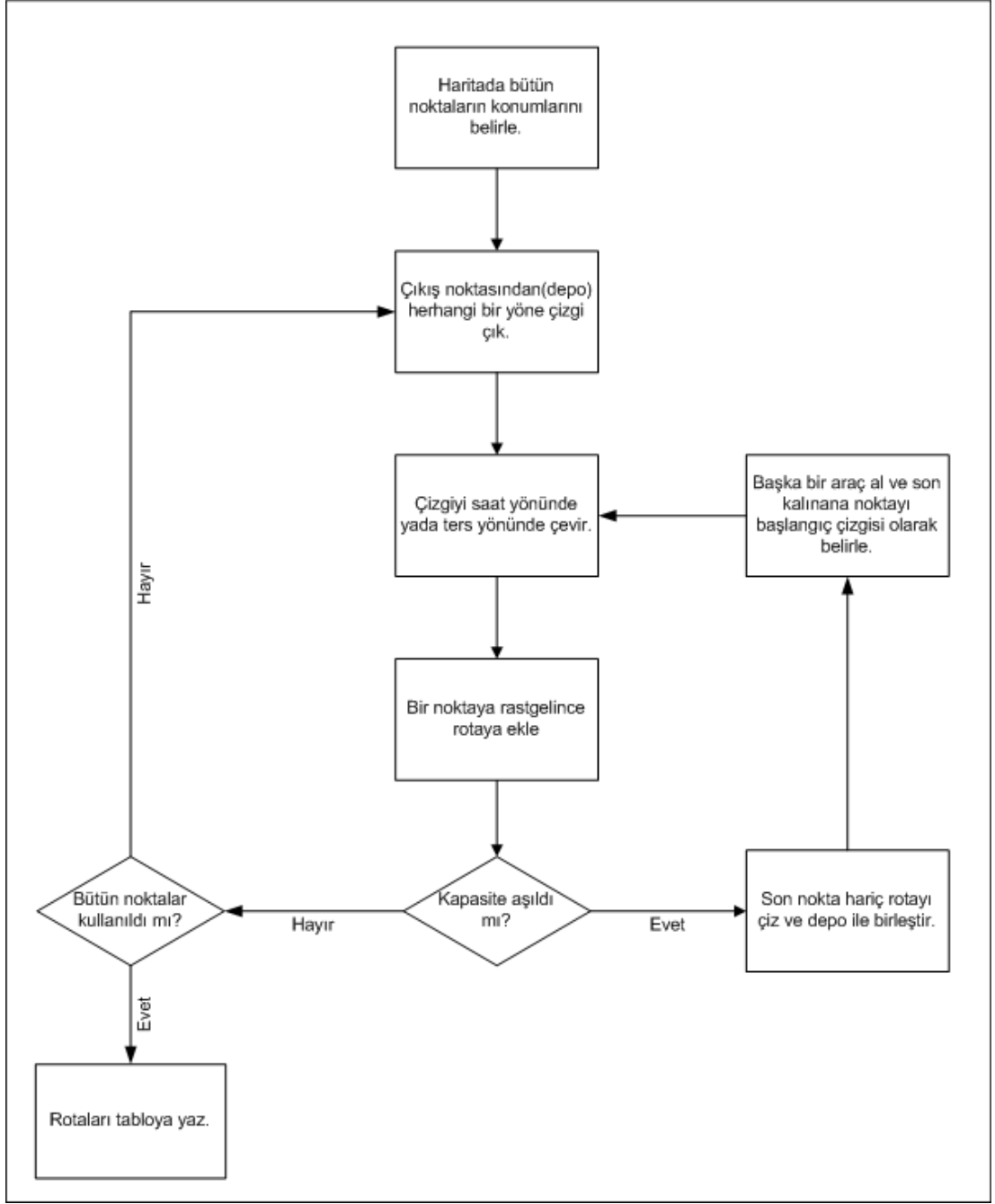
Bu uygulamada bir depo ve bu depodan servis yapılması gereken pek çok müşteri mevcuttur. Bu depo ve müşteriler aşağıda şekil 2.8'de verilmiştir. Daha sonra verilen algoritma neticesinde, 90⁰'den başlayan çözümle şekil 2.9'daki durum elde edilir. Burada rotalama yapılırken göz önüne alınan araçların kapasitesinin 100 birim olduğu varsayılmıştır.



Şekil 2.8 Başlangıç durumu



Şekil 2.9 Sweep metodu uygulaması



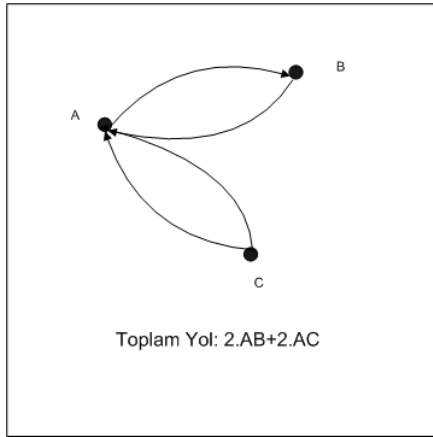
Şekil 2.10 Sweep metodu algoritması

2.3.3.4 Kazanç Metodu

Başka bir metot olan kazanç modeli de özellikle bilgisayar kullanılması sayesinde çözüm hızının arttığı ve buna bağlı olarak da modelin çözümünün karışık olmasının önem etmediği durumlarda kullanılmaktadır. Ortaya çıkan çözümler sweep metoduna oranla daha fizibil olup, optimum sonuca daha yakındır. Genelde optimum sonuca yakınlık oranı bu metotta %2 civarındır. (Ballou, 1999)

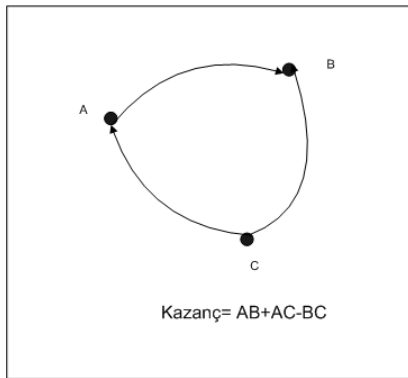
Kazanç metodunun amacı araçlar tarafından alınan toplam yolun ve kullanılan araç sayısının minimizasyonudur.

Modelde ilk olarak her noktaya hizmet eden sanal bir araç olduğu varsayılır. Bu araçların bir noktaya gittikten sonra tekrar depoya gittikleri varsayılmaktadır. Bu bir rotalama probleminde olabilecek en uzun mesafedir. Daha sonra iki nokta birleştirilir ve gidilen toplam yolun kısılması sağlanır. Bütün alternatifler incelendikten sonra en kazançlı alternatife birleştirme uygulanır. Bu kazancın bulunması işlemi aşağıdaki şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11 Kazanç metodu başlangıç çözümü

Daha sonra ilk iterasyonda birleştirilen noktalar toplam kapasiteyi geçmeyecek şekilde yeni bir nokta alınmaktadır. Bu sayede her iterasyonda bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda oluşan kazanç şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.12 Kazanç metodu kazanç belirlenmesi

2.3.4 Sonuç

Dağıtım planlaması ve rotalaması özellikle müşterinin bakış açısından tedarik zinciri sisteminin etkinliğini göstermesi açısından önem kazanmaktadır. Çünkü bir ürünün

yerine ulaşması için etkin bir dağıtım sistemi gereklidir. Bu bölümde dağıtım sisteminin seçimi ve temel dağıtım şekillerinin özellikleri anlatılmıştır, daha sonra ise dağıtım planlamasından kullanılan matematiksel modeller ve bunların çeşitli uygulamaları gösterilmiştir. Böylece uygulama esnasında önemli bir yer tutan bilgiler ve teknikler anlatılmıştır.

3 TEDARİK ZİNCİRİNDE ENVANTER MODELİ

3.1 Envanter Yönetiminin Önemi

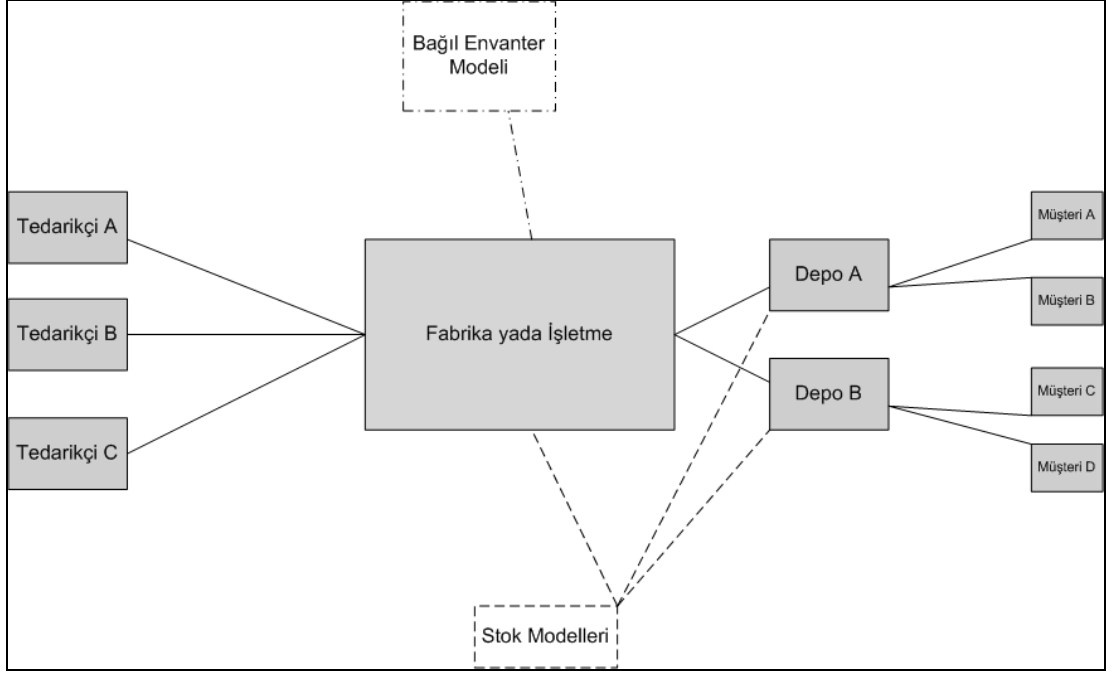
Tedarik zinciri sisteminin etkin olarak çalışması ve yüksek performans sergilemesi için hiç şüphesiz ürünlerin ve tedarikçilerden elde edilen hammaddelerin düzenli bir şekilde gereken yerlere ulaştırılmaları gerekmektedir. Bu akışın düzenli olması temel olarak iki şeyi sağlamaktadır. Birincisi üretilmiş olan ürünlerin son müşteriye zamanında teslimini, ikincisi ise hammadde ve diğer üretimde kullanılan varlıkların zamanında teminini ve üretimin aksamadan gerçekleştirilmesidir. Bunlar gerçekleştirilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer konuda daha önce söylendiği üzere maliyetlerdir. Bu yüzden ideal envanter düzeylerini ve üretim planlamasında dikkat edilmesi gereken ve birbirleriyle çelişen iki değişken mevcuttur.

- Maliyet. Maliyeti oluşturan en önemli bileşenler envanter taşıma maliyetleri ve satınalma maliyetleridir.
- Sistem etkinliği. Müşteri tatmini gibi amaçların en yüksek oranda sağlanması. Bunun karşılanması genel olarak maliyetin artmasına yol açmaktadır.

Envanter yönetiminde temel olarak iki değişik envanter planlamasından bahsetmek mümkündür. Bunlardan birincisi bağıl envanter yönetimi olarak adlandırılabilen olan envanter yönetimi modelleridir. Bu modelde MRP tipi üretim planlaması çerçevesinde ihtiyaç duyulan hammadde ve benzeri tedarik edilmesi gereken ürünlerin planlanan zamanda en düşük maliyetle tedarik edilmesi amaçlanmaktadır.

İkinci tip modeller olarak adlandırılabilen olan modellerde ise bir depoda yada fabrikada deterministik yada stokastik olarak bilinen talep miktarı ve tedarik sürelerine bağlı olarak ideal envanter düzeylerinin belirlenmesi ana amaçtır.

Bu iki tip modelin tedarik zinciri sisteminin hangi bölümlerinde uygulanabildiği aşağıdaki şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Envanter modellerinin faaliyet noktaları

3.2 Bağlı Envanter Modelleri

Bağlı envanter modelleri bir işletmede üretim planlamasında çalıştırılan MRP tabanlı sistemlerin çıktısı olarak ortaya çıkan net ihtiyaçların en ekonomik şekilde gereken zamanda tedarik edilmesi için kullanılan modellere verilen addır.

BOM(Bill of Materials) olarak bilinen malzeme fişlerinin çeşitli dikey ve yatay katmanlarında farklı sonuçlar ortaya çıkarması ve genellikle modellerin kompleks yapıları nedeniyle çok fazla emek gerektirmeleri nedeniyle bu modellerin uygulamaları bilgisayar programları yardımıyla yapılmaktadır.

Kullanılan modellerin temel olarak çalışma prensipleri şu şekildedir. EOQ(Economical Order Quantity) yada ekonomik sipariş miktarı, talepteki dalgalanmaları göz ardı ederek, ortalama siparişe formülün uygulanması yöntemidir. Lot-for-Lot yöntemi ise her periyoddaki ihtiyacın aynı periyodda ihtiyacın aynı periyodda verilen siparişe karşılanması yöntemidir. Wagner-Whitin algoritması ise değişken optimum lot büyüklüğünün bulunması için ortaya çıkarılmış bir dinamik programlama modelidir.(Wagner ve Whitin, 1958) Silver-Meal algoritması ise sipariş büyüklüğünün belirlenmesi için geliştirilmiş bir heuristik algoritmadır.(Silver ve Meal, 1969) Periyod bölümü(Part-Period) algoritması ise değişken talebe göre değişen büyüklükte sipariş miktarları tespit etmektedir.

Tezimin uygulama kısmında işletmede üretim planlamasında uygulanmaları dolayısıyla, bu bölümde bütün modeller anlatılacak ve örnekler verilerek modellerin etkinliği karşılaştırılacaktır.

3.2.1 Lot-for-Lot Modeli

Bu model bütün modeller içinde en kolaydır. Bu teknikte herhangi bir hesaplama yapmadan net ihtiyaçlar ortaya çıktıkları dönemde sipariş verilirler. Bu model stok tutmasına yol açmadığı için envanter maliyetlerini yok etmektedir.

Tam zamanında üretim felsefesinde bu model kullanılmaktadır. Fakat envanter maliyetlerini sıfırlayan bu tekniğin verimli bir şekilde çalışması için üretim sisteminin de envantersiz çalışabilecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Envanter tutma maliyetlerinin yok edilmesine karşın her ihtiyaç için anında sipariş açılması dolayısıyla sipariş maliyetleri yükselmektedir. Buna bağlı olarak bu tekniğin sipariş maliyetlerinin, envanter maliyetlerine oranla düşük kaldığı altın gibi küçük ama değerli ürünlerde kullanılması da yararlı olacaktır. Bu modelin kullanıldığı bir uygulama tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1 Lot-for-Lot için tedarik planlaması

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		43	17	52	27

Bu model uygulandığı durumda envanter taşıma maliyeti söz konusu olmamaktadır. Fakat bunun yerine sipariş maliyetleri $5 \times 80 = 400\$$ olmaktadır ve bu toplam planlama maliyetini oluşturmaktadır.

3.2.2 Ekonomik Sipariş Periyodu

Periyodik sipariş adedi modeli, belirli aralıklarla ortaya çıkan ihtiyaçların, matematiksel olarak sipariş ve envanter maliyetlerine bağlı olarak bulunacak olan periyot büyüklüğünde karşılanmasına dayanır.

Ekonomik sipariş periyodunun bulunması için kullanılan formül şu şekilde olmaktadır.

$$(3.1) ESP = \sqrt{\frac{2C}{RPh}}$$

ESP=Ekonomik sipariş periyodu

C= Sipariş maliyeti

h= Envanter taşıma maliyeti(%x/periyot)

R= Dönem başına ortalama talep miktarı

P= Ürün maliyeti

Ekonomik sipariş miktarı ile ekonomik sipariş periyodu arasında talebe bağlı bir ilişki vardır. Dolayısıyla $ESM=ESP \cdot R$ olduğu için ekonomik sipariş miktarına ulaşılabilmektedir.

$$(3.2) ESM=ESP \cdot R$$

$$(3.3) ESP = \frac{ESM}{R}$$

3.2.2.1 Ekonomik Sipariş Periyodu Uygulaması

Tablo 3.2 Net ihtiyaçlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
75	13	86	92	52	16	27	73	65	102	84	52

ABC firması X model ürününün maliyeti 40\$'dır. Ürün sipariş maliyeti 70\$'dır. Yıllık envanter taşıma maliyeti ise %20'dir. Bu verilere bağlı olarak yukarıdaki net ihtiyaçlar doğrultusunda ekonomik sipariş periyodunun bulunması şu şekilde olmaktadır. Net ihtiyaçlar tablo 3.2' de verilmiştir.

$$ESP = \sqrt{\frac{2 \cdot 70}{61,4 \cdot 40 \cdot 0,02}} = 1,69$$

1.69'u bir üst periyotta yuvarladığımızda 2 rakamını buluruz. Buna göre her iki periyotta bir ileriye doğru iki periyotluk ihtiyaç sipariş edilecektir. Sonuç olarak aşağıdaki tablo 3.3' ü elde ederiz.

Tablo 3.3 ESM modeliyle tedarik planlaması

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
75	13	86	92	52	16	27	73	65	102	84	52
88		178		68		100		167		136	

3.2.2.2 Ekonomik Sipariş Periyodu Uygulaması -2

Tablo 3.4 Net ihtiyaçlar

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27

Yukarıda ki net ihtiyaçların verildiği tablo 3.4 ve aşağıdaki maliyetlerin ve bilgilere bağlı olarak ekonomik sipariş periyodu şu şekilde hesaplanmaktadır. Bu değerlere bağlı olarak tablo 3.5 oluşturulur.

$$P=\$50$$

$$C=\$80$$

$$h=\%0,24 \text{ yıl}=\%0,02 \text{ dönem}$$

$$ESP = \sqrt{\frac{2 * 80}{50 * 29 * 0,02}} = 2,34 = 3$$

Tablo 3.5 Periyodik sipariş modeline göre tedarik planlama

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		60		79	

Bu şekilde plan yapılmasının maliyeti şu şekilde olmaktadır.

$$(0,02 * 50 * ((60 - 43) * 1) + (79 - 52) * 1) + (3 * 80) =$$

$$44 + 240 = \$288$$

3.2.3 Wagner-Whitin Algoritması

Bu algoritma verilen bir problem için iterasyonlar sonucunda çözüm bulmaya dayanır.(Fogarty, 1991) Bu algoritmada bütün alternatifler denenerek bir sonuca ulaşılması hedeflenmektedir. Wagner-Whitin algoritması şu 3 adımlı prosedürü kullanmaktadır.

- N adet periyot için bütün sipariş alternatifleri değerlendirilir. Toplam maliyet sipariş ve envanter taşıma maliyetini kapsamaktadır. Burada Z_{ce} şeklinde belirtilen maliyet c periyodundan e periyoduna kadar olan ihtiyaçları karşılamanın maliyetidir. Bu maliyeti formülasyonu şu şekilde olmaktadır.

$$(3.4) Z_{ce} = C + hP \sum_{i=c}^e (Q_{ce} + Q_{ci}) \quad 1 \leq c \leq e \leq N$$

C=sipariş başına sipariş maliyeti

H=Envanter taşıma maliyeti

P=Ürün maliyeti

Q_{ce} =c'den e'ye toplam talep

R_k =k periyodundaki talep miktarı (Fogarty, 1991)

- Bu bölümde e periyoduna kadar olan bölümlerde net ihtiyaçları karşılayacak olan alternatif seçilir. Bu alternatiflerden e periyoduna kadar en düşük maliyetli olan alternatifler seçilir. En son periyoda gelindiğinde optimal çözüm elde edilmiş olur ve f_N olarak gösterilir (Fogarty, 1991)
- Son olarak optimal çözüm 0,1,2,...N olduğu durumda f_N 'den f_0 'a gelinerek en iyi alternatifin seçilmesidir. (Fogarty, 1991)

3.2.3.1 Wagner-Whitin Algoritması Uygulaması

Wagner-Whitin algoritması tablo 3.6'da verilen net ihtiyaçlara göre planlanmaktadır.

Tablo 3.6 Net ihtiyaçlar

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27

$$P=\$50 \quad C=\$80 \quad H=\%24 \text{ P\yıl} = \%2 \text{ P\periyot}$$

Aşama 1: Bu aşamada toplam ihtiyacın her bir dönemde karşılanma alternatifinin maliyetleri belirlenmektedir.

Z_{ab} =a'inci periyoddan b'inci periyoda kadar bütün ihtiyacın tek bir seferde karşılanması maliyeti.

$$(3.5) Z_{ab} = C + hP(\text{dönemsel taşınan ürün}) \quad hP = 50 * 0,24/12 = 1 \$.\text{ürün/periyot}$$

$$Z_{11} = 100 + 1(35-35) = 100$$

$$Z_{12} = 100 + 1((35-35) + (35-35)) = 100$$

$$Z_{13} = 100 + 1((78-43) + (78-43) + (78-78)) = 170$$

$$Z_{14} = 100 + 1((95-35) + (95-35) + (95-78) + (95-95)) = 237$$

$$Z_{15} = 100 + 1((147-35) + (147-35) + (147-78) + (147-95) + (147-147)) = 445$$

$$Z_{16} = 100 + 1((174-35) + (174-35) + (174-78) + (174-95) + (174-147) + (174-174)) = 580$$

$$Z_{22} = 100 + 1(0-0) = 100$$

$$Z_{23} = 100 + 1((43-0) + (43-43)) = 143$$

$$Z_{24} = 100 + 1((60-0) + (60-43) + (60-60)) = 177$$

$$Z_{25} = 100 + 1((112-0) + (112-43) + (112-60) + (112-112)) = 333$$

$$Z_{26} = 100 + 1((139-0) + (139-43) + (139-60) + (139-112) + (139-139)) = 441$$

$$Z_{33} = 100 + 1(43-43) = 100$$

$$Z_{34} = 100 + 1((60-43) + (60-60)) = 117$$

$$Z_{35} = 100 + 1((112-43) + (112-60) + (112-112)) = 221$$

$$Z_{36} = 100 + 1((174-43) + (174-60) + (174-112) + (174-174)) = 407$$

$$Z_{44} = 100 + 1(17-17) = 100$$

$$Z_{45} = 100 + 1((69-17) + (69-69)) = 152$$

$$Z_{46} = 100 + 1((96-17) + (96-69) + (96-96)) = 206$$

$$Z_{55} = 100 + 1(52-52) = 100$$

$$Z_{56} = 100 + 1((79-52) + (79-79)) = 127$$

$$Z_{66} = 100 + 1(27 - 27) = 100$$

Bu işlemlerden sonra tablo 3.7’ de verilen toplam değişken maliyet matrisi oluşturulur.

Tablo 3.7 Zce Matrisi

C	E=1	2	3	4	5	6
1	100	100	170	237	445	580
2		100	143	177	333	441
3			100	117	221	407
4				100	152	206
5					100	127
6						100

Daha sonra bu tablodan f_b yani b’inci periyot için ideal satınalma alternatifi tespit edilir. Yani;

$$(3.5) f_b = \text{Min}(Z_{ab} + f_{a-1})$$

$$f_0 = 0$$

$$f_1 = \text{Min}(Z_{11} + f_0)$$

$$f_2 = \text{Min}(Z_{12} + f_0, Z_{22} + f_1)$$

$$f_3 = \text{Min}(Z_{13} + f_0, Z_{23} + f_1, Z_{33} + f_2)$$

$$f_4 = \text{Min}(Z_{14} + f_0, Z_{24} + f_1, Z_{34} + f_2, Z_{44} + f_3)$$

$$f_5 = \text{Min}(Z_{15} + f_0, Z_{25} + f_1, Z_{35} + f_2, Z_{45} + f_3, Z_{55} + f_4)$$

$$f_6 = \text{Min}(Z_{16} + f_0, Z_{26} + f_1, Z_{36} + f_2, Z_{46} + f_3, Z_{56} + f_4, Z_{66} + f_5)$$

Buna bağlı olarak aşağıdaki tablo oluşturulur. Bu tabloda en son noktaya kadar olan en düşük maliyet alternatifi olarak tablo 3.8 tespit edilir. Bu noktadan geriye doğru gidilerek optimal çözüm tespit edilir.

Tablo 3.8 En düşük maliyet matrisi

C	E=1	2	3	4	5	6
1	100	100	170	237	445	580
2		200	243	277	433	541
3			200	217	321	507
4				270	322	376
5					317	344
6						417
f_e	100	100	170	217	317	344

Cevap: $f_e = Z_{56} + f_4$

$f_4 = Z_{34} + f_2$

$f_2 = Z_{12} + f_0$

Buna bağı olarak verilecek olan siparişler tablo 3.9’da verilmektedir.

Tablo 3.9 Wagner-Whitin Algoritması Çözümü

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		60		79	

Bu şekilde plan yapılmasının maliyeti şu şekilde olmaktadır.

$(0,02 \cdot 50 \cdot ((60-43) \cdot 1) + (79-52) \cdot 1) + (3 \cdot 80) =$

$44 + 240 = \$288$

3.2.4 Silver-Meal Algoritması

Bu algoritma Silver ve Horlan Meal tarafından ekonomik sipariş miktarı algoritmasına, Wagner-Whitin algoritmasının optimalite yaklaşımının belirli bir

periyot döneminde uygulanmasıyla elde edilmiştir. (Fogarty, 1991) Bu algoritma çerçevesinde T'inci periyoda kadar olan ihtiyaçların daha önceki periyotlardan karşılanması prensibine dayanmaktadır. Bu algorithmada dikkat edilmesi gereken periyot başı ortalama maliyetinin artmaya başladığı noktanın tespiti. Bu noktanın tespiti durumunda o belirli noktaya kadar olan ihtiyaçlar bir önceki kesim noktasından yada başlangıç noktasından karşılanması gerekmektedir. Bu konudaki aşağıdaki örnek konunun açıklığa kavuşması açısından yararlıdır.

3.2.4.1 Silver-Meal Algoritması Uygulaması

Silver-Meal algoritması tablo 3.10' da verilen net ihtiyaçlara göre uygulanmaktadır.

Tablo 3.10 Net ihtiyaçlar

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27

P=\$50

C=\$80

h=0,02 P/aylık

Daha sonra bu veriler ışığında tablo 3.11' göre hesaplama yapılmakta ve tablo 3.12' deki sonuçlar oluşturulmaktadır.

Tablo 3.11 Silver-Meal algoritma hesaplaması

P	T	Talep	Stok Maliyeti	Toplam Maliyet	T.M/T
1	1	35	$50 \cdot 0,02 \cdot 0 \cdot 35 = 0$	$80 + 0 = 80$	80
2	2	0	$50 \cdot 0,02 \cdot 1 \cdot 0 = 0$	$80 + 0 = 80$	80
3	3	43	$50 \cdot 0,02 \cdot 2 \cdot 43 = 86$	$80 + 86 = 166$	55,3
3	1	43	$50 \cdot 0,02 \cdot 0,43 = 0$	$80 + 0 = 80$	80
4	2	17	$50 \cdot 0,02 \cdot 1 \cdot 17 = 17$	$80 + 17 = 97$	48,5
5	3	52	$50 \cdot 0,02 \cdot 2 \cdot 52 = 104$	$97 + 104 = 201$	67

5	1	52	$50 \cdot 0,02 \cdot 0 \cdot 52 = 0$	$0 + 80 = 80$	80
6	2	27	$50 \cdot 0,02 \cdot 1 \cdot 27 = 27$	$27 + 80 = 107$	53,5

Tablo 3.12 Silver-Meal algoritmasına göre tedarik planlaması

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		60		79	

Bu şekilde plan yapılmasının maliyeti şu şekilde olmaktadır.

$$(0,02 \cdot 50 \cdot ((60 - 43) \cdot 1) + (79 - 52) \cdot 1) + (3 \cdot 80) =$$

$$44 + 240 = \$288$$

3.2.5 Periyot-Bölümü Algoritması

Bu algoritma, sipariş maliyeti ile taşıma maliyetinin başabaş olduğu periyotları bulmayı amaçlar. (Fogarty, 1991) Bu başabaş noktaları tamsayı olmayabileceği için bu nokta taşıma maliyetinin sipariş maliyetine eşit yada az olduğu nokta tercih edilmelidir. Kısaca özetlemek gerekirse;

$$(3.6) \quad Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k = C$$

$$(3.7) \quad EPP = \frac{C}{Ph}$$

$C \geq EPP$ olduğu nokta tespit edilecek ve bu noktaya kadar olan ihtiyaçlar ya başlangıç noktasında yada bir önceki kesim noktasında karşılanacaktır.

3.2.5.1 Periyot-Bölümü Algoritması Uygulaması

Bu uygulamada başlangıç net ihtiyaçları tablo 3.13’ de verilmiştir.

Tablo 3.13 Uygulama başlangıç net ihtiyaçları

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27

P=\$50

C=\$80

h=0,02 P/aylık

$$EPP=80/50*0,02=80$$

Aşağıdaki tablo 3.14’de modele uygun çözüm gerçekleştirilmiş ve tablo 3.15’ deki satınalma planlaması yapılmıştır.

Tablo 3.14 Periyot-bölümü planlaması

periyot	T	Talep(R)	(T-1)R _T	C≥EPP?
1	1	35	0*35=0	0≤80
2	2	0	1*0=0	0≤80
3	3	43	2*43=86	86≥80
3	1	43	0*43=0	0≤80
4	2	17	1*17=17	17≤80
5	3	52	2*52=104	121≥80
5	1	52	0*52=0	0≤80
6	2	27	1*27=27	27≤80

Sonuç olarak şu şekilde tedarik planlaması elde edilmektedir.

Tablo 3.15 periyot-bölümü tedarik planlaması

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		60		79	

Bu şekilde plan yapılmasının maliyeti şu şekilde olmaktadır.

$$(0,02*50*((60-43)*1)+(79-52)*1)+(3*80)=$$

$$44+240=\$288$$

3.2.6 Artış Periyot-Bölümü Algoritması

Parça periyot algoritmasının toplam taşıma maliyetleri ile sipariş maliyetini karşılaştırmasına karşın, bu algorithmada sadece belirli periyoddaki taşıma maliyetlerini, sipariş maliyetleri ile karşılaştırmaktadır. Bu noktada taşıma maliyetinin, sipariş maliyetine eşit yada az olduğu nokta seçilerek kesim noktası olarak alınmaktadır. Özetlemek gerekirse;

$$(3.8) Ph(T-1)R_T \leq C$$

C= Sipariş maliyeti

h= Taşıma maliyeti

P= Ürün maliyeti

T= Hesaplanan dönem adedi

R_T =Gelecek dönem için talep miktarı

C/Ph =Ekonomik periyot-bölümü

$(T-1)R_T$ =Artış-periyot Bölümü

3.2.6.1 Artış Periyot-Bölümü Algoritması Uygulaması

Tablo 3.16' daki net ihtiyaçlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.16 Artış periyodu net ihtiyaçları

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27

P=\$50

C=\$80

h=0,02 P/aylık

$$(3.9) EPP = \frac{C}{Ph} = \frac{80}{50 * 0.02} = 80$$

Tablo 3.17'de modele uygun çözüm bulunması gösterilmiştir.

Tablo 3.17 Artış periyot ihtiyaç planlaması hesaplamaları

periyot	T	Talep(R)	R*T	C≥EPP?
1	0	35	35*0=0	35≤80
2	1	0	0*1=0	0≤80
3	2	43	43*2=86	86≥80
3	0	43	43*0=0	0≤80
4	1	17	17*1=17	17≤80
5	2	52	52*2=104	104≥80
5	0	52	52*0=0	0≤80
6	1	27	27*1=27	27≤80

Tablo 3.18’de artış-periyoduna göre satınalma planlaması verilmiştir.

Tablo 3.18 Artış periyodu tedarik planlaması

1	2	3	4	5	6
35	0	43	17	52	27
35		60		79	

Artış periyodu algoritmasının uygulanması sonucu şu maliyet elde edilmektedir.

Bu şekilde plan yapılmasının maliyeti şu şekilde olmaktadır.

$$(0,02*50*((60-43)*1)+(79-52)*1)+(3*80)=$$

$$44+240=\$288$$

3.2.7 Bağlı Envanter Modelleri Algoritmalarının Karşılaştırılması

Bağlı envanter modellerinin uygulanması sonucu örnek uygulamada tablo 3.19’ da elde edilmiştir.

Tablo 3.19 Algoritma karşılaştırma tabloları

Algoritma Adı	Planlama Maliyeti
Lot-for-Lot Modeli	\$400
Ekonomik Sipariş Periyodu	\$288
Wagner-Whitin Algoritması	\$288
Silver-Meal Algoritması	\$288
periyot Bölümü Algoritması	\$288
Artış periyot Bölümü Uygulaması	\$288

Söz konusu uygulamanın altı periyot gibi oldukça kısa bir süreden oluşması dolayısıyla lot-for-lot modeli hariç diğer modellerin maliyetleri eşit çıkmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda MRP tipi sistemlerde envanter modelleri seçilirken dikkat edilmesi gereken dört önemli değişken olduğu belirlenmiştir.

1. Periyotlardaki talep değişkenlikleri
2. Planlama zamanının uzunluğu
3. Periyotların büyüklüğü
4. Sipariş ve taşıma maliyetlerinin oranı.(Plossl, 1994)

Bu nitelikler sonucunda her durum için ideal bir sistemin olmadığı belirlenmektedir. Genel olarak özetlemek gerekirse;

Sipariş maliyetleri düşük olduğu durumlarda, lot-for-lot modeli

Sipariş maliyetlerinin yüksek olduğu durumlarda, periyot-bölümü algoritması, artış-periyodu algoritması ve Silver-Meal algoritmasıdır. (Plossl, 1994)

Fakat bunlar tespit edilmesinin ardından başka bir önemli konuda planlaması yapılan ürünün önemidir. Buna bağlı olarak planlaması yapılan ürünün önemi açısından şu şekilde bir planlama algoritması seçimi George W. Plossl tarafından önerilmiştir.

1. Ana üretim planlamasında sabit alımlar kullanılmalıdır. Bu şekilde aşağı plan katlarındaki değişimler engellenmiş olur.

2. Malzeme fişlerinin ara katlarında;
 - a. Eğer sipariş maliyetleri düşükse; Lot-for-Lot modeli
 - b. Eğer sipariş maliyetleri yüksekse ekonomik sipariş periyodu
 - c. Malzeme fişlerinin alt katlarında ekonomik sipariş periyodu kullanılmalıdır. (Plossl, 1994)

3.3 Stok Yönetimi Modelleri

İşletmeler günümüzde hayatta kalmaları için üretim ve satış gibi temel aktiviteleri kesintisiz yerine getirmek zorundadırlar. Bunun sağlanması için olası beklenmeyen durumlara karşı ellerinde emniyet stoku bulundurma yoluna gitmekteydiler. Bu sayede başlıca iki beklenmeyen duruma karşı önlem almaktadırlar. Bu istenmeyen ve servis yüzdesinin düşmesine yol açan durumlar;

- Tahmin edilenden fazla talep olması durumu
- Tedariğin geç gelmesi durumu

Böyle istenmeyen olaylar olduğunda güvenlik stoku kullanılarak satış kaybı engellenebilmektedir. Fakat güvenlik stokları kullanılarak satış kayıpları engellenirken, stok tutma maliyetleri artmaktadır. Bu değerlerin arasında optimum noktayı tespit etmek için matematiksel modeller ortaya çıkmıştır.

Bu matematiksel modeller tedarik sürelerini ve talep miktarlarını göz önüne alarak başlıca iki soruya cevap vermeyi amaçlarlar.

- Ne zaman sipariş edilmeli?
- Ne kadar sipariş edilmeli?

Tedarik süreleri ve talep miktarları sabit değerler değildirler. Bu yüzden bu değerler istatistik değişkenler olarak ortaya çıkmaktadır. Bunların sonucu olarak iki tür model ortaya çıkmaktadır.

Deterministik modeller, talep ve tedarik sürelerinin belirli olduğu durumlarda optimum çözüm için modeller sunar.

Stokastik modeller, talep ve tedarik sürelerinden en az birinin kesin olmadığı ve istatistiki bir değer olarak tanımlandığı durumlarda optimizasyon amacıyla kullanılan modellerdir.

3.3.1 Deterministik Modeller

Bu modeller genelde günlük hayatta pek karşılaşılmayan bir durumdur çünkü müşteriye yapılan satışlarda tahmin yöntemleri ne kadar güçlü olursa olsun talebi kesin olarak kestirmek oldukça güçtür, bunun yanında tedarik süreleri de hava şartları, tedarikçinin kapasite kullanma durumuna göre değişiklikler göstermektedir. Fakat güvenlik stoklarını sadece işletmeler değil işletmelerin departmanları da stok tutabilmektedir. Böyle bir departmanın girdisi başka bir departman olduğu için tedarik süresi kontrol altına alınabilmektedir. Bu niteliklere sahip bir problemin çözümünde envanter modellerini çözmek yararlı olmaktadır.

Bu bölümde söz konusu deterministik modeller anlatılacak ve uygulamalar yapılacaktır.

3.3.1.1 Temel Ekonomik Sipariş Miktarı

Bu model güvenlik stokları maliyetleri ile sipariş maliyetleri arasındaki optimum noktayı bulmayı amaçlar.

$$(3.10) TSM = \frac{(C * R)}{Q} + \frac{P * Q * h}{2} \text{ (Kobu, 1996)}$$

Doğru olarak gösterilen sipariş maliyeti ile hiperbol oluşturan stok maliyeti ile birleştiği nokta maliyetin minimize edildiği noktadır. Dolayısıyla

$$(3.11) \frac{C * R}{Q} = \frac{P * Q * h}{2} \text{ (Kobu, 1996)}$$

R=Yıllık Talep

P=Ürün Maliyeti

C=Sipariş Maliyeti

h=Yıllık Taşıma Maliyeti Yüzdesi

Q=Sipariş Büyüklüğü

N=Yıllık Sipariş Sayısı

SF=İki Sipariş Arasındaki Gün Sayısı

B=Yeniden Sipariş Noktası

Buradan;

$$(3.12) Q = \sqrt{\frac{2CR}{Ph}} \text{ formulu elde edilir.}$$

Böylece verilmesi gereken en optimum sipariş adedi tespit edilmiş olur. Yıllık talep sipariş adedine bölüldüğünde yıllık sipariş sayısı tespit edilir.

$$(3.13) N = \frac{R}{Q}$$

Bu değer yılda yapılacak olan toplam sipariş sayısıdır. Buradan iki sipariş arasındaki gün sayısı şu şekilde tespit edilmektedir.

$$(3.14) SF = \frac{365}{N}$$

Bunun yanında bulunması gereken bir değerde yeniden sipariş noktasının bulunmasıdır. Bu noktada ki mevcut stok yeni sipariş gelene kadar talebi karşılamalıdır. Dolayısıyla;

$$(3.15) B = \frac{L * D}{365}$$

3.3.1.2 Sürekli Tedarik Halinde Ekonomik Sipariş Miktarı Tespiti

Bazı işletmelerde ve özellikle şirket içi departmanlarda tedarik bir anda olmamaktadır. Bunun yerine sipariş sürekli bir şekilde temin edilmektedir ve bu bir süre devam etmektedir. Bu durumda stok artışı tedarik ile talep arasındaki fark kadar olmakta ve buna bağlı olarakta stok maliyetleri değişmektedir.

Sipariş maliyetleri verilecek olan sipariş adedine bağlı olduğu için değişmeyecektir. Bunun yanında stok maliyetleri belirli bir eğimle arttığı için stok maliyetleri değişecektir. Sonuç olarak toplam maliyet;

$$(3.16) TSM = \frac{(C * R)}{Q} + \frac{P * Q * h(1 - \frac{d}{p})}{2}$$

şeklinde olacaktır.

Buna bağılı olarakta ekonomik sipariş miktarı şu şekilde olacaktır.

$$(3.17) Q = \sqrt{\frac{2CR}{Ph(1 - \frac{d}{p})}}$$

3.3.1.3 Elde Bulundurmama Hali

Bazı durumlarda müşterilerden gelen talepler elde ürün bulunmaması nedeniyle karşılanamamaktadır. Normalde bu durum satış kaybı şeklinde ortaya çıkmaktadır fakat sadık müşteriler hazır olmayan bir ürünü bekleyerek satın alabilmektedir. Fakat bu durumda ek bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Bu model bu maliyetlerin optimizasyonunu amaçlamaktadır.

$Ph=C_2$ =Ürün taşıma maliyeti(TL*adet/gün)

C_3 =Siparişin sonra karşılanması maliyeti

$$(3.18) Q = \sqrt{\frac{2PD}{C_2} \left(\frac{C_2 + C_3}{C_3} \right)}$$

Böylece ideal sipariş miktarı bulunmuş olur. Fakat bu durumda bulunması gereke bir diğer konuda siparişlerin ne kadarının daha sonra karşılanacağını tespitidir.

$$(3.19) S = Q \left(\frac{C_2}{C_2 + C_3} \right)$$

S_b =Siparişlerin daha sonra karşılanmasının planlandığı miktar

$$(3.20) t_1 = \frac{(Q - S) * 365}{D} \text{ ve } t = \frac{Q * 365}{D}$$

t_1 =İki sipariş arasında geçen süre

t =Stokların pozitif olduğu değer

Örnek Problem:

$D=5000$ adet/yıl

$P=30\$$

$C_2=50\$*0,2=10\$$

$$C_3=20\$/\text{yıl}$$

Bu veriler ışığında ekonomik sipariş miktarı , S, t₁ ve t değerleri bulunacaktır.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 30 * 5000}{10} \left(\frac{10 + 20}{20} \right)} = 212 \text{ adet}$$

$$S = 212 * 10 / 30 = 71$$

$$t_1 = \frac{(212 - 71) * 365}{5000} = 9,4 \text{ gün}$$

$$t = \frac{212 * 365}{5000} = 15,5 \text{ gün}$$

3.3.1.4 Miktar İskontosu ile Ekonomik Sipariş Miktarı Hesabı

Genelde tedarikçiler belirli bir sipariş miktarının üzerinde alışveriş yaptıklarında müşterilerine indirim yapmaktadırlar. Bu durumda karar vericinin önüne bir ikilem çıkmaktadır. Bu ya az miktarda sipariş vererek stok maliyetinden kazanmak ve sipariş maliyeti ile alış fiyatına bağlı fırsat maliyetini kaybetmektir yada büyük miktarlarda sipariş vererek stok maliyetlerine katlanmak fakat toptan satınalma yaparak miktar ıskontolarından yararlanmaktır. Bu konuda bir uygulama konuya açıklık getirecektir.

Örnek:

$$D=15000$$

$$h=0,25$$

$$P=50\$$$

$$C=40\$$$

Bu verilere sahip bir firma tedarikçisinden ABC ürününü almaktadır. Tedarikçi firma aşağıdaki tablo 3.20’de veriler doğrultusunda siparişlere miktar ıskontosu yapmaktadır,

Tablo 3.20 Sipariş adedine bağlı maliyetler

Sipariş Adedi	Ürün Maliyeti
0-500	50\$

500-999	49\$
1000+	48\$

Bu problemin çözümü için ilk önce ekonomik sipariş miktarı tespit edilir. Bu veriye bağlı kalınarak her bölüm için toplam stok ve sipariş maliyetleri tespit edilir.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 15000 * 40}{0,25 * 50}} = 310 \text{ adet}$$

Ekonomik sipariş miktarı 1. bölge olan 0-500 adet aralığına gelmektedir. Bu sipariş adedinde toplam maliyet şu şekilde olmaktadır.

$$TSM_{310} = \frac{15000 * 40}{310} + \frac{310}{2} * (0,25 * 50) \cong 3873\$$$

Diğer indirimlere dahil olan gruplar içinde toplam maliyet hesabı yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken husus sipariş adedi büyüdükçe hiperbol oluşturan stok maliyetleri katlanarak artacağından toplam maliyet yükselmektedir. Dolayısıyla sipariş adedi grup içindeki en düşük miktar olarak alınacaktır.

$$TSM_{500} = \frac{15000 * 40}{500} + \frac{500}{2} * (0,25 * 47) \cong 4137\$$$

$$TSM_{1000} = \frac{15000 * 40}{1000} + \frac{1000}{2} * (0,25 * 45) \cong 6225\$$$

Bu sipariş maliyetleri oluşturulduktan sonra esas işlem bu seçimin işletme için toplam maliyetidir. Envanter maliyetlerinin yanında dikkat edilmesi gereken ürünün alış maliyetindeki düşüşlerdir. Bu durum tablo 3.21' de gösterilmiştir.

Tablo 3.21 Envanter maliyetleri ve satınalma avantajları

Sipariş Miktarı	Toplam Stok Maliyeti	Toplam Ürün Maliyeti Karı	Toplam Maliyet
310	3873	0	-3873
500	4173	15000*1=15000	10827
1000	6225	15000*2=30000	23775

Bu örnekte görüldüğü üzere en karlı sistem siparişlerin 1000'lik ürünler halinde verilmesidir. Bu sayede diğer seçeneklere oranla önemli bir maliyet avantajı elde edilmektedir.

3.3.2 Stokastik Modeller

Bir önceki bölümde anlatılan deterministik modellerde talebin ve tedarik süresinin kesin olarak belirlenebildiği varsayılmıştı. Fakat gerçek hayatta kısıtlı alanlar hariç iki verinin de tamamıyla bilinmesi imkansızdır. Dolayısıyla talep ve tedarik süreleri kesin veriler olarak değil bir ortalama ve standart sapma olarak gösterilmektedir. Deterministik modeller ile stokastik modeller arasındaki farklardan biride stokastik modellerin bu talepte ve tedarik sürelerinde değişimlere karşı “emniyet stoku” barındırmasıdır.

Güvenlik stoku modellerdeki değişkenlerin sapmaları durumunda tampon görevi yapmaktadır. Bu şekilde tedarik süresinde beklenenden fazla talep olduğu durumda beklenmeyen talebin emniyet stokundan karşılanmasını sağlar. Eğer bir müşterinin istediği ürün istediği anda tedarik edilemezse genelde iki durumla karşılaşılır.

Bunlardan birincisi backorder yani siparişin elde istenen ürün olana kadar ertelenmesidir. Bu durum müşteri istediği ürün gelene kadar bekler, fakat bu tür bir özveri ancak sadık müşteriler tarafından gerçekleştirilir. Fakat backorder maliyeti de şirkete ek bir maliyet olarak dönmektedir. Bu maliyetler ek planlama maliyetleri, stok maliyetleri ve ek gönderme ve paketleme maliyetleridir. (Fogarty, 1991)

İkinci durum ise yok satma maliyetidir. Bu durumda kayıp sadece ürünün potansiyel satış karı olmayıp aynı zamanda günümüzde çok önemli bir değer olan müşterinin memnuniyet kaybıdır. (Fogarty, 1991)

Perakende satışta genelde stoksuzluk satış kaybı haline gelmektedir ve müşteri ihtiyacının başka bir ürün ve firma karşılayacaktır. (Fogarty, 1991)

Toptan yada üretim seviyesinde ise stoksuzluk durumunda backorder durumu yada sonra sevkiyat durumu oluşacak ve müşterinin ihtiyaçları bir sonraki dönemde karşılanacaktır.

Stokastik modeller verilerin değişken olduğu durumda maliyetlerin optimum olduğu noktayı tespit etmeyi amaçlar. Bu bölümde talebe ve tedarik süresine bağlı modeller anlatılmaktadır.

3.3.2.1 Stokastik Ekonomik Sipariş Miktarı ve Güvenlik Stoku Tespiti

Sabit tedarik süresi her ne kadar tam olarak mümkün değilse de, ortalama değerler çok büyük değişmelerin olmadığı durumlarda sabit değer olarak alınabilmektedirler. Bunun yanında varolabilecek sapmalarda uzun vadeli anlaşmaların, tedarikçilerle yapılması durumunda kullanılabilmektedir.

Değişken talebin ve sabit tedarik süresinin olduğu durumlarda amaç bütün stokastik modellerde olduğu gibi yeni sipariş verme noktasından itibaren yeni ürün tedarigi gelene kadar eldeki stokun beklenen talebi en düşük maliyetle karşılanmasıdır.

Ekonomik sipariş miktarı deterministik model olarak daha önce gösterilmiştir. Fakat talebin kesin olmadığı durumlarda deterministik olarak belirlenmiş modeller stokastik hale gelebilmektedir.

Burada önemli olan değer tedarik süresi içindeki taleptir, tedarik süresi içindeki talebi belirli bir periyot içinden revize etmek gerekmektedir. Böylece stoksuzluk durumunun ortaya çıktığı tedarik süresinde oluşan talebin karşılanabilmesi için belirli bir stok ve emniyet stoku gerekmektedir.

Bu emniyet stokunda $N(x,y)$ yani x ortalama ve y standart sapma olarak gösterilen talebin L kadar olan bir süreye çevrilmesidir. Böylece belirli bir süredeki ortalama değer ve standart sapması tespit edilerek istene servis oranına göre gereken emniyet stoku belirlenebilecektir.

Bir dönem için verilen ortalamanın ve standart sapmanın L dönemine çevrilmesi için gereken formüller aşağıda verilmiştir.

$$(3.21) \mu_L = D * L \text{ (Taha, 1997)}$$

$$(3.22) \sigma_L = \sqrt{\sigma^2 * L} \text{ (Taha, 1997)}$$

Daha sonra bu değerler kullanılarak istatistik olarak istenen servis yüzdesine göre gereken emniyet stoku tespit edilmektedir. Bu durum aşağıdaki uygulamada gösterilmiştir.

Örnek Uygulama:

ABC firması bir kırtasiye deposudur. Günde ortalama 90 adet ve standart sapması 10 adet olacak şekilde mekanik kalem satmaktadır. Kalemlerin maliyeti

4.000.000TL'dir ve sipariş maliyeti ise 15.000.000TL'dir. Taşıma maliyeti kalem maliyetinin yıllık olarak %20'sidir ve temin süresi 10 gündür. Bu durumda ilk önce ekonomik sipariş miktarını bulmak gerekmektedir.

$$D=90 \text{ adet} \quad C=15000000 \text{ TL} \quad Ph = \frac{0,20 * 4000000}{365} = 2192 \text{ TL *adet/gün}$$

$$L=10 \text{ gün} \quad Q = \sqrt{\frac{2 * 15000000 * 90}{2192}} = 1110 \text{ adet}$$

$$t = \frac{1110}{90} \cong 13 \text{ gün}$$

dolayısıyla yeniden sipariş verme noktası tedarik süresi boyunca talebi karşılamalıdır. Günlük talep 90 adet * 10 gün=900 adet olmaktadır.

Sonuç olarak;

$$ESM=1110 \text{ adet}$$

Günlük talep=90 adet ve s.s=10 adettir.

$$L=10 \text{ gün}$$

Bu veriler ışığında değişken talebin %95'ini karşılayacak emniyet stokunun tespiti için yapılması gereken işlemler şudur.

$$(3.23) \mu_L = D * L = 10 * 90 = 900 \text{ adet}$$

$$(3.24) \sigma_L = \sqrt{\sigma^2 * L} = \sqrt{10^2 * 10} = 31,62 \text{ adettir.}$$

Talepler tedarik süresindeki talep haline getirildikten sonra $K_{0,95}=1,645$ değeri bulunur. Daha sonra;

$$1,645 * 31,62 \cong 52 \text{ bulunur.}$$

Bu değer sipariş noktasına eklenerek son değer bulunur.

$$900+52=952 \text{ (Yeniden sipariş noktası)}$$

3.3.2.2 Değişken Talep ve Sabit Tedarik Süresinde Stokastik Model

Stokastik veya deterministik envanter modellerinde emniyet stoklarının tespitinde etken olan iki veri mevcuttur. Bunlar talep ve temin süresidir. Klasik deterministik

modeller talebi ve temin süresini sabit olarak algılamaktayken, bu bölümde anlatılan stokastik modeller talebin ve/veya temin süresinin değişken olduğu durumlarda kullanılmaktadır.

Bu bölümde talebin değişken ve tedarik süresinin sabit olduğu durumda optimum servis yüzdesinin ve buna bağlı olarakta emniyet stokunun bulunmasını kapsamaktadır. Tezin sonunda yer alan Bilim İlaç A.Ş.'de emniyet stokunun ve yeniden sipariş noktasının bulunması uygulamasına da bu bölümdeki bilgiler temel oluşturmaktadır.

Değişken talep ve sabit temin süresi çoğu zaman gerçek yaşamda karşılaşılan problemlere büyük oranda uymaktadır. Bu yüzden modellerin doğru kullanımı çok önemlidir.

Maliyetler daha sonra açıkça gözükeceği üzere stokastik modellerde çok önemli bir yer tutmaktadır. Fakat bu modellerde direkt etki eden maliyet türü, stoksuzluk maliyetidir. Gelen bir siparişin karşılanamamasının yol açtığı maliyet türü direkt olarak model sonucu formülleri etkilemektedir. Dolayısıyla iki alt model ortaya çıkmaktadır. Bu alt modeller;

- Backorder durumu
- Satış kaybı durumu

Backorder durumu. Backorder müşteri tarafından verilen siparişin geldiği anda karşılanamaması ve belirli bir süre geçtikten sonra siparişin hazırlanarak müşteriye gönderilmesini kapsamaktadır. Backorder durumunda yeniden tedarik elde edilinceye kadar stok negatiftir. Bu durum backorder ile satış kaybının en temel farkıdır. Bunun yanından maliyet açısından çoğu zaman backorder satış kaybına tercih edilmektedir. Satış kaybında ortaya çıkan potansiyel karın kaybolması, boşa giden pazarlama ve satış maliyetleri backorder durumunda mevcut değildir ayrıca backorder'da kaybolan müşteri memnuniyeti satış kaybı durumuna oranla daha azdır.

Backorder modelinde beklenen emniyet stoku yeniden sipariş miktarından, temin süresindeki ortalama talebin çıkarılmasına eşittir. Yani;

$$S = B - M$$

$$S = \text{Güvenlik Stoku}$$

$$B = \text{Yeniden sipariş noktası}$$

M=Ortalama talep

Ürünün stoksuzluk ihtimali ise olasılık yoğunluk fonksiyonunun yeniden sipariş noktasından sonsuza kadar olan 1. fonksiyonudur. (Fogarty, 1991)

$$(3.25) P(M > B) = \int_B^{\infty} f(M) dM \quad (\text{Fogarty, 1991})$$

Beklenen stoksuzluk olasılığı ise talep dağılım fonksiyonunun yeniden sipariş noktasından sonsuza kadar olan 2. belirli integralidir. (Fogarty, 1991)

$$(3.26) E(M > B) = \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad (\text{Fogarty, 1991})$$

E(M>B)=Talep süresinde beklenen stoksuzluk durumu

Bu bilgiler ışığında toplam güvenlik stoku maliyetinin optimizasyonu ana amaçtır. Yani;

Min TC_s=(Taşıma maliyetleri)+(Stoksuzluk Maliyetleri)

$$(3.27) TC_s = SH + \frac{AR}{Q} \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad (\text{Fogarty, 1991})$$

S= Güvenlik stoku miktarı

H= Birim envanter başına taşıma maliyeti

Ab=Backorder birim başına maliyet

R=Yıllık ortalama talep

Q=Sipariş büyüklüğü

Fonksiyon 0'a eşitlenip B' ye göre türevi alındığında şu optimum stoksuzluk olasılığı fonksiyonu geçmektedir. (Lynwood ve Montgomery, 1974)

$$(3.28) P(M > B) = P(S) = \frac{HQ}{AR} \quad (\text{Lynwood ve Montgomery, 1974})$$

Bu veriye bağlı olarak emniyet stoku ve yeniden sipariş noktası tespit edilir.

Satış kaybı durumu. Satış kaybı durumu ile backorder durumunun en farklı yönü satış kaybında bütün stoksuzluk durumunda stokların negatife düşmemesi ve “0” olarak kalmasıdır. Bu bölümde bu farkın model hesaplarına aktarılması işlemi ayrıntılı olarak anlatılmayacaktır. Bunun yerine en önemli konu olan emniyet stokunun toplam maliyetidir. Yani ana amaç;

Min TC_s

$$(3.29) TC_s = (\text{Taşıma maliyeti}) + (\text{Stoksuzluk maliyeti})$$

$$(3.30) TC_s = SH + \frac{AR}{Q} \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad (\text{Fogarty, 1991})$$

Fonksiyonun minimum noktasının tespiti amacıyla fonksiyon “0”’a eşitlenip, B’ ye bağlı türevi alındığında optimum stoksuzluk yüzdesi tespit edilmiş olur. Sonuç olarak şu fonksiyon ortaya çıkmaktadır.

$$(3.31) P(S) = \frac{HQ}{AR + HQ} \quad (\text{Lynwood ve Montgomery, 1974})$$

3.3.2.3 Sabit Talep ve Değişken Temin Süresi Durumu

Talebin sabit olduğu ve temin süresinin değişken olduğu durum pratikte fazla rastlanılan bir durum değildir. Fakat bu problemin çözümünde de değişken talep ve sabit temin süresindeki modelleri kullanmak yerinde olmaktadır. Bu modelin daha iyi anlaşılması için aşağıda bir uygulama verilmiştir.

Uygulama

R=260 br.

Q=20 br.

H=10\$

Ab=10\$ (Backorder maliyeti)

Haftalık talep ise $260/52=5$ br. olmaktadır.

Bu verilere sahip bir işletmede tedarik süreleri aşağıdaki tablo 3.22’de verilmiştir..

Bu verilere bağlı olarak ortalama talep tespit edilir.

Tablo 3.22 Temin süreleri ve olasılık dağılımları

Temin Süresi(L)	Olasılık	Beklenen Talep(M)	Bek. Stok. %
3	0,25	3,75	0,75
4	0,35	7,00	0,40
5	0,25	6,25	0,15
6	0,10	3,00	0,05
7	0,05	1,75	0

Ort. M=21,75

Daha önceki modelde verilmiş modele uygun olarak optimum stoksuzluk yüzdesi aşağıdaki şekilde bulunur.

$$P(M > B) = P(S) = \frac{HQ}{AR} = 0,096$$

Optimum stoksuzluk ara bir değer olduğu için en yakın sınır kullanılır ve bu değerde temin süresini 6 hafta olarak almaktır.

Daha sonra temin süresindeki talep tespit edilir.

$$B=6*5=30 \text{ br.}$$

Bu miktar yeniden sipariş noktasıdır, emniyet stoku ise;

$$B-M=30-21,75=8,25 \text{ br olur}$$

4 TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİNDE KONUM PLANLAMASI

Tedarik zinciri yönetiminin üç bileşeninin sonuncusu konum planlamasıdır. Konum planlamasında amaç tedarik zincirinde tesislerin yani fabrikaların, depoların, perakendeciler gibi birimlerle ilgili tedarik zinciri prensiplerine ve işletme politikalarına uygun kararları kapsamaktadır. Bu kararların başlıcaları şunlardır;

- Konum seçimi. Fiziksel birimlerin pazar, hammadde gibi kaynaklarla ve başka subjektif ve objektif verilere göre en uygun konumların seçimlerini kapsamaktadır.
- Yapı sayısının belirlenmesi. Fiziksel yapıların en optimal maliyetli olacak şekilde konumlanması gereken adedini bulmaktadır.
- Fiziksel tesislerin niteliği. İşletmenin faaliyetlerini daha verimli ve karlı hale getirmesi için ek tesisleri çeşitli konumlara kurması zaman zaman gerekmektedir. Bu yapıların amacının (depo, perakende, fabrika, yan sanayi işletmesi v.b.) işletmenin çeşitli bölümleriyle işbirliği yaparak belirlenmelidir.
- Kapasite planlaması. Nitelikleri ve konumları belli olan fiziksel yapıların hizmet, depolama yada üretim gibi kapasitelerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Kapasite planlaması endüstri mühendisliği departmanı tarafından tedarik zinciri bölümü ile işbirliği yaparak belirlenmelidir.

Bu kararlar tedarik zinciri yönetiminde verilmesi gereken temel kararlardır. Fiziksel tesislerin niteliği haricinde konum, kapasite ve sayı belirlenmesinde kullanılan modeller bu bölümde anlatılacaktır çünkü fiziksel tesislerin niteliği işletme için stratejik bir karardır ve ihtiyaca ve fırsatlara göre belirleneceği için ayrıntılı çalışma gerektirmektedir.

Tezimin bu bölümünde konum seçimi ve yapı sayısının belirlenmesinde kullanılan modeller anlatılacaktır.

4.1 Konum Seçimi

Bir kaynak, hedefine ne kadar yakınsa taşıma o kadar düşük maliyetle ve kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Bu iki avantaj tedarik zincirinin en temel hedefleri olması dolayısıyla konum seçimi çok kritik bir konudur. Bunun yanında konum seçiminin stratejik ve uzun vadeli bir karar olması nedeniyle bu alanda yapılacak olan seçimlerinde uzun vadede avantajlarını sürdürmesi gerekmektedir. Bu yüzden kararların çok dikkatli bir şekilde olası fırsat ve tehditlerin göz önüne alınarak disiplinlerarası bir kadro tarafından verilmesi gerekmektedir.

Konum seçiminde en temel model çeşitli pazarların bulunduğu bir ortamda bir fabrika yada depo gibi hizmet yerinin seçimidir, bu konudaki çeşitli modeller aşağıda verilmiştir.

4.1.1 Tek Tesis Yeri Seçimi

Çoğu işletme ihtiyaç duydukları tesislerin pazarlara ve hammadde kaynaklarına en yakın konumda olmalarını istemektedirler. Bunun sağlanması amacıyla çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu bölümde tek bir tesisin yerinin seçimi ile ilgili modeller anlatılacaktır.

4.1.1.1 Ağırlık Merkezi

Bu model bir tesisin pazarlara ve kaynaklara göre uygun bir mevki seçimini amaçlar. Burada dikkat edilmesi gereken, pazar ve hammadde kaynaklarının kapasiteleriyle ve taşıma ücretleriyle doğru orantılı olarak ağırlıklandırılmasıdır. Kısaca amaç fonksiyonu;

$$(4.1) MinTC = \sum_{i=0}^n V_i R_i d_i \quad (\text{Ballou, 1999})$$

V= Hacim

R= Taşıma birim maliyeti

d= Mesafe

Buna bağlı olarak ağırlık merkezinin X koordinatını bulmak için;

$$(4.2) X = \frac{\sum_i V_i R_i X_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \quad (\text{Ballou, 1999})$$

aynı şekilde Y koordinatını bulmak için;

$$(4.3) Y = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \quad (\text{Ballou, 1999})$$

aynı zamanda d_i yani iki nokta arasındaki mesafenin bulunması için kullanılan formül şu şekildedir.

$$(4.4) d_i = K \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2} \quad (\text{Ballou, 1999})$$

Bu formüldeki K, kuşbakışı haritaların ve mesafelerin gerçek ortamda çevrilmesi için kullanılan katsayıdır. Bu katsayı haritanın ölçeği ve yolların düzeni ile doğru orantılıdır.

4.1.1.2 Alternatif Ağırlık Merkezi Modeli

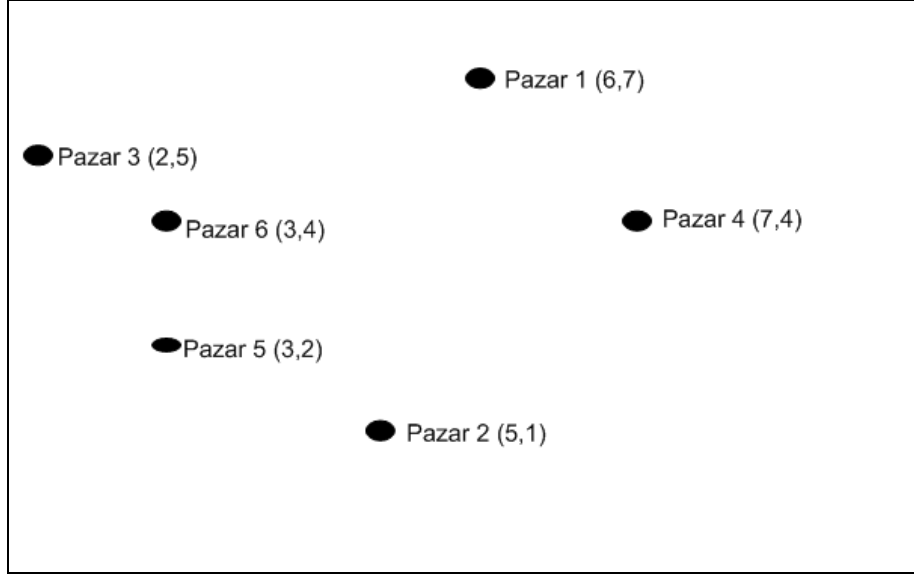
Konum planlamasının seçimleri uzun vadeli seçimler olduklarından ve verilecek kararların uzun vadeli değişimleri göz önüne alması gerektiğinden uzun vadede olabilecek değişimleri de göz önünde bulundurmalıdır.

Uzun vadede beklenen değişiklikleri kesin olarak bilmek mümkün değildir, bunun yerine mevcut pazarlardaki değişimleri ve yeni pazar oluşumlarını olasılık olarak bilebilmek daha gerçekçi olmaktadır.

Bu yüzden her bir pazar ve kaynağın olasılıklarına ve buna bağlı kapasite ve ihtiyaç yüzdelere göre ağırlıklı ortalama belirlemek ve buna göre ağırlık merkezi bulmak uygun olacaktır. Bu model önerisi ile uygulama aşağıda verilmiştir, bu sayede konunun daha fazla açıklığa kavuşacağını düşünmekteyim.

ABC firması mevcut fabrikalarının yanında yeni bir fabrika kurmayı planlamaktadır. Potansiyel ve mevcut pazarların X ve Y koordinatları aşağıdaki şekil 4.1’de gösterilmiştir. Açılması düşünülen fabrikanın ekonomik ömrünün 7 yıl olduğu düşünülmektedir.

Mevcut pazarlar ve bunların pazar kapasiteleri aşağıdaki tablo 4.1’de verilmiştir. Bu pazarların önümüzdeki üç sene boyunca değişmeyeceği varsayılmaktadır.



Şekil 4.1 Faaliyet merkezleri ve koordinatları

Tablo 4.1 Pazar ihtiyaçları

Pazar No	1	2	3	4	5	6
Mevcut Kapasite	300	250	600	700	350	0

3 senenin ardından her pazarın belirli olumlu ve olumsuz değişikliklere uğrama ihtimali mevcuttur. Bu değişikliklerin kesin olarak bilinmesi mümkün olmadığı için 3 yıldan sonraki 7. yıla kadar beklenen pazar kapasite artışları aşağıdaki tablo 4.2, tablo 4.3, tablo 4.4, tablo 4.5, tablo 4.6’de verilmiştir.

Tablo 4.2 1.nolu pazar potansiyel gelişimi

Olasılık	Pazar Büyümesi
%30	%10
%40	%15
%20	%20
%10	%0

Tablo 4.3 2.nolu pazar potansiyel gelişimi

Olasılık	Pazar Büyümesi
%20	%5
%30	%10
%30	%12
%20	%15

Tablo 4.4 3.nolu pazar potansiyel gelişimi

Olasılık	Pazar Büyümesi
%25	%10
%25	%15
%25	%20
%25	%25

Tablo 4.5 4.nolu pazar potansiyel gelişimi

Olasılık	Pazar Büyümesi
%25	%0
%20	-%5
%20	%5
%35	-10%

Tablo 4.6 5.nolu pazar potansiyel gelişimi

Olasılık	Pazar Büyümesi
%50	%0
%30	-%5
%20	-%10

6 nolu pazar ise ilk 3 yılda herhangi bir pazar olmamasına karşın 3 yılın ardından belirli bir kapasiteye ulaşacağı düşünülmektedir. Bu durum aşağıdaki tablo 4.7’de verilmiştir.

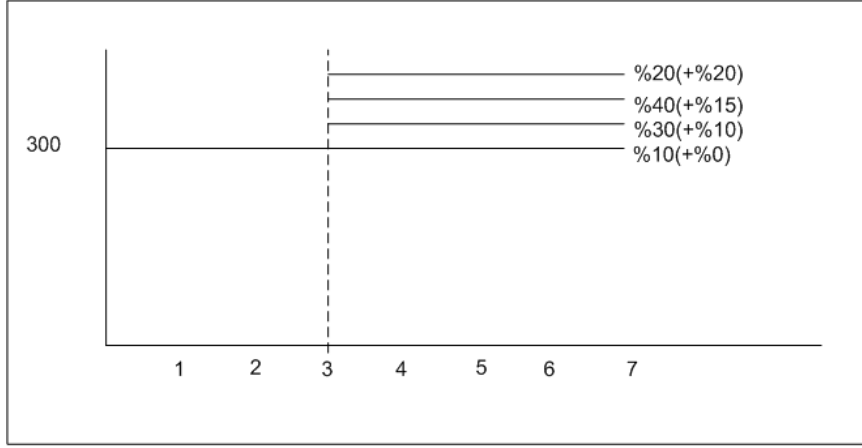
Tablo 4.7 6 nolu pazarın potansiyel gelişimi

%30	400
%25	500
%45	600

Klasik ağırlık merkezi modelinde ağırlık merkezinin koordinatlarının tespiti için kullanılan formüller şunlardır.

$$X = \frac{\sum_i V_i R_i X_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \quad Y = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i}$$

Burada değişen tek değer V_i olarak verilen talep miktarıdır. Bu değerlerin daha kolay bulunabilmesi için kullanılabilecek olan 1 nolu pazarın kapasitesinin yıllara göre değişim grafiği aşağıdaki şekilde 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 1 nolu pazarın yıllara göre potansiyel gelişimi

V_1 yani 1 nolu pazarın beklenen kapasitesini bulmak için yapılan işlemler şunlardır.

$$V_1 = (300 \cdot 3) + 4 \cdot ((\%20(300 \cdot 1,2) + (\%40(300 \cdot 1,15) + (\%30(300 \cdot 1,1) + (\%10(300 \cdot 1,00)))$$

$$V_1 = 2256 \text{ br.}$$

Bu işlemleri sırasıyla diğer pazarlara da uyguladıktan sonra formülü uygulayarak ağırlık merkezinin X ve Y koordinatları tespit edilir.

$$V_2 = (250 \cdot 3) + 4 \cdot ((\%20(250 \cdot 1,05) + (\%30(250 \cdot 1,1) + (\%30(250 \cdot 1,2) + (\%20(250 \cdot 1,15)))$$

$$V_2 = 1856 \text{ br.}$$

$$V_3 = (600 \cdot 3) + 4 \cdot ((\%25(600 \cdot 1,1) + (\%25(600 \cdot 1,15) + (\%25(600 \cdot 1,2) + (\%25(600 \cdot 1,25)))$$

$$V_3 = 4584 \text{ br.}$$

$$V_4 = (700 \cdot 3) + 4 \cdot ((\%25(700 \cdot 1,0) + (\%20(700 \cdot 0,95) + (\%20(700 \cdot 1,05) + (\%35(700 \cdot 0,9)))$$

$$V_4 = 4802 \text{ br.}$$

$$V_5 = (350 \cdot 3) + 4 \cdot ((\%50(350 \cdot 1,0) + (\%30(350 \cdot 0,95) + (\%20(350 \cdot 0,9)))$$

$$V_5 = 2401 \text{ br.}$$

$$V_6 = (0 \cdot 3) + 4 \cdot ((400 \cdot 0,3) + (500 \cdot 0,25) + (600 \cdot 0,45))$$

$$V_6 = 2060 \text{ br}$$

Bu veriler ışığında tablo 4.8’de olduğu gibi ağırlık merkezi hesaplanmıştır.

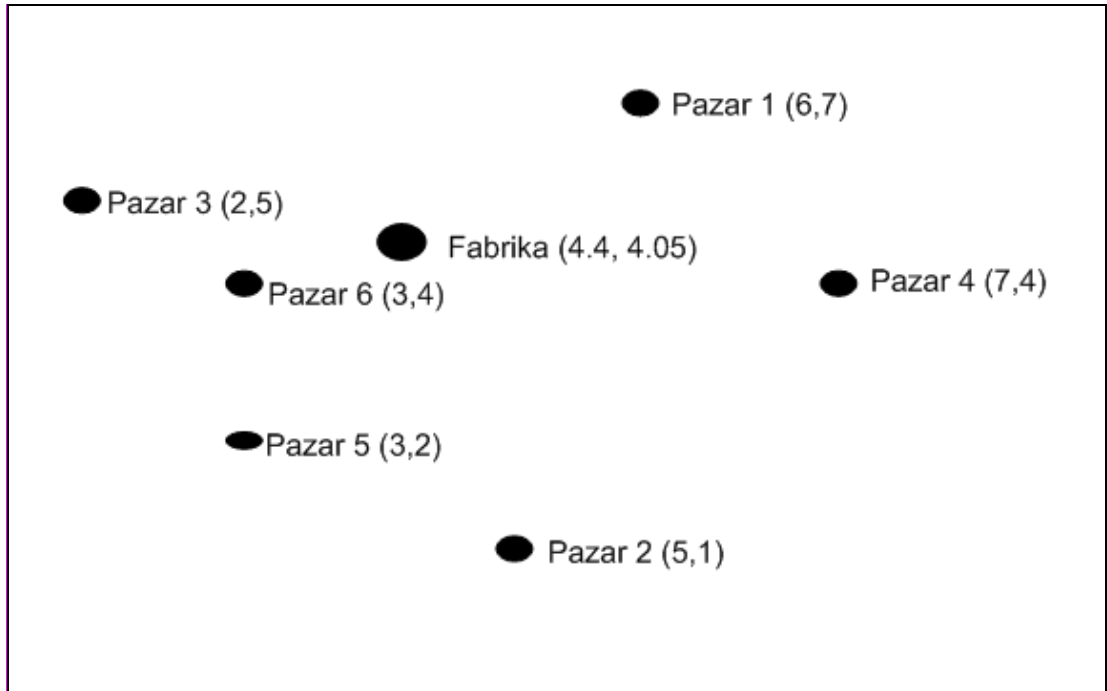
Tablo 4.8 Ağırlık merkezi hesaplamaları

	X_i	Y_i	V_i	R_i	$V_i R_i$	$V_i R_i X_i$	$V_i R_i Y_i$
1	6	7	2256	1	2256	13586	15792
2	5	1	1856	1	1856	9280	1856
3	2	5	4584	1	4584	9168	22920
4	7	4	4802	1	4802	33614	19208
5	3	2	2401	1	2401	7203	4802
6	3	4	2060	1	2060	6180	8240
Toplam					17959	79031	72818

$$X = 79031 / 17959 = 4,4$$

$$Y = 72818 / 17959 = 4,05$$

Bunun ardından fabrika mevkii şekil 4.3’de olduğu gibi tespit edilmektedir.



Şekil 4.3 Uygulama sonucu fabrika konumu

4.1.1.3 Ağırlıklı Değerlendirme Tabloları

Bir önceki modelde talep, taşıma maliyeti ve mesafe gibi objektif değerlere bağlı olarak fabrika için yer tespiti yapılmıştı. Fakat gerçek hayatta sadece yer seçimi objektif verilerle yapılmamaktadır. Bu yüzden bir yer belirlenirken çeşitli etkilerinde yer seçiminde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu etkilerin başlıcaları ve alt bileşenlerinin bir bölümü aşağıda verilmiştir.

- Pazarlar
 - Pazarlara yakın olma
 - Reklam olanakları
 - Gelir durumu
- İşçilik
 - İşçi ücretleri
 - Eğitim durumu
 - İşgücü kapasiteleri
- Malzeme ve servisler
 - Yan sanayi durumu
 - Su, elektrik sağlanması
- Ulaşım
 - Yol topografyası
 - Toplu taşımacılık olanakları
- Hükümet ve diğer resmi organlar
 - Vergiler
 - İmtiyazlar
- Finansman
 - Kredi olanakları
 - Teşvikler
- Sosyal çevre özellikleri

- Suç oranı
- Sendika organizasyonları
- Arsalar
 - Maliyetler
 - İmar izni (Erkut, 1997)

Bunlar gibi pek çok özellik mevki seçimi için önemlidir. Fakat her bir etmenin diğerlerine göre önemi farklıdır ve bu önem derecelerine göre değerlendirilirler. Bu konudaki uygulama aşağıda tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 Konum seçimi uygulaması

Alternatifler	1	2	3	4	5	Ağırlık
Vergiler	3	5	1	2	2	5
İşgücü kap.	4	3	2	2	5	3
Eğitim Dur.	2	4	4	3	2	2
Pazarlara Yak.	4	3	3	2	5	4
İklim	2	3	3	4	1	1
Toplam	49	57	34	34	50	

Bu değerlendirme sonucunda ideal seçimin 2 nolu alternatif olduğu bulunmaktadır.

4.1.1.4 ELECTRE Yöntemi

ELECTRE yöntemi “Elimination ét Choix Traduisant La Réalité” sözcüklerinin kısaltılmışıdır. “Gerçeğe yönelik eleme ve seçim” anlamına gelir. (Erkut, 1997)

İlk olarak 1966 yılında uygulanmıştır ve 1971 yılından itibaren ELECTREI ve ELECTREII birlikte kullanılmaktadır. Bu metot da ağırlıklı değerlendirme tabloları gibi subjektif veriler ve önemlerine bağlı olarak alternatiflerin değerlendirilmelerini kapsamaktadır. Bu konunun daha iyi anlaşılması için aşağıda bir uygulama verilmiştir.

ELECTRE yöntemi uygulaması.

ELECTRE yöntemi bir kaç adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar;

1. Sorun ile ilgili seçeneklerin belirlenmesi
2. Sorun için önemli ölçütlerin saptanması
3. Seçeneklerin her birinin, ölçütlerin her birine göre değerlendirilmesi
4. ELECTRE yöntemiyle çözüme geçilmesi (Erkut, 1997)

Adım 1. Seçeneklerin oluşturulması

Bu adımda amaç, ideal çözüm alternatiflerin belirlenmesidir. Bu problemde çözüm alternatifleri kurulması düşünülen fabrika için alternatif mevkilerdir. Bu problemde 5 adet alternatif mevki belirlenmiş ve A,B,C,D ve E olarak adlandırılmışlardır.

Adım 2. Ölçütlerin belirlenmesi

Bu adımda seçeneklerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçütler tespit edilmektedir. Bir fiziksel yapının mevkiinin seçiminde kullanılan alternatif ölçütlerin bir bölümü daha önce verilmiştir. Bu uygulamada değerlendirmede kullanılacak olan ölçütler şunlardır.

- a) Pazara yakınlık
- b) Kaynaklara yakınlık
- c) Vergi kolaylığı
- d) İnsangücü kapasitesi
- e) Genişleme olanağı

Adım 3. Ölçütlerin ağırlıklandırılması

Daha önceki modelde de gösterildiği her bir ölçütün ağırlığı eşit değildir. Bu yüzden ölçütlere karar verici tarafından ağırlık verilmelidir. Karar verici ölçütleri aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

$$a=4 \ b=4 \ c=3 \ d=1 \ e=2$$

Burada 4 “en önemli” ve 1 “en az önemli” olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Adım 4. Ölçeklerin belirlenmesi

Bu aşamada ölçütlerin ağırlıklarına göre 0-10 arasında bir skalada aralık verilmektedir. Buna göre a ve b ölçütleri 0-10 arasında olurken, c ölçümü 2-8, d ölçütü 4-6 ve e ölçütü ise 3-7 arasında olmaktadır. Burada yüksek değerler çok iyiği belirtirken, düşük değerler seçeneğin o ölçütten düşük değerlendirmeye sahip olduğunu göstermektedir.

Adım 5. Seçeneklerin ölçütlere göre değerlendirilmesi

Bu aşamada alternatifler daha önce belirtilen ölçütlere göre bir tablo yardımıyla değerlendirilmektedir. Bu tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 Seçeneklerin değerlendirilmesi

Ölçüt	Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık	Ölçek
A		8	9	7	6	7	4	0-10
B		8	6	7	7	8	4	0-10
C		5	7	8	6	6	3	2-8
D		6	5	4	6	4	1	4-6
E		4	6	7	5	6	2	3-7

Adım 6. Uyumluluk matrisinin oluşturulması

Uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri Eléctré yönteminin temelini oluşturan araçlardır. Bu aşamada uyumluluk matrisi oluşturmaktadır. Uyumluluk matrisi A'nın B'ye eşit yada iyi olduğu durumda ölçütleri bulmaktır. Örneğin A ve B karşılaştırıldığında A'nın B'den iyi veya eşit olduğu ölçütlerin ağırlıklarının toplamı $4+1=5$ ve toplam ağırlıkların toplamı 14'dür. Burada A ve B hücresi $5/14=0,36$ 'dır. Bu işlemlere göre uyumluluk matrisi oluşturulmaktadır. Bu durum tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11 Uyumluluk matrisi

	A	B	C	D	E
A	-	0,64	0,36	0,43	0,64
B	0,36	-	0,64	0,36	0,43
C	0,64	0,36	-	0,36	0,64
D	0,64	0,64	0,93	-	0,93
E	0,64	0,71	0,71	0,29	-

Adım 7. Uyumsuzluk matrislerinin oluşturulması

Bu aşamada iki adet farklı uyumsuzluk matrisi oluşturulmaktadır. Birinci matris karşılaştırılan seçeneklerin A ve B olduğu durumda A'nın B'den herhangi bir ölçütte en düşük olduğu değeri tespit edip bunu en büyük ölçek uzunluğuna bölünmesiyle tespit edilir ve bu bütün değerler için hesaplanarak tablo 4.12'deki matris oluşturulur.

Tablo 4.12 Birinci uyumsuzluk matrisi

	A	B	C	D	E
A	-	0,14	0,14	0,14	0,14
B	0,14	-	0,14	0,21	0,14
C	0,21	0,07	-	0,14	0,14
D	0,07	0,07	0,14	-	0,14
E	0,14	0,14	0,14	0,07	-

İkinci aşamada ikinci uyumsuzluk matrisi oluşturulur. Bu matriste iki seçenek arasında en büyük iki sapmanın olduğu değer tespit edilir ve en büyük ölçek uzunluğuna bölünerek matriste yerine konur. Eğer ikinci sapma yoksa “0” değeri matriste yerine konur. Bu matris, tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13 İkinci uyumsuzluk matrisi

	A	B	C	D	E
A	-	0,07	0,07	0,07	0,07
B	0,14	-	0,07	0,07	0,07
C	0,21	0,07	-	0,07	0,07
D	0,07	0,07	0	-	0
E	0,07	0	0	0,07	-

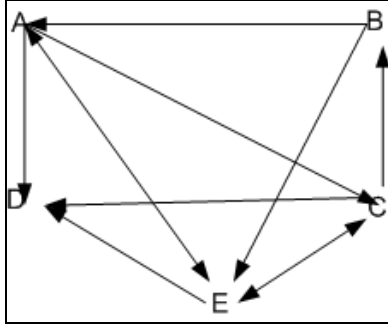
Adım 8. Seçim ve karar aşaması

Bu son aşamada bulunan uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri kullanılarak çözüme ulaşılabacaktır. Bunun için ilk önce istenen başlangıç değerlerinin tespiti gerekmektedir ve bu değer karar verici tarafından belirlenir. Bu uygulamada bu değer (0.6,0.2,1) yani uyumluluk matrisinin 0.6'den büyük ve 1.uyumsuzluk matrisinin 0,2'den küçük olan alternatiflerinin tespitini belirtmektedir. Buna göre tablo belirlenecek ve eğer çekirdek yani her alternatife üstünlük sağlayan birden fazla seçenek varsa tek alternatif kalana kadar uyumsuzluk matrisinin değeri düşürülür yada uyumluluk matrisinin değeri artırılır ve tekrar tablo yapılır. Bu tablo 4.14'de gösterilmiştir.

Tablo 4.14 Birinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif değerlendirme tablosu

	A	B	C	D	E
A	-	☐			☐
B		-	☐		
C			-		☐
D	☐	☐	☐	-	☐
E	☐	☐	☐		-

Buna bağlı olarak aşağıdaki şekil çizilmekte ve alternatiflerin birbirlerine üstün olanları tespit edilmektedir.



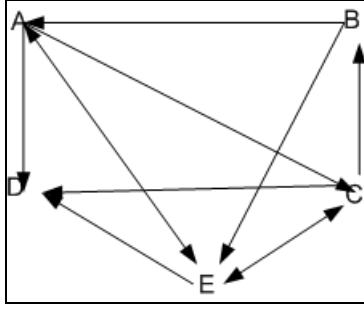
Şekil 4.4 Birinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif üstünlüğü şekli

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere en az oka hedef olan alternatif B’dir. Daha sonra bulunan değer tablo 4.15’de verilen ikinci uyumsuzluk matrisi sayesinde karşılaştırılır. Bunun değeri daha düşük olacağı için ikinci uyumsuzluk matrisinin değeri düşürülür ve aşağıdaki şekil tespit edilerek bulunan sonucun doğruluğu karşılaştırılır.

Tablo 4.15 İkinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif değerlendirme tablosu

	A	B	C	D	E
A	-	☐			☐
B		-	☐		
C			-		☐
D	☐	☐	☐	-	☐
E	☐	☐	☐		-

Bu durumda da B seçeneğinin şekil 4.5’deki ikinci uyumsuzluk matrisi sonucu en uygun alternatif olduğu tespit edilir.

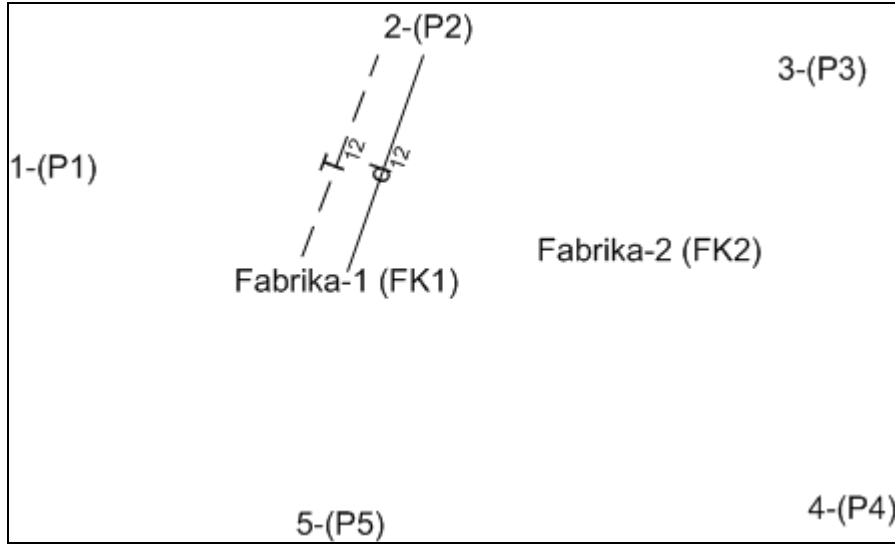


Şekil 4.5 İkinci uyumsuzluk matrisine göre alternatif üstünlüğü şekli

Bu durumda B seçeneğinin ikinci uyumsuzluk matrisi sonucu en uygun alternatif olduğu tespit edilmiş olur.

4.1.2 Çoğul Fabrika Yerinin Seçimi

Konum planlamasında sadece tek bir fabrikanın yerinin tespiti zaman zaman yeterli olmamaktadır. Bazen bir yada birkaç fabrikanın aynı anda yerinin tespiti de gerekmektedir. Bu model ihtiyaç duyulan fabrikaların pazara ulaşma maliyetlerini optimize etmek üzere kurulmuştur. Klasik bir tam sayılı lineer programlama modeli olan bu örnek, herhangi bir ilgili programla çözülebilecek şekilde bırakılmıştır. Aşağıda şekil 4.6’da başlangıç durumu gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Çoğul tesis yeri seçimi problemi

Amaç Fonksiyonu:

Min;

$$(d_{11} * T_{11} * X_1 +$$

1 nolu fabrikadan 1 nolu pazara taşıma maliyeti

$d_{12} * T_{12} * X_1 +$	1 nolu fabrikadan 2 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{13} * T_{13} * X_1 +$	1 nolu fabrikadan 3 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{14} * T_{14} * X_1 +$	1 nolu fabrikadan 4 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{15} * T_{15} * X_1 +$	1 nolu fabrikadan 5 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{21} * T_{21} * X_2 +$	2 nolu fabrikadan 1 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{22} * T_{22} * X_2 +$	2 nolu fabrikadan 2 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{23} * T_{23} * X_2 +$	2 nolu fabrikadan 3 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{24} * T_{24} * X_2 +$	2 nolu fabrikadan 4 nolu pazara taşıma maliyeti
$d_{25} * T_{25} * X_2 +$	2 nolu fabrikadan 5 nolu pazara taşıma maliyeti
$K_1 * X_1 +$	1 nolu fabrikanın kurulum maliyeti
$K_2 * X_2)$	2 nolu fabrikanın kurulum maliyeti
Ş.k.g.	
$T_{11} + T_{21} = P_1$	1 nolu pazarın talebinin karşılanması kısıtı
$T_{12} + T_{22} = P_2$	2 nolu pazarın talebinin karşılanması kısıtı
$T_{13} + T_{23} = P_3$	3 nolu pazarın talebinin karşılanması kısıtı
$T_{14} + T_{24} = P_4$	4 nolu pazarın talebinin karşılanması kısıtı
$T_{15} + T_{25} = P_5$	5 nolu pazarın talebinin karşılanması kısıtı
$T_{11} + T_{12} + T_{13} + T_{14} + T_{15} \leq FK_1$	1 nolu fabrika kapasitesi kısıtı
$T_{21} + T_{22} + T_{23} + T_{24} + T_{25} \leq FK_2$	2 nolu fabrika kapasitesi kısıtı
$X_1 = 0,1$	1 nolu fabrikannın açılıp açılmayacağı kısıtı
$X_2 = 0,1$	2 nolu fabrikannın açılıp açılmayacağı kısıtı
$T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}, T_{15} \geq 0$	Talebinin karşılanmasının negatif olmama durumu
$T_{21}, T_{22}, T_{23}, T_{24}, T_{25} \geq 0$	Talebinin karşılanmasının negatif olmama durumu
Notasyon;	
P_x	x pazarının talebi
FK_x	x fabrikasının kapasitesi

T_{xy}	x fabrikasının y pazarına olan arzı
X_x	x fabrikasının kurulmaması yada kurulması durumu
K_x	x fabrikasının kurulma maliyeti
d_{xy}	x fabrikasının y pazarına olan birim taşıma maliyeti

Not: Pazarların taleplerinin toplamı fabrika kapasitesinin altında olduğu ve bütün pazarların taleplerinin karşılanması gerektiği bir durum yukarıda kabul edilmiştir.

4.2 Sonuç

İş etüdünün en temel prensibini oluşturan gereksiz taşımaların eliminasyonu ve mesafelerin kısaltılması, tedarik zincirinde de önemli bir konudur. Gereksiz mesafelerin kısaltılması tedarik zincirinde konum planlaması alt bölümünün görevidir. Bu bölümde konum seçiminde kullanılan objektif verilere dayanan modeller gösterilmiştir. Konum planlamasında önemli bir diğer konuda alınacak kararların vadesinin uzun olması ve maliyetinin yüksek olması dolayısıyla acele ve yanlış bir kararın etkisinin büyük olacağıdır. Bu yüzden karar verilirken pek çok farklı disiplinden kişinin görüşü alınmalı ve itinalı bir çalışma sonucunda sonuca gidilmelidir.

5 BİLİM İLAÇ UYGULAMASI

Bu bölümde tezimin uygulama kısmı anlatılacaktır. Tezimin uygulama kısmında Bilim İlaç A.Ş'nin planlama departmanında yapılan çalışma sonucunda stokastik envanter modeline uygunu emniyet stoku tespiti ve dört ayrı tahmin sistemi arasından satış tahmini sistemi seçilmesi anlatılmaktadır. Birinci uygulama ile satış departmanından gelen satış tahminlerinin etkinliği incelenecek ve işletme için ideal tahmin sisteminin bulunması, ikinci uygulama ile çok kullanılan fakat talepte değişkenlik gösteren bir hammadde'nin emniyet stoku tespit edilmekte ve bu şekilde maliyet açısından bir optimizasyon gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.

5.1 Bilim İlaç Tedarik Zinciri Yönetimi

Bu bölümde Bilim İlaç A.Ş'de tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde yapılan faaliyetler anlatılmaktadır.

5.1.1 Dağıtım Planlaması

Bilim İlaç A.Ş her ilaç firması gibi ürün satışlarının büyük bölümünü ecza depolarına yapmaktadır. Satın alınan ürünlerin dağıtımı ilacı alan firmaya aittir. Bu sebeple müşteriler ürünlerin dağıtımından sorumludurlar, dolayısıyla Bilim İlaç'ın sadece ürün dağıtımı için kullandığı bir filo mevcut değildir. Bunun yanında rotalama, dağıtım planlaması gibi işlerin olmaması nedeniyle tedarik zincirinin dağıtım planlamasında aktif bir faaliyet yürütülmemektedir.

Hammadde temininde ise denizyolu ve havayolu ile limanlara yada havaalanlarına gelen hammaddeler şirket araçlarıyla fabrikaya getirilmektedirler. Çoğu zaman planlama ilk gelen-ilk alınır prensibiyle yapılmaktadır. Dağıtım planlaması tedarik zincirinin diğer faaliyetlerden farklı olarak satış departmanının sorumluluğundadır. Planlama departmanının sorumluluğunda olan malzeme tedariği konusu aşağıda açıklanmıştır.

5.1.2 Malzeme Tedariği

Bilim İlaç A.Ş' nin ürünlerinde kullandığı iki temel hammadde grubu mevcuttur. Bunlar;

- Ambalaj
- İlaç kimyasalları

olarak sınıflandırılmaktadırlar. Her iki hammadde türünde de uygulanan tedarik planları farklıdır.

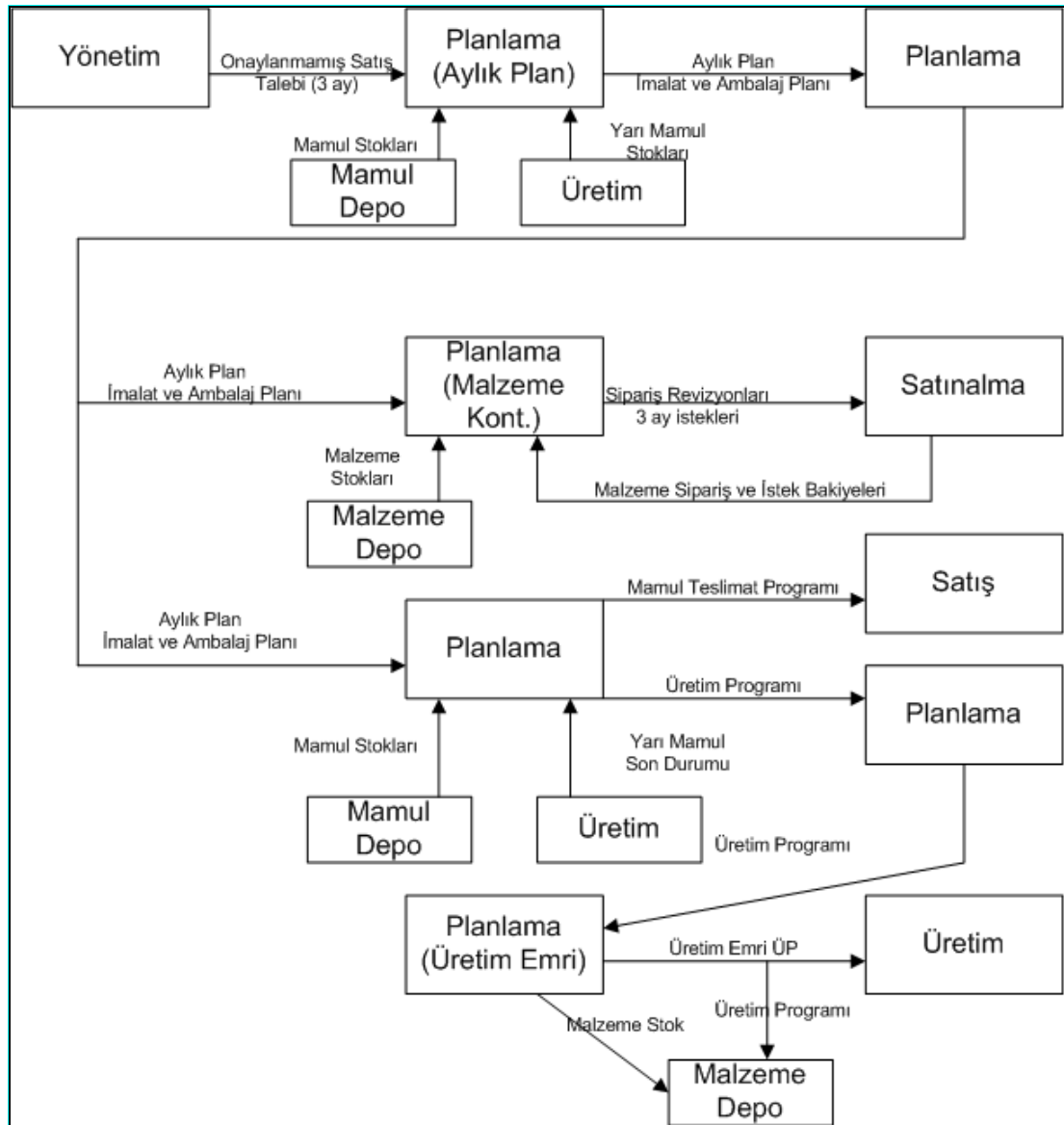
Ambalaj. Ambalaj malzemelerinin büyük çoğunluğu Türkiye'den tedarik edilmesi sebebiyle tedarik süreleri 3-4 hafta arasında değişmektedir. Bu sebepten dolayı ambalaj malzemesi ihtiyaçlarına yönelik tahmin yapılan bir aydan önceki tahmine göre ihtiyaç planları yapılmaktadır. Bu yüzden ambalajlar için genellikle emniyet stoku bulundurulmamaktadır. Bunun yanında beklenmeyen ve acil müşteri siparişlerinde ihtiyaç duyulan ambalaj hammaddelerinin çoğu standart hammaddeler oldukları için hızlı bir şekilde daha yüksek maliyetlerle temin edilebilmektedirler. Bu stratejinin iki istisnası mevcuttur. Bunlar;

1. Yeni ambalajlar. Eğer bir üründe kullanılacak olan ambalajlar yeni olarak üretilecekse, bu ambalajların üretim kalıplarının imalat sürelerinin de tedarik süresine eklenmesi gerekecektir. Bu süre yaklaşık olarak 2 ay olduğu için ve normal tedarik süresi de 1 ay olduğundan toplam tedarik süresi 3 aya kadar çıkabilmektedir. Bu durumda yeni bir ürünün hammadde ihtiyacı 3 ay önceki ilk tahmine göre planlanmaktadır.
2. İthal hammaddeler. İthal edilen ambalaj malzemelerinin az bir miktarı, bazı ürünlerin ihtiyaç duyduğu özel nitelikler dolayısıyla yurtdışından temin yoluna gidilmektedir. Bu durumda temin süresi 2-3 ay seviyesine çıkması dolayısıyla planlama 2-3 aylık tahminlere göre yapılmaktadır.

İlaç Kimyasalları. Bir ilaç üretilirken kullanılan hammaddeler Bilim İlaç A.Ş tarafından ithalat yoluyla temin edilmektedirler. Fakat pek çok hammadde olması dolayısıyla bu hammaddelerin eksiksiz planlanması önemlidir. Bu yüzden satış tahmini sisteminin etkinliği önem kazanmakta ve etkin bir satış tahmin sistemi kurulması amacıyla aşağıdaki uygulama gerçekleştirilmiştir.

5.1.3 Satış Tahmin Sistemi Geliştirilme Uygulaması

Satış departmanından her ayın 15'i ve 25'inde satış tahminleri üretim planlama departmanına gelmektedir. Ayın 15. de gelen tahminler içinde bulunulan ay ve ileri doğru iki ay için ürün bazında yapılması düşünülen satışları göstermektedir. Her ayın 25'de gelen tahmin ise içinde bulunulan ayın tamamı için yapılan tahminleri vermektedir. Bu tahminlere bağlı olarak kaba malzeme tedariği planı yapılmakta ve ilerleyen aylarda planlardaki sapmalara bağlı olarak malzeme tedariğine ayarlamalar yapılmaktadır. Bunun ardından mevcut ay için üretim planı yapılmakta ve ilgili iş emirleri ortaya çıkarılmaktadır. Bu işlemlerin iş akış şeması aşağıda şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 Üretim Planlama ve Tedarik Planlaması İş Planı

Malzeme tedariki sürecinde her ilaç kimyasalına aynı tedarik stratejisi uygulanmamaktadır. Bilim İlaç A.Ş’de hammadde ve yarı mamul stok yönetimi politikası, bu birimlerin ABC analizine tabi tutulmasının ardından maddelerin önem derecesine göre belirlenmektedir.

Bu analize göre;

- A grubundaki hammaddeler aylık ve ayrıntılı ihtiyaç planlarına göre ihtiyaca uygun tedarik edilmektedir. Bunun sebebi hem üretimde kullanılan hammaddenin kullanım oranının düşüklüğüne karşın değerin yüksekliğıdir.
- B grubundaki hammaddeler iki gruba ayrılmaktadırlar. Bunlardan birincisi tedarikinin uzun ve pahalı olduğı ürünlerdir. Bu tip ürünlerin stoku yaklaşık 3 ay olarak planlanmakta ve buna göre tedarik gerçekleştirilmektedir. İkinci grup ise birim maliyetlerinin ve dolayısıyla stok maliyetlerinin yüksek olmasına karşın tedarik maliyetlerinin düşük olduğı gruptur. Bunun sonucu olarak tedarik A grubundaki ürünlerde olduğı gibi satış tahminlerine göre planlanmaktadır.
- C grubundaki hammaddeler ise değelerine ve tedariklerindeki zorluklara göre 3 aylık yada 12 aylık ihtiyaç miktarları göz önüne alınarak stoklanmaktadırlar.

Tedarik planlama ise satıştan gelen satış tahminlerine göre yapılmaktadır. Fakat satış departmanından gelen 3, 2 ve 1 aylık talepler gerçekleşen satışlar büyük oranda tanımlasa da zaman zaman gerçekleşen satışlar, talep tahminlerini geçmekte, malzeme ve ürün eksikliği ortaya çıkabilmekte yada aksi durumda gereksiz stok birikmesine yol açmaktadır.

Lojistik departmanının bu sorunla başa çıkabilmesi için uyguladığı birkaç yöntem mevcuttur. Bunların bazıları istemsiz olmakta bazıları ise bu sorunlara karşın bilinçli olarak uygulanmaktadır.

1. Her ürün belirli bir lot büyüklüğü ve bunun katları şeklinde planlanmaktadır ve bu lot büyüklüğünün talepten fazlalığı beklenmeyen dalgalanmalarda emniyet stoku vazifesi yapmaktadır.
2. Gereken durumlarda hammadde tedariki standart tedarik türünden farklı bir şekilde yapılarak üretime daha hızlı bir şekilde üretime aktarılabilir. Örneğin ithal hammaddelerde standart taşıma türü denizyolu iken acil durumlarda havayolu kullanılabilir.

3. Üretim için gereken hammaddenin olduğu fakat üretim zamanının yeterli olmadığı durumda fazla mesai alternatifi kullanılmaktadır ve sonradan programa dahil edilen ürünler üretilmektedir.

Bütün bu alternatifler ek maliyet oluşturduğu için satış tahminlerinden doğruluk payı yüksek bir tahmin sistemi oluşturmak işletme için maliyet avantajına yol açmaktadır.

Bu yüzden bu uygulamada amaç Bilim İlaç A.Ş’de kullanılabilecek etkin bir tahmin sistemini bulmaktır. Satış ve tedarik planlamasında kullanılabilecek olan alternatif sistemler şunlardır.

- Satış tahminleri. Daha önce işletme tanıtımında anlatıldığı üzere, satış departmanından gelen yaklaşık planlanan satış adedini kapsamaktadır. Bu modelde bu tahminlere bağlı planlama yapılmaktadır. Satış tahminlerinde 3 ürün için aşağıda verilen tablo 5.1’deki tahminler kullanılmıştır.

Tablo 5.1 8 aylık satış tahminleri

Aylar	200 ML Süsp.	1 GR IM	0,5 GR IM
Mart 2001	45	10	7
Nisan 2001	40	10	8
Mayıs 2001	43	11	9
Haziran 2001	55	9	6
Temmuz 2001	20	5	5
Ağustos 2001	44	12	8
Eylül 2001	49	13	9
Ekim 2001	47	13	9
Kasım 2001	53	14	11
Aralık 2001	39	8	6

- Eksponensiyel düzeltme. Eksponensiyel düzeltme metodu, geçmiş dönemin talebini ve mevcut trendleri göz önüne alarak bir tahmine varan sistemdir. Bu tahmin sisteminin daha iyi anlaşılması için şu örnek uygulama yararlı olacaktır.

Eksponensiyel Düzeltme Uygulaması.

Tablo 5.2 Uygulamada gerçekleşen satışlar

	1	2	3	4
Geçen Sene	1200	1000	900	1100
Bu sene	1400	1000		

Bu uygulamada amacımız yılın 3. çeyreği için bir tahmin yapmaktır. 3. dönem için tahminde bulunabilmek sırasıyla 1. ve 2. dönem için tahminler yapılmasını gerektirmektedir. Tablo 5.2’de gerçekleşen satışlar gösterilmiştir. Tahmin için kullanmamız gereken formüller şunlardır.

$$(5.1)S_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)(S_t + T_t)$$

$$(5.2)T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta)T_t$$

$$(5.3)F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

t=Mevcut periyot

α = Eksponensiyel düzeltme katsayısı

A_t = t dönemindeki talep

F_t =t’deki tahmin

S_t =t’deki ilk talep

T_t =t’deki trend

β =Trend düzeltme katsayısı

Not: Başlangıç tahmini olarak 975 ve mevcut trend olarak ta 0 alınmıştır. Eksponensiyel düzeltme katsayısı 0.2 ve trend düzeltme katsayısı 0.3 alınmıştır

$$S_1=0.2(1100)+0.8(975+0)=1000$$

$$T_1=0.3(1000-975)+0.7(0)=7.5$$

$$F_1=1000+7.5=1007.5$$

Daha sonra bu veriler ışığında 2. tahmin hesap edilmektedir.

$$S_2=0.2(1400)+0.8(1000+7.5)=1086$$

$$T_2=0.3(1086-1000+0.7(7.5))=31.05$$

$$F_2=1086+31.05=1117.05$$

Son olarakta 3. tahmin bulunmaktadır.

$$S_3=0.2(1000)+0.8(1086+31.05)=1093.64$$

$$T_3=0.3(1093.64-1086)+0.7(31.05)=24.03$$

$$F_3=1093.64+24.03=1117.67$$

Tablo 5.3 Satış tahminleri ve gerçekleşen satışlar

	1	2	3	4
Geçen Sene	1200	1000	900	1100
Bu sene	1400	1000		
Tahminler	1008	1117	1118	

Ekspansiyel düzeltme metodunda önerilen sistemin skorunun tespiti için Mart 2001 ile Aralık 2001 arasındaki gerçekleşen satışlar kullanılmıştır. Bulunan tahminler tablo 5.3’de gösterilmiştir.

- Ortalama Metodu. Bu metot da satış tahminleri ile Ekspansiyel düzeltme metodu çıktıları eşit olarak ağırlıklandırılarak yeni bir tahmin üretilmektedir. Bu işlemin amacı satış departmanının tahminlerinin de üretim planında aktif olmasını sağlamaktır. Bu şekilde satış departmanı kontrolünde olan satış faaliyetlerinin azaltılması, fiyat artışları gibi gelişmelere bağlı beklenen olumlu yada olumsuz satış tepkilerinin tahminlere yansıtılmasını sağlamaktır.
- Emniyet stoku tespiti. 4. alternatif diğer 3 alternatiften farklı olarak bir tahmin sistemi değildir. Bu sistemde 2 yıllık veriler kullanılarak normal dağılıma uygun bir ortalama, standart sapma şeklinde gösterilen bir talep miktarı belirlenmiştir. Daha sonra buna bağlı olarak belirli bir servis yüzdesine göre emniyet stoku tespit edilmiştir. Bu modelin ayrıntıları da aşağıda verilmiştir.

Bu 4 modelde 200 ml süsp., 1gr IM ve 0.5 gr IM olarak kodlanan 3 ürünün gerçek talepleriyle kullanılmıştır. Emniyet stoku tespiti yönünden 3 ürününde ortalama talep ve bunun s.s ile talebin normal dağılıma uyup uymadığı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı çalışması ki-kare testi ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu satış verileri 24 ay için olup aşağıda tablo 5.4’de verilmişlerdir.

Tablo 5.4 Gerçekleşen satışlar

Aylar	200ml süsp.	1gr IM	0,5gr IM
Ocak 2000	20	12	7
Şubat 2000	35	15	10
Mart 2000	41	16	12
Nisan 2000	36	15	8
Mayıs 2000	39	16	10
Haziran 2000	41	16	11
Temmuz 2000	26	4	4
Ağustos 2000	41	16	11
Eylül 2000	44	18	13
Ekim 2000	37	14	9
Kasım 2000	40	18	15
Aralık 2000	30	11	7
Ocak 2001	48	12	12
Şubat 2001	36	16	15
Mart 2001	40	10	8

Nisan 2001	38	10	11
Mayıs 2001	50	10	11
Haziran 2001	39	15	11
Temmuz 2001	32	12	2
Ağustos 2001	51	12	9
Eylül 2001	33	11	7
Ekim 2001	34	8	9
Kasım 2001	36	5	5
Aralık 2001	18	4	2

Tablo 5.5 Ürün talep verileri

	$\bar{x}$	σ_x	N.D.'a uygunluk
0,5 GR IM	10,2	2,57	E
1 GR IM	13,25	3,477	E
200 ML Süsp.	39,95	6,71	E

Taleplerin normal dağılıma göre analizinin yapılırken Aralık ve Temmuz ayları planlamaya dahil edilmemiştir. Bunun sebebi bu iki aydaki satışların finansal sebepler dolayısıyla diğer aylara oranla yaklaşık %40 oranında düşük olmasıdır. Bu sebeple modelin analizi yapılırken Aralık ve Temmuz aylarındaki talepler diğer aylara oranla %40 düşük alınmıştır. Bu durumda taleplerin ortalamaları ve standart sapmaları tablo 5.5.'de verilmiştir. Bu değerlerin bulunmasının ardından sıra normal dağılım kullanılarak 3 ürün içinde belirli bir servis yüzdesine göre tahminlerin bulunmasıdır.

Lojistik müdürü ile yapılan görüşme sonucu 3 ürün için istenen servis yüzdeleri tablo 5.6'daki gibidir.

Tablo 5.6 Normal dağılıma göre amaçlanan servis yüzdesi

Ürün Adı	Servis Yüzdesi
200 ML Süsp.	%75
1 GR IM	%60
0,5 GR IM	%75

Bu bilgiler ışığında her ürün içinde talep tahmini olarak kullanılacak değerler şu şekilde tespit edilmektedir.

$$(5.4) X = \bar{X} + z\sigma$$

z değerleri herhangi bir istatistik kitabının normal dağılım tablosundan alınabilir.

$$200 \text{ ML Süsp.} = 39,95 + 0,69(6,71) = 43,54 \equiv 44$$

$$1 \text{ GR IM} = 13,25 + 0,25(3,48) = 14,12 \equiv 14$$

$$0,5 \text{ GR IM} = 10,20 + 0,69(2,57) = 11,97 \equiv 12$$

Bu verilere bağlı olarak normal dağılım metodunda kullanılacak olan değerler aşağıda tablo 5.7’de verilmiştir. Temmuz ve Aralık aylarında ortalama talebin %40 azalacağı düşünüldüğünden talep tahmini %40 azaltılmaktadır.

Tablo 5.7 Normal dağılıma göre talep tahminleri

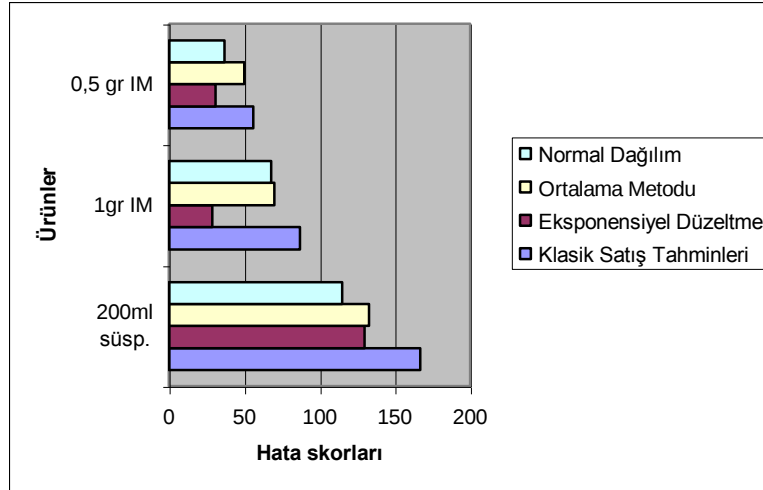
	1-6, 8-11	7, 12
200 ML Süsp.	44	26
1 GR IM	14	8
0,5 GR IM	12	7

Bir sonraki işlem 4 sisteminde 3 ürün açısından değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme 2 aylık tedarik süresi olan bir ana ürün çizelgesi kullanılarak son 8 ay gerçekleşen satışların ve sistemlerin çıktısı olarak gerçekleşen tahminlerin verimliliği karşılaştırılmaktadır. Bu açıdan iki türlü sorun sistemde oluşabilmektedir, bunlar yoka-satış ve fazla stoktur. Buna göre skorlar belirlenirken yoka-satış, fazla stoka

oranla iki kat yüksek ceza puanı almıştır. Puanlamada kullanılan üretim planları ek 1, ek 2 ve ek 3'te verilmiştir. Bu veriler ışığında 3 ürününde 4 modele göre aldıkları puanlar tablo 5.8'de ve şekil 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.8 Hata skorları tablosu

Ürünler	Klasik Satış Tahminleri	Ekspansiyonel Düzeltme	Ortalama Metodu	Normal Dağılım
200 ml süsp.	167	130	133	115
1 gr IM	87	29	70	68
0.5 GR IM	56	31	50	37



Şekil 5.2 Hata skorları grafiği

Yukarıdaki hata skorları tablosu ve grafiğinden anlaşıldığı üzere 0,5 GR IM ve 1 GR IM ürünlerinde en etkin tahmin sistemi ekspansiyonel düzeltmedir. 200 ML SÜSP. ürününde ise en etkin tahmin sisteminin normal dağılım metodu olduğu görülmektedir. Bu değerlerden anlaşılabileceği üzere eski satışları kullanan sistemlerin bu 3 üründe daha iyi sonuçlar vermektedir. Bunun yanında yapılması gereken bir diğer düzeltmede yapılacak olan çalışmalar sonucunda satış rakamlarının aylık dalgalanmalarının azaltılması ya da promosyon gibi tepe noktalarına, zam gibi dip noktalarına yol açan faaliyetlerin belirli bir süre öncesinden planlamaya dahil edilmesi ve kapasite artışları ile normalden yüksek tedariklerin kısıtlara neden olmayacak şekilde yapılmasının sağlanmasıdır.

5.2 Bilim İlaç A.Ş. Emniyet Stoku Tespiti

Her işletme müşterilerinin verdiği siparişlerin tam zamanında hazır olmasını amaçlar, fakat bir yandan da ihtiyaç fazlası stoklarını minimize etmeyi amaçlar. Dolayısıyla bu iki çakışan amacın optimum düzeyini bulmak önemlidir. Bu sebeple bu çalışma yapılmıştır.

Bilim İlaç A.Ş, ilaç sektöründe faaliyet göstermesi ve bu piyasadaki rekabetin yoğunluğu nedeniyle ve herhangi bir ürünün özellikle Bilim İlaç'ın faaliyet gösterdiği ilaç segmentinde ikame ürünleri olduğu için emniyet stoklarının tespit edilmesi ve müşteri kayıplarının optimizasyonu açısından önemlidir.

Bu bölümde 200 ml süsp.'nin (ilacın gerçek adı firma isteği doğrultusunda gizlenmiştir) ana hammaddesi olan ve ithal edilmesi dolayısıyla uzun bir tedarik süresine sahip olan s.m.'nin son iki yıllık ana ürün talebine bağlı olarak emniyet stoku tespiti uygulaması verilmektedir.

Uygulama talebin stokastik ve temin süresinin deterministik olması nedeniyle stokastik envanter modellerinin değişken talep ve sabit temin süresi modeline uymaktadır. Bu modelin ayrıntıları daha önce “envanter yönetimi” bölümünde verilmiştir. Söz konusu modelin temel formülleri şu şekilde olmaktadır;

Modelin amacı yıllık taşıma maliyeti ve stoksuzluk maliyetinin toplamının minimize edilmesidir.

Yani amaç;

Min. Yıllık toplam emniyet stoku maliyeti

Min. Taşıma maliyeti+ Stoksuzluk Maliyeti

$$(5.5) E(M > B) = \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

bu formül temin süresinde stoksuzluk ihtimali olduğu için ve AR/Q 'da yıllık stoksuzluk maliyeti olması dolayısıyla toplam maliyet formülü şu şekilde olmaktadır;

$$(5.6) TC_s = SH + \frac{AR}{Q} \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

Bu formül 0'a eşitlenip toplam formülün yeniden sipariş noktasına göre türevi alındığında aşağıdaki denklem elde edilir.

$$(5.7) P(S) = \frac{HQ}{AR + HQ}$$

TC_s= Yıllık beklenen toplam maliyet

S= Güvenlik stok miktarı

B= Yeniden sipariş noktası

H= Birim ürün başına yıllık taşıma maliyeti

A= Ürün başına stoksuzluk maliyeti

R= Yıllık ortalama talep

Q= Sipariş büyüklüğü

M= Tedarik süresinde dahilinde talep (değişken)

M = Tedarik süresindeki ortalama talep miktarı

Bu uygulamanın en önemli ve zor yanı işletme ortamında söz konusu değerlerin teminindeki güçlüklerdir. Alt bölümlerin her birinde emniyet stokunun tespitinde kullanılan her verinin temini veya bu verilerin türetilmesi aşamaları anlatılacaktır.

5.2.1 Yıllık Talep Tespiti

Bu veriler Bilim İlaç A.Ş bünyesindeki üretim planlama departmanından 200 ml süsp.'a bağlı olarak kullanılan s.m hammaddesinin 2000-2001 yılı aylık kullanım oranları baz alınarak temin edilmiştir. Bu veriler aşağıdaki tablo 5.9'da verilmiştir.

Tablo 5.9 s.m 2000-2001 aylık talepleri

2000	Talep	2001	Talep
Ocak	1166,67	Ocak	2741,67
Şubat	2041,67	Şubat	2100
Mart	2391,67	Mart	2683,33
Nisan	2100	Nisan	2216,67
Mayıs	2275	Mayıs	2916,67

Haziran	2391,67	Haziran	3033,33
Temmuz	1516,67	Temmuz	1050
Ağustos	2391,67	Ağustos	2916,67
Eylül	2566,67	Eylül	3150
Ekim	2158,33	Ekim	2741,67
Kasım	2333,33	Kasım	3091,67
Aralık	1750	Aralık	2275

Bu verilerin ortalaması ve s.s. şu şekildedir.

$$\bar{X} = 2331,52 \approx 2331$$

$$\sigma_x = 563,86$$

Fakat bu verilerin stokastik modellerde kullanılabilmesi için istatistiki bir dağılıma uyup uymadığı saptanmalıdır. Bu saptama için chi-kare testi kullanılmıştır.

5.2.1.1 Chi-Kare Değerlendirilmesi

Bu test örnek dağılımının gruplandırılması ve her gruptaki dağılımın teorik dağılıma göre farkının tespitine dayanmaktadır. Sapmanın büyüklüğü dağılımın karşılaştırılan dağılımdan uzaklaşma miktarını göstermektedir. Her aralıkta bulunan değer sayısı teorik beklenen değerle karşılaştırılmakta ve sapmanın karesinin ortalamaları toplanarak C değeri elde edilir.

C'nin değeri, önem derecesi ve n-1 serbestlik derecesi , dağılımından gelen X^2 ile mukayese edilir. (Halaç, 1998)

Verilerin normal dağılıma uyup uymadığının tespiti için ilk önce yapılması gereken verilerin sınıflandırılmasıdır.

Talep verileri şu şekilde sınıflandırılmış ve sınıftaki veri sayıları tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10 Taleplerin aralıklarına göre veri adetleri

Aralık	Veri Sayısı
3350<	0
3150-3349	1
2950-3149	2
2750-2949	2
2550-2749	4
2350-2549	3
2150-2349	5
1950-2149	3
1750-1949	1
1550-1749	0
1350-1549	1
1350>	2

Daha sonra her aralıkta bulunması gereken teorik birim sayısı tespit edilmelidir. Bunun için her noktanın Z değeri tespit edilir ve teorik dağılımdaki normal dağılım tablosundan iki değer arasındaki değerler çıkarılarak teorik bulunma yüzdesi tespit edilir ve bu değer örnek adedi olan 24’le çarpılarak teorik değer tespit edilir.

$$(5.8) Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}$$

$$\frac{3349 - 2331}{563,86} \cong 1,81$$

$$\frac{2149 - 2331}{563,86} \cong -0,32$$

$$\frac{3149 - 2331}{563,86} \cong 1,45$$

$$\frac{1949 - 2331}{563,86} \cong -0,68$$

$$\frac{2949 - 2331}{563,86} \cong 1,10$$

$$\frac{1749 - 2331}{563,86} \cong -1,03$$

$$\frac{2749 - 2331}{563,86} \cong 0,74$$

$$\frac{1549 - 2331}{563,86} \cong -1,39$$

$$\frac{2549 - 2331}{563,86} \cong 0,39$$

$$\frac{1349 - 2331}{563,86} \cong -1,74$$

$$\frac{2349 - 2331}{563,86} \cong 0,03$$

Bu z değerleri normal dağılım tablosundan elde edilir ve z değerleri aralığındaki teorik dağılımlar elde edilir. Bu değerler tablo 5.11’de verilmiştir.

Tablo 5.11 Teorik bulunma olasılıkları

Aralıklar	Değer 1	Değer 2	z Aralığı	z-1	z-2	z1-N.D.	z2-N.D.	Fark
3350<	3350	∞	1,81<	1,81		0,96	1	0,04
3150 - 3349	3150	3349	1,45 - 1,81	1,45	1,81	0,93	0,96	0,03
2950 - 3149	2950	3149	1,1 - 1,45	1,1	1,45	0,86	0,93	0,07
2750 - 2949	2750	2949	0,74 - 1,1	0,74	1,1	0,77	0,86	0,09
2550 - 2749	2550	2749	0,39 - 0,74	0,39	0,74	0,65	0,77	0,12
2350 - 2549	2350	2549	0,03 - 0,39	0,03	0,39	0,51	0,65	0,14
2150 - 2349	2150	2349	0,32-0-0,03	-0,32	0,03	0,37	0,51	0,14
1950 - 2149	1950	2149	0,68-0,32	-0,68	-0,32	0,25	0,37	0,12
1750 - 1949	1750	1949	1,03-0,68	-1,03	-0,68	0,15	0,25	0,1
1550 - 1749	1550	1749	1,39-1,03	-1,39	-1,03	0,08	0,15	0,07
1350 - 1549	1350	1549	1,74-1,39	-1,74	-1,39	0,04	0,08	0,04
1349>	∞	1349	>1,74		-1,74	0	0,04	0,04

s.s.=563,86								
ort.=2331								

Her gruptaki bulunma yüzdesi tespit edilmesinin ardından sıra c katsayısının tespit edilmesindedir. Bunun için aşağıdaki tablo 5.12 oluşturulur.

Tablo 5.12 c katsayısı hesaplaması

Aralıklar	Veri Sayısı(fe)	Teorik olasılık	Teorik Veri Adedi(fo)	fo	fe	(fo-fe) ² /fo
3350<	0	0,0351	0,8424			
3150 - 3349	1	0,0384	0,9216			
2950 - 3149	2	0,0622	1,4928			
2750 - 2949	2	0,0939	2,2536	5,5104	5	0,047275726
2550 - 2749	4	0,1187	2,8488			
2350 - 2549	3	0,1397	3,3528	6,2016	7	0,102786791
2150 - 2349	5	0,1375	3,3	6,3288	8	0,44130158
1950 - 2149	3	0,1262	3,0288			
1750 - 1949	1	0,0968	2,3232	5,9592	4	0,644124151
1550 - 1749	0	0,0692	1,6608			
1350 - 1549	1	0,0414	0,9936			
1349>	2	0,0409	0,9816			
					c=	1,235

Bu veri gruplarından herhangi birinin teorik değeri 5'in altındaysa diğer gruplarla birleştirilerek değerlerin 5'in üstüne çıkması sağlanır. Bunun sonucu olarak toplam grup sayısı 3'e düşer ve C katsayısı bu veriler ışığında hesaplanır. Daha sonra c katsayısı $X^2_{k,t}$ değeri ile karşılaştırılır. Burada k değeri $k= N- 1 -1$ şeklinde hesaplanır. N grup sayısını belirtirken, 1 kullanılan veri türünü belirtmelidir. Bu uygulamada N=4 ve k=1'dir.

T değeri normal dağılım tespitinin güven aralığını vermektedir. En çok kullanılan güven seviyesi 0,05 ve 0,10'dur. (Fogarty, 1991)

Sonuç olarak tablodan alınan $X_{2,05} = 3,841$ değeri C katsayısı ile karşılaştırılır.

$$1,235 < 3,841$$

Olduğu için bu verilerin normal dağılıma uyduğunu ve uygulamada kullanılmasının uygun olacağını tespitidir. Kısaca talep dağılımı;

$$\bar{X} = 2331,52 \approx 2331$$

$$\sigma_x = 563,86$$

5.2.2 Tedarik Süresi

Tedarik süresi bir ürünün emniyet stoku miktarını direkt etkileyen bir veridir. Bilim İlaç A.Ş çeşitli ürünlerinin imalinde kullanılan hammadde kimyasallarının çoğunu ithalat yoluyla temin etmektedir.

s.m. hammaddesi ise Japonya'dan temsilcisi aracılığıyla temin edilmekte Türkiye'ye gelişi 2 ay sürmektedir. Fakat ürünün fabrikaya gelmesinin ardından direkt olarak üretime sevk edilmekte ve çeşitli işlemlerden geçmektedir. Bu işlemler;

1. Depo giriş
2. Kalite kontrol (1,5 gün)
3. Üretim emri hazırlanması
4. Tartım

Kalite kontrol 1.5 gün sürmekte fakat diğer işlemlerin süresi önemsenmeyecek miktardadır. Fakat hammaddenin kalite kontrolünün ardından ancak bir sonraki günün planına aktarılabilirdiği için imalata girmesi 2 gün sürmektedir.

Kısaca toplam temin süresi;

$$\text{Geliş}(2 \text{ ay}) + \text{İmalata Hazırlama} (2 \text{ gün}) = 2 \text{ ay } 2 \text{ gün} = 2,06 \text{ ay}$$

5.2.3 Ürün Maliyeti

Ürün maliyeti gerek ekonomik sipariş miktarının tespiti gerekse de sipariş miktarına bağlı olarak optimum servis yüzdesinin bulunması açısından önemlidir. S.M hammaddesinin maliyeti satınalma bölümünden temin edilmiştir. Satınalma

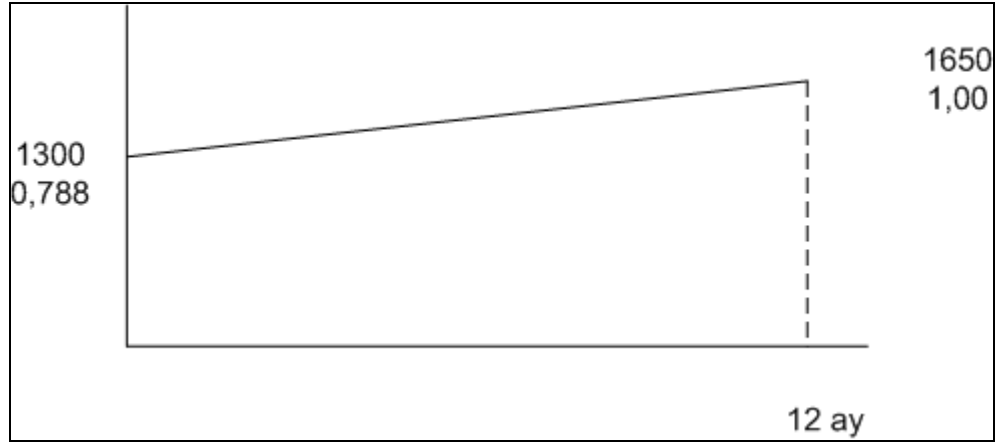
bölümünün verdiği bilgiye göre s.m kilo fiyatı 36\$'dır. Dolar'ın Türk lirası karşısında değerinin sabit olmaması nedeniyle emniyet stokunun tespiti için USD'nin mevcut değeriyle, yıl sonu beklenen değerinin ortalaması alınacaktır. Buna göre;

$$(1340000+1650000)/2 = 1495000$$

Daha sonra s.m kilo fiyatı bulunmaktadır.

$$36*1495000=53820000 \text{ TL/kilo}$$

5.2.4 Taşıma Maliyeti (%)



Şekil 5.3 Taşıma maliyeti grafiği

Hammadde olarak kullanılan s.m yurtdışından ithal edilmesi dolayısıyla USD'nin dalgalanmasından oldukça etkilenmektedir. Bu sebeple dolar bazında satın alınmış bir ürün depoda bekletildiğinde USD artması yüzünden bir kayıp söz konusu olmaktadır. Bu durumun grafiği şekil

Bu değer;

$$1-0,788=0,212 \text{ olarak belirlenmektedir.}$$

Bu kayba depolama maliyeti ve amortisman gibi giderleri de eklediğimizde toplam kayıp tespit edilmektedir. Bu değer depoların bağlı olduğu lojistik müdürü tarafından %4 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak;

$$0,212 + 0,04 \cong 0,25$$

yıllık toplam taşıma maliyeti %25 olarak bulunmuş olur.

5.2.5 Taşıma Maliyeti (TL)

Ürün maliyetinin yüzdesi olarak yıllık taşıma maliyetinin bulunmasının ardından, sıra taşıma maliyetinin TL olarak bulunmasına gelmiştir. Bu maliyet şu şekilde bulunur;

$$P \cdot F = H$$

$$53820000 \cdot 0,25 = 13455000 \text{ TL}$$

$$H = 13455000 \text{ TL/yıl olmaktadır.}$$

5.2.6 Stoksuzluk Maliyet

Emniyet stokunun tespitinde ihtiyaç duyulan verilerden en önemlisi hammadde yada başka bir sebeple ortaya çıkan satış kaybında oluşan maliyetlerdir.

Stokun olmaması durumunda en temel kayıp potansiyel karın elde edilememesidir. Bunun yanında boşa giden ve pazarlama çalışmalarında maliyetleri göz önüne alınmalıdır. Kısaca iki temel stoksuzluk maliyet bileşeni ortaya çıkmaktadır.

- Kayıp kar
- Pazarlama kayıpları

S.M hammaddesi kullanıldığı 200 ml süsp. ürününün her bir kutusunda 60gr mevcuttur. Ürünün fiyatı 12418000 TL'dir. Dolayısıyla s.m hammaddesinin 1000 gr'ına bağlı gelir şu şekilde olmaktadır.

$$12418000 \cdot \frac{1000}{60} = 206966666,7 \text{ TL}$$

Kar beklentisi ise ürünün satış fiyatının %10'udur. Yani toplam kar kaybı;

$$206966666 \cdot 0,1 = 20696666 \text{ TL'dir.}$$

Pazarlama faaliyetleri ürünün satış fiyatından karın ve hammadde maliyetlerinin çıkmasının ardından kalan miktarın %5'i olarak verilmiştir. Kar %10 ve hammadde maliyeti ise muhasebeden %35 olarak alınmıştır.

Sonuç olarak;

$$(1 - 0,35 - 0,10) \cdot 0,05 = 0,0275$$

$$0,0275 \cdot 206966666 = 5691583 \text{ TL}$$

olarak boşa giden pazarlama faaliyetleri kaybı ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak toplam stoksuzluk maliyeti şu şekilde olmaktadır;

$$20696666 + 5691583 = 26388249TL$$

Stoksuzluk Maliyeti = 26388249TL

5.2.7 Sipariş Maliyeti

Sipariş maliyetinin belirlenmesi, ekonomik sipariş miktarının tespiti açısından önemlidir. S.m hammaddesinin her bir siparişinin maliyetinin anlaşılması için sipariş verme sürecinin ve bunla ilgili kişi ve zamanların bulunması önemlidir.

Satınalma departmanının yapılan görüşme sonucundan sipariş verme sürecinin şu şekilde olduğu ortaya çıkmıştır.

İşlemlerin toplam maliyetinin 2 temel bileşeni mevcuttur.

- Eleman maliyeti
- İletişim giderleri

Toplam maliyet şu şekildedir.

$$C= 92306950 TL$$

5.2.7.1 Eleman Maliyetleri

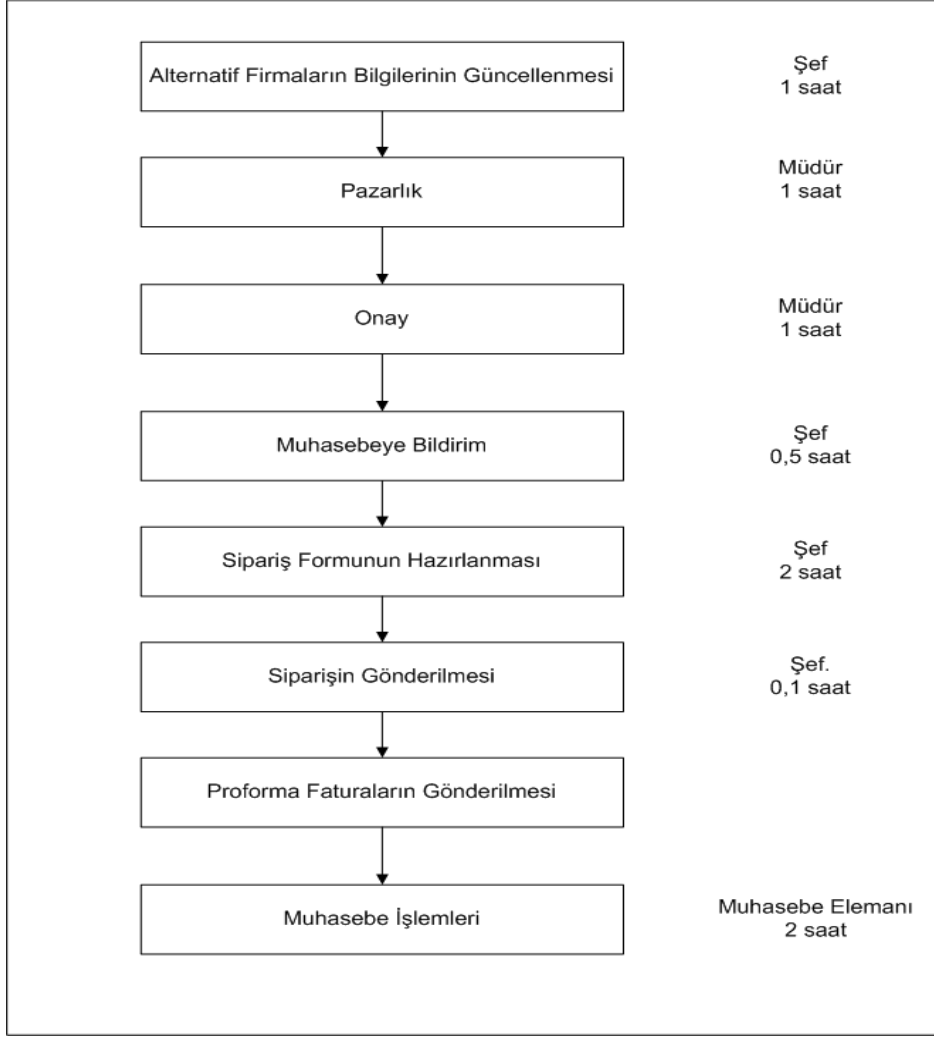
Sipariş sürecinde görev alan elemanlar ve meşguliyet sürelerini özetlediğimizde aşağıdaki veriler ortaya çıkmaktadırlar. İlgili iş akışı şekil 5.4’de verilmiştir.

Satınalma Şefi 3.6 saat

Satınalma Müdürü 2 saat

Muhasebe Elemanı 1 saat

İnsan kaynakları departmanından alınan aylık yaklaşık maliyetler ışığında eleman maliyetleri tablo 5.13’deki gibi olmaktadır.



Şekil 5.4 Sipariş verme iş akışı

Tablo 5.13 Eleman maliyetleri

Eleman	Aylık Maliyet	Saat Maliyeti	Toplam Maliyet
Satınalma Şefi	2000000000	10246305	36951498
Satınalma Müdürü	4000000000	20528611	41057223
Muhasebe Elemanı	1500000000	7698229	7698229
		Toplam Maliyet	85706950 TL

5.2.7.2 İletişim Maliyetleri

İletişim maliyetlerini pazarlık ve sipariş verilmesi aşamasında kullanılan telefon giderleri oluşturmaktadır.

Toplam yapılan telefon görüşmesi saati 1 saat pazarlık ve 0.1 saatte faks gönderisi olması dolayısıyla 1.1 saattir.

Sipariş gönderilen firma İstanbul'da fakat Anadolu yakasında olması dolayısıyla 6.000.000TL'dir.(Telekom web sitesi, 2002)

Yani toplam iletişim maliyeti;

6000000*1.1= 6600000TL'dir.

5.2.8 Sipariş Büyüklükleri

Verilen siparişlerin büyüklüğü emniyet stoklarının büyüklüğünü etkilemektedir. Bu sebeple stok taşıma maliyetlerini hem iki sipariş arası taşıma yönünden hem de emniyet stoklarının taşınması yönünden etkilemektedir. Bu sebeple sipariş büyüklükleri oldukça önemli bir konu olmaktadır.

Sipariş büyüklüğüne karar verilirken uygulamamada kullanılacak olan model ekonomik sipariş miktarı modelidir.

Ekonomik sipariş miktarı şu şekildedir.

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} \text{ (Fogarty, 1991)}$$

C=Sipariş başına sipariş maliyeti

R=Yıllık talep

P=Ürün maliyeti

F=Yüzde olarak ürün taşıma maliyeti

Bu formüle bağlı olarak Q şu şekilde olmaktadır.

$$Q = \sqrt{\frac{92,306,930 * 2 * 27972}{53,820,000 * 0,25}} = 619 \text{ kilo}$$

Bilim İlaç'ta mevcut sipariş lot büyüklüğü olarak 700kg kullanılmaktadır.

Emniyet stokları tespit edilirken iki alternatifte ayrı ayrı kullanılacaktır.

5.2.9 Optimum Stoksuzluk Yüzdesi

Bu bölümde uygulamanın ana amacı olan stoksuzluk yada servis oranının tersini bulmak amaçlanmıştır. Tezin daha önceki bölümünde anlatılan stokastik modellerde geçen şu formül kullanılmaktadır.

$$P(S) = \frac{HQ}{AR + HQ}$$

H= P*F = Yıllık stok taşıma maliyeti (ürün/TL)

Q= Sipariş büyüklüğü

R= Yıllık talep

A= Stoksuzluk maliyeti

$$P(s) = \frac{13455000 * 619}{(26388249 * 27972) + (13455000 * 619)} = 0,0112$$

Servis yüzdesi= 1- 0,0112=0,9888

Ayrıca mevcut sipariş miktarı kullanıldığında optimum stoksuzluk yüzdesi şu şekilde olmaktadır.

$$P(s) = \frac{13455000 * 700}{(26388249 * 27972) + (13455000 * 700)} = 0,012599$$

Servis yüzdesi= 1-0,012599=0,9874

5.2.10 Emniyet Stoku Tespiti

Emniyet stoku tedarik süresinde ortaya çıkabilecek olan dalgalanmaların stoklardan karşılanabilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Emniyet stokunun bulunması formülü şu şekildedir.

$$S = z\sigma\sqrt{L}$$

σ = Talebin standart sapması

L = Temin süresi/ Talep verilerinin süresi

Z = İstenen servis yüzdesine ve normal dağılım tablosundan alınan z sayısı

Bu verilere bağlı olarak iki farklı sipariş miktarı için emniyet stokları şu tablo 5.14'deki olmaktadır.

Tablo 5.14 Emniyet stokları

Q	Servis oranı	Z	S(Emniyet Stoku)
619	0,9888	2,285	1849,23
700	0,9874	2,235	1808,77

5.2.11 Temin süresindeki Talep

Yeniden sipariş noktası tespit edilirken temin süresi içindeki ortalama talep belirlenmelidir. Bu değer şu şekilde bulunmaktadır;

$$M = L * \bar{X}$$

$$M = 2,06 * 2331,52$$

$$M = 4803$$

5.2.12 Yeniden Sipariş Noktasının Bulunması

Yeniden sipariş noktası daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere emniyet stoku ile temin süresindeki talebin toplamından oluşmaktadır. Buna bağlı olarak Bilim İlaç A.Ş’de s.m için yeniden sipariş noktaları mevcut 700kg sipariş büyüklüğü ve ekonomik sipariş büyüklüğü olan 619kg için şu tablo 5.15’deki gibi olmaktadır.

Tablo 5.15 Yeniden sipariş noktaları

Q	M(Tedarik Süresi Talebi)	S(Emniyet Stoku)	B(Yeniden Sipariş Noktası)
619	4803	1850	6653
700	4803	1808	6611

5.2.13 Sonuç

Yukarıda elde edilen s.m hammaddesi için yeniden sipariş noktası, emniyet stoklarının miktarı ve servis yüzdesi Bilim İlaç A.Ş bünyesindeki planlama departmanı için önem taşımaktadır.

Bunun yanında bulunan optimum servis oranı da departman beklentileriyle paraleldir. Bu durumda modelin sonuçları sezgisel olarak doğrulanmış olmakta ve diğer hammadde, ara ürün ve ürün için emniyet stoklarının tespiti projelerine temel teşkil ederek, işletme açısından değerli bir çalışma olmaktadır.

Fakat yapılması gereken iyileştirmelerin olduğu açıktır. Bunlar;

- Talebin sapmalarının azalması
- Temin sürelerinin kısılması
- Tam zamanında üretime geçerek taşıma maliyetlerinin azalması

Bu sayede emniyet stokları ve temin süresindeki talep azalarak, yeniden sipariş noktasının düşürülmesi ve buna bağlı maliyetlerin azalması mümkün olmaktadır. Ayrıca bu şekilde işletmenin kısıtlı depolama kapasitesi daha verimli kullanabilecek ve verim artışı sağlanacaktır.

6 SONUÇ

Bu bölümde tezimin amacı, bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen uygulamalar, uygulamanın sonuçları anlatılacak ve bu sonuçlara bağlı olarak etkin bir tedarik zinciri için öneriler sunulacaktır.

Daha öncede belirtildiği üzere tezimin amacı tedarik zinciri sisteminin verimliliğinin artması için öncelikle üç temel alt alanda kullanılabilecek modellerin özetlenmesi ve ilaç sektöründeki mevcut sistemin etkinliğinin artması için yüksek lisans seviyesinde çalışmalar yapılmasıdır.

Uygulama haricindeki bölümlerde tedarik zinciri sisteminin temel bileşenleri ve bu bileşenlerde alınması gereken kararlara yardımcı olacak modeller gösterilmiştir.

Teorik bilgilerin ardından uygulama kısmında ilaç sektörünün köklü firmalarından Bilim İlaç A.Ş ile temasa geçilmiş ve bir aylık bir çalışma sonucunda iki bağımsız uygulama gerçekleştirilmiştir.

Bu uygulamalardan birincisi s.m adlı önemli ve yoğun bir şekilde kullanılan hammadde için emniyet stokunun tespitidir. Bu çalışmadaki amaçlardan biri stoksuzluk durumunda yada aşırı stok durumunda oluşan maliyetlerin optimizasyonunun sağlanmasıken bir diğer amaçta gerek maliyetin tespitinde gerekse de servis yüzdesi ve buna bağlı emniyet stokunun tespiti için bir örnek verilmesidir. Bu sayede endüstri mühendisliği eğitimi almamış kişilerinde bu uygulamaları gerçekleştirebilmesini sağlamaktadır.

Bu uygulama sonucunda aşağıdaki emniyet stoku miktarı ve yeniden sipariş noktası değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1 Emniyet stokları ve yeniden sipariş noktaları

Q	Servis oranı	Z	S(Emniyet Stoku)
619	0,9888	2,285	1849,23
700	0,9874	2,235	1808,77

İkinci uygulama ise niteliği dolayısıyla etkin bir tedarik zinciri sistemi açısından çok gerekli olan bir konu ile ilgilidir. Bilim İlaç A.Ş.'de hammaddelerin çoğu ithalat yoluyla temin edilmekte ve normal taşıma türü olarak denizyolu kullanılmaktadır. Bu nedenle etkin bir satış tahmini doğru bir malzeme ihtiyaç planlaması için önem taşımakta ve olası bir yanlışlık neticesinde işletmenin yoka satış durumunu düşmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle ilgili elamanlarla yapılan görüşme sonucunda üç ürün için mevcut sistem olan satış departmanlarından gelen tahminlerin yerine alternatif metotlar denenmiştir.

Bu uygulama sekiz aylık bir zaman dilimi içinde dört ayrı metot için gerçekleştirilmiştir.

Bu metotlar;

- Klasik tahminler
- Ekspansiyel Düzeltme
- Ortalama metodu
- Normal dağılım(servis yüzdesi)

Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki tablo 6.2'deki değerler tespit edilmiştir.

Tablo 6.2 Metotların hata skorları tablosu

Ürünler	Klasik Satış Tahminleri	Ekspansiyel Düzeltme	Ortalama Metodu	Normal Dağılım
200 ml süsp.	167	130	133	115
1 gr IM	87	29	70	68
0.5 GR IM	56	31	50	37

Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere klasik tahmin metodu bütün metotlar arasında en düşük performansı göstermiştir. Bunun yanında satış ve pazarlama faaliyetlerinin de şüphesiz satış rakamlarında etkisi mevcuttur. Bu nedenle tahminlerde ve satışlarda görülen normalden düşük ve yüksek satışların sebepleri satış departmanı ile görüşmeli ve her ürün için seçilen tahmin metoduna adapte edilmeli ve bu metodun bu tahmin edilmeyecek noktalardaki performansının artması sağlanmalıdır.

Çalışmanın sonucu olarak Bilim İlaç A.Ş.'de etkin bir tedarik zinciri sistemi için yapılması gereken başlıca faaliyetler şunlardır.

Mevcut uygulamanın iki yıllık verilere göre yapılması normal dağılımın tespiti açısından yeterince uzun bir süre değildir, bu nedenle geçen yıllara ait veriler de tespit edilerek bunlarında kullanılması gerekmektedir.

Satış departmanı ile görüşülerek satışlardaki dalgalanmaların sebepleri araştırılmalı ve ya bu dalgalanmaların engellenmesi sağlanmalı ya da bu dalgalanmaların satış tahminlerine adapte edilmesi sağlanmalıdır.

Dört modelin dışında farklı modeller ve yazılımlar kullanılarak tahminlerin doğruluğunun araştırılması sağlanmalıdır.

Satış tahmini etkinliğinin artması için yapılan çalışmalar ürünler için yapılacak olan bir ABC ardından A tipi ürünlerden başlayarak C tipi ürünlere kadar bölümler ve disiplinler arası bir çalışmayla yapılmalıdır.

Bu çalışmaların ardından Bilim İlaç A.Ş.'nin tedarik zinciri sisteminin hiç şüphesiz verimliliği artacak ve gerek elde edilen maliyet ve dolayısıyla fiyat avantajı gerekse de yoka-satış durumunun azalmasına bağlı müşteri memnuniyeti avantajı neticesinde büyük bir avantaj elde edilecektir.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, F.**, 1998. Olasılık ve İstatistik, Baki Kitabevi, Adana
- Ballou, R.H.**, 1998. A Performance Comparison of Several Popular Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling , *Journal of Business Logistics*, **1**, sf: 51-65
- Ballou, R.H.**, 1999. Business Logistics Management, Prentice-Hall, New Jersey
- Berkowitz, E. N., Kerin, A.R. ve Hartley, S.W., Rudelius W.**, 1996. Marketing, McGraw Hill, New York
- Blanchard B. S.**, 1998. Logistical Engineering and Management, Prentice Hall, New Jersey
- Bowersox, D. J. ve Closs, D.J.** 1996, Logistical Management, McGraw Hill, New York
- Calm, H.**, 1999. Fourth Party Logistics: The Evolution of Supply Chain Sourcing, www.infochain.org
- Eno Foundation Inc.**, 1992. Transportation in America, Eno Foundation, New York
- Erkut, H. ve Başkac M.**, 1997. Tesis Tasarımı, İrfan Yayımcılık, İstanbul
- Fogarty, D.W, Blackstone, J.H, Thomas, R.H.**, 1991. Production and Inventory Management, South-Western Publishing, Cincinnati
- Halaç, O.**, 1998, İşletmelerde Simulasyon Yönetimi, İstanbul
- Kobu, B.**, 1996. Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı, İstanbul
- Lynwood, A.J., Montgomery, D.C.**, 1974. Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, John Wiley and Sons, New York
- Magill, P.**, 2000. Outsourcing Logistics- The Transition to 4th Party Logistics in Europe, Informa Publishing Group Ltd., Londra
- Plossl, G.W.**, 1994. Material Requirements Planningi McGraw Hill, New York

- Silver, E.A. ve Meal, H.C.**, 1969. A Simple Modification of EOQ for the Case of Varying Demand Rate, *Production and Inventory Management*, **10**. sf: 52-65
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. ve Simchi-Levi, Edith**, 2000. Designing and Managing the Supply Chain, McGraw Hill, New York
- Taha, H.A.**, 1997. Operations Research an Introduction, Prentice-Hall, New Jersey
- Telekom Web sitesi**, 01.03.2002, www.telekom.gov.tr
- Ülengin, F. ve Uray, N.**, 1999. Current Perspectives in Logistics: Turkey as a Case Study, *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, **29**, sf: 22-49
- Üreten, S.**, 1999. Üretim/İşlemler Yönetimi, Başar, Ankara
- Wagner, H.M. ve Whitin, T.W.**, 1958. Dynamic Verison of the Economic Lot Size Model, *Management Science*, **5**, sf: 89-96

FK-1	1nci IM	MRD Tahminleri												
		Mart-01	Nisan-01	Mayıs-01	Haziran-01	Temmuz-01	Ağustos-01	Eylül-01	Ekim-01	Kasım-01	Aralık-01			
Klasik Tahminler	1 Tahmin	10	10	11	9	5	12	13	13	14	8			
	Gerçekleşen	10	10	10	15	12	12	11	8	5	4			
		10	10	11	9	4	18	20	13	12	3	+	37	
	E fark	0	0	1	-5	-13	-7	2	7	14	13	-	25	
													Skor	87
Fy Tahminler	Fy tahmin	10	10	10	10	11	12	12	12	11	10			
	Gerçekleşen	10	10	10	15	12	12	11	8	5	4			
		10	10	10	10	11	17	13	12	10	6			
	E fark	0	0	0	-5	-6	-1	1	5	10	12			
			10	10	10	11	11 44	11 8256	11 9445	11 38303	10 13083			
			0	0	0	0 3	0 342	0 35508	0 28424	0 030512	0 3543			
			10	10	10	11 3	11 782	12 1807	12 2288	11 41354	9 776531			
			0	0	0	-5	-1	0	1	4	6	6	+	17
													-	6
													Skor	29
Ağırlıklı Ortalama	Fy +1 Tah	10	10	11	10	8	12	13	13	13	9			
	Gerçekleşen	10	10	10	15	12	12	11	8	5	4			
		10	10	11	10	7	17	17	13	11	4			
	E fark	0	0	1	-4	-9	-4	2	7	13	13	+	36	
													-	17
													Skor	70
M D	1 Tahmin	14	14	14	14	8	14	14	14	14	8			
	Gerçekleşen	10	10	10	15	12	12	11	8	5	4	+	38	
		14	10	10	10	4	15	18	12	11	2	-	15	
	E fark	4	4	4	-1	-9	-6	1	5	11	9	Skor	68	

Ek-3 200 ml sişen		MRP Tahmini											
		Mart.01	Nisan.	Mayıs.	Haziran.01	Temmuz.01	Ağustos.	Eylül.01	Ekim.01	Kasım.	Aralık.01		
Klasik	1 Tahmin	45	40	43	55	20	44	40	47	53	30		
	Gerçekleşen	40	38	50	30	32	51	33	34	36	18		
		45	40	38	53	27	28	61	54	37	26	+	97
	Eark	5	2	-10	4	-1	-24	4	24	25	33	-	35
												Skor	167
Fv Tahminler	Fv tahmin	45	30	30	42	41	30	42	40	38	37		
	Gerçekleşen	40	38	50	30	32	51	33	34	36	18		
		45	40	34	41	52	36	33	52	20	31		
	Eark	5	1	-15	-13	7	-8	-8	10	3	16		
		30 6	30 184	41 18016	41 1062784	30 520706	41 6012	40 2204	38 8082	37 03036			
		40 12	40 2088	0 452688	0 20471712	40 2603426	0 43557	40 1066	40 174	40 61045			
		30 48	38 0752	41 632848	41 4009055	30 251454	42 0367	40 1228	38 4242	37 31001			
Ağırlıklı		5	1	-11	3	0	-12	0	6	2	10	+	42
												-	44
												Skor	130
	Fv +1 Tah	45	40	41	40	31	42	46	44	46	38		
	Gerçekleşen	40	38	50	30	32	51	33	34	36	18		
N D		45	40	36	47	40	32	47	53	33	28		
	Eark	5	2	-12	-4	4	-15	-1	18	15	25	+	60
												-	32
												Skor	133
	1 Tahmin	44	44	44	44	26	44	44	44	44	26		
	Gerçekleşen	40	38	50	30	32	51	33	34	36	18	+	53
		44	44	40	38	32	30	50	51	33	16	-	31
	Eark	4	6	-4	-5	-5	-17	0	17	14	12	Skor	115

ÖZGEÇMİŞ

Fatih Yiğit, 29 Mayıs 1977 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. Ortaokul ve lise eğitimini Özel Belde Lisesi'nde tamamlamıştır.

1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde başladığı lisans eğitimini 2000 tamamlamış ve 2000-2001 öğretim yılında, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programına başlamıştır.