

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEDARİK ZİNCİRİNDE KAMÇI ETKİSİ VE
ENVANTER YÖNETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. İbrahim DOĞAN

Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU

HAZİRAN 2002

**TEDARİK ZİNCİRİNDE KAMÇI ETKİSİ VE
ENVANTER YÖNETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
End. Müh. İbrahim DOĞAN
(507991503)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Mayıs 2002**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Sıtkı GÖZLÜ
Yrd. Doç. Dr. Murat Baskak**

HAZİRAN 2002

ÖNSÖZ

Gerek akademik çevrede gerekse endüstride Tedarik Zinciri Yönetimi üzerinde ilgi gün geçtikçe artmakta ve bu konuda sayısız çalışma yapılmaktadır. Firmaların üretim maliyetlerini düşürmeleri, tedarik zincirinde koordineli çalışma ile kaydetmiş oldukları kazançlar, bilgi ve iletişim teknolojilerinde kaydedilen ilerlemeler, ulaşımda maliyet düşürücü alternatiflerin çoğalmış olması araştırmacıları bu konuda çalışmaya sevk eden en önemli sebeplerdir. Bu kazançlarına karşılık firmalar da kayıtsız kalmamışlar ve tedarik zincirlerini analiz ederek, etkinliğini artırmak için gerekli çalışmaları yürütmüşlerdir. Dünyadaki bu gelişmelerine karşılık Tedarik Zinciri Yönetimi ülkemizde henüz tanınma aşamasındadır.

Bu çalışmada Tedarik Zinciri Yönetimi ve tedarik zincirinde bilgi paylaşımının önemi üzerinde durulmuştur. Tedarik zincirinde her bir aşamanın son kullanıcı talepleri hakkında bilgi sahibi olması ve olmaması durumlarında tedarik zincirinin etkinliği tartışılmıştır. Ayrıca bir bankanın kredi kartı müşterileri için faaliyet sürdüren bir armağan firması ve onun tedarikçilerinden olan, bıçak üretimi yapan bir firmadan oluşan bir tedarik zinciri üzerinde geliştirilen çeşitli modellerde tedarik zincirinin performansı ortalama stok, tedarik zincirindeki değişkenlik, envanter maliyeti ve sistem maliyeti yönünden karşılaştırma yapılmıştır.

Bu çalışmam sırasında yardımları ve desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. M. Bülent Durmuşoğlu'na, üzerimde büyük emeği olan hocalarım ve aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2002

İbrahim Doğan

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
ÖZET	X
SUMMARY	XI
1 GİRİŞ	1
1.1 Genel Tanımlar	1
1.2 Tedarik Zinciri Yönetimi ile Lojistik Yönetiminin Karşılaştırılması	4
1.2.1 Lojistik	4
1.2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi	6
1.3 Tedarik Zincirindeki Proseslere Genel Bir Bakış	7
1.3.1 Tedarik Zincirinde Çevrim Görüşü	7
1.3.1.1 Müşteri talebi çevrimi	8
1.3.1.2 Yenileme çevrimi	9
1.3.1.3 Üretim çevrimi	10
1.3.1.4 Tedarik çevrimi	12
2 LİTERATÜR	13
2.1 Tedarik Zinciri Yönetim Literatürü	13
2.2 Kamçı Etkisi Literatür	16
3 TEDARİK ZİNCİRİNDE ENVANTER YÖNETİMİ	20
3.1 Envanter Yönetimine Giriş	20
3.2 Tek Depolu Stok Modeli	21
3.2.1 Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli	22
3.2.1.1 Sipariş Maliyetsiz Envanter Modeli	23
3.2.1.2 Sabit Siparişli Envanter Modeli	25
3.2.2 Sabit Sipariş Periyotlu Envanter Modeli	26
3.2.3 Değişken Temin Süreleri	27
3.3 Tedarik Zincirinde Aşamalı Stok Yönetimi	27
3.3.1 Temel Kontrol Sistemi	29
3.3.2 Seri Tedarik Zincirinde Envanter Yönetimi	31

3.4	Eş Zamanlı Talep Bilgisinin Stok Yönetimi Üzerindeki Etkisi	32
3.5	Etkin Stok Azaltma Yöntemleri	36
3.5.1	Periyodik stok takibi politikası	36
3.5.2	Güvenlik stokları, temin süreleri ve kullanım oranlarındaki sıkı yönetim	36
3.5.3	ABC Sınıflandırması	36
3.5.4	Güvenlik stokun azaltılması	37
3.5.5	Sayısal yaklaşımlar	37
3.5.6	Merkezi Sistemlerle Merkezi Olmayan Sistemlerin Karşılaştırılması	37
4	TEDARİK ZİNCİRİNDE KAMÇI ETKİSİ	39
4.1	Kamçı Etkisinin Sebepleri	42
4.1.1	Talep tahminlerindeki güncelleme	42
4.1.2	Parti sipariş verme	43
4.1.3	Fiyat dalgalanmaları	44
4.1.4	Stok tahsis etme (Orantılama Oyunu)	45
4.2	Kamçı Etkisinin Azaltmak İçin Metotlar	46
4.2.1	Birden Çok Talep Tahmini Güncellemekten Kaçın	46
4.2.2	Parti Halinde Sipariş Vermekten Kaçınma	48
4.2.3	Fiyatların Sabitlenmesi	49
4.2.4	Malın Olmadığı Durumlarda Malın Elimine Edilmesi	50
4.3	Tedarik Zincirinde Kamçı Etkisinin Ölçülmesi	50
4.3.1	Sonucun yorumları	53
4.3.2	Merkezi bilginin kamçı etkisi üzerinde etkisi	54
4.3.3	Merkezi talep bilgili tedarik zinciri	55
4.3.4	Merkezi olmayan talep bilgili tedarik zinciri	56
4.3.5	Merkezi bilginin önemi konusunda yönetsel görüşler	56
4.3.6	Kamçı etkisinin simülasyonla gösterimi	57
4.3.6.1	Merkezi olmayan talep bilgisine göre kamçı etkisinin gösterilmesi	57
4.3.6.2	Merkezi talep bilgisine göre kamçı etkisinin gösterilmesi	66
5	UYGULAMA	75
5.1	Tedarik Zinciri Yönetiminde Çeşitli Envanter Modelleri	75
5.2	Bıçak Fabrikası	77
5.3	Tedarik Zincirinde Envanter Modelleri Simülasyonları	87
5.4	Senaryo Sonuçları	112
6	SONUÇLAR	118
	KAYNAKLAR	122

EKLER	125
ÖZGEÇMİŞ	133

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1	Ekonomik Sipariş Miktarının Katlarına Göre Maliyet Artışı 23
Tablo 3.2	Tedarik Zincirinde Talep Bilgisi ve Stok Kontrolü 29
Tablo 4.1	Kamçı Etkisini Azaltma İçin Yapılması Gerekenler..... 47
Tablo 4.2	Merkezi Olmayan Talep Bilgili Simülasyon 61
Tablo 4.3	Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumunda $Var(q)/Var(D)$ Simülasyon Sonuçları 62
Tablo 4.4	İki Aşamalı Bir Tedarik Zincirinde Temin Sürelerine Göre Son Kullanıcı Talepleri Varyansların 2. Aşama Siparişlerinin Varyansına Oranı 64
Tablo 4.5	Farklı r Değerleri için $Var(q)/Var(D)$ ($z = 2, L = 1$) 66
Tablo 4.6	Merkezi Talep Bilgili Simülasyon 68
Tablo 4.7	Merkezi Talep Bilgili Simülasyon İçin $Var(q)/Var(D)$ 70
Tablo 4.8	Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumunda $Var(q)/Var(D)$ Formül Sonuçları 73
Tablo 4.9	Merkezi Talep Bilgisi Durumunda $Var(q)/Var(D)$ Formül Sonuçları 73
Tablo 5.1	İncelenen Tedarik Zincirinde Performansı Artırmak İçin İzlenebilecek Stratejiler..... 77
Tablo 5.2	Yeni Yerleşim Düzeninde 1 Nolu Hücre ve İşlemler 81
Tablo 5.3	Yeni Yerleşim Düzeninde 2 Nolu Hücre 82
Tablo 5.4	Yeni Yerleşim Düzeninde 3 Nolu Hücre 83
Tablo 5.5	Yeni Yerleşim Düzeninde 4 ve 5 Nolu Hücreler 84
Tablo 5.6	Yeni Yerleşim Düzeninde 6 Nolu Hücre 85
Tablo 5.7	Karşılaştırma Yapılan Senaryolar 88
Tablo 5.8	Senaryoların Açıklaması 88
Tablo 5.9	Talebin Yapısı 89
Tablo 5.10	Armağan Firmasının Faaliyetleri ve Kaynakları..... 90
Tablo 5.11	Bıçak Firması ve Armağan Firması İçin Maliyet ve Veriler 90
Tablo 5.12	Armağan Firması İçin Maliyetler 91
Tablo 5.13	Armağan Firmasının Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde Stokları (Senaryo 1) 97
Tablo 5.14	Bıçak Fabrikasının Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde Stokları (Senaryo 1) 97
Tablo 5.15	Armağan Firması İçin Merkezi Olmayan Envanter Modelinde Maliyetler (Senaryo 1) 98
Tablo 5.16	Bıçak Firmasında Merkezi Olmayan Envanter Yönetimi İçin Maliyetler (Senaryo 1) 99

Tablo 5.17	Armağan Firmasında Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetimi (Senaryo 2).....	99
Tablo 5.18	Bıçak Firmasında Eş Zamanlı Talep Bilgisi Durumunda Envanter Yönetimi (Senaryo 2).....	99
Tablo 5.19	Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Armağan Firmasında Maliyetler	100
Tablo 5.20	Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasında Maliyetler	100
Tablo 5.21	Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Armağan Firması Stok Durumu (Senaryo 3)	101
Tablo 5.22	Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasının Stok Durumu (Senaryo 3).....	101
Tablo 5.23	Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Armağan Firması İçin Maliyetler.....	103
Tablo 5.24	Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Bıçak Firması İçin Maliyetler	104
Tablo 5.25	Merkezi Envanter Yönetiminde Armağan Firmasının Stok Durumu (Senaryo 4)	106
Tablo 5.26	Merkezi Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasının Stok Durumu (Senaryo 4).....	106
Tablo 5.27	Merkezi Envanter Modelinde Armağan Firması İçin Maliyetler...	107
Tablo 5.28	Merkezi Envanter Yönetiminde Bıçak Firması İçin Maliyetler.....	107
Tablo 5.29	Direkt Dağıtımda Bıçak Firmasında Mamul Stok Durumu	110
Tablo 5.30	Direkt Dağıtımda Bıçak Firmasında Hammadde Stok Durumu	110
Tablo 5.31	Direkt Dağıtımda Mamul Stoku İçin Oluşan Maliyetler	111
Tablo 5.32	Direkt Dağıtımda Hammadde Stokundan Kaynaklanan Maliyetler.....	111
Tablo 5.33	Armağan ve Bıçak Firmalarının Siparişlerinin Standart Sapması .	114
Tablo 5.34	Son Kullanıcı Taleplerinin Varyansının Firmaların Vermiş Olduğu Siparişlerin Varyansına Oranı	114
Tablo 5.35	Son Kullanıcı Taleplerinin Armağan Firması Tarafından Stoktan Karşılanamayanların Sayısı.....	116
Tablo 5.36	Senaryoların Ortalama Stok Miktarları Bakımından Karşılaştırılması	116
Tablo 5.37	Senaryoların Stokun Elde Bulundurma Maliyetleri Yönünden Karşılaştırılması	117
Tablo 5.38	Senaryoların Toplam Sistem Maliyetleri Yönünden Karşılaştırılması	117
Tablo A.1	A ve B Tipi Bıçaklar İçin İşlemler ve Süreleri	123
Tablo A.2	C Tipi Bıçaklar İçin İşlemler ve Süreleri	124
Tablo B.1	Bıçak Seti İçin Temin Süresi	125
Tablo C.1.	Depo Hareketleri	126
Tablo C.2	ABC Göre Oluşturulan Kaynaklar ve Kaynak Maliyet	

	Anahtarları	126
Tablo C.3	Personel Sayı Bilgileri	126
Tablo C.4	Kaynakların Toplam Değerleri	127
Tablo C.5	Sınıflandırılmayan Masrafların Maliyeti Personel Sayı Bilgileri	127
Tablo C.6	Ofis Faaliyetleri İçin Genel Bilgiler	127
Tablo C.7	Depo Faaliyetleri İçin Genel Bilgileri.....	128
Tablo C.8	Ürün Giriş Kontrolü İçin Maliyet Değerleri	128
Tablo C.9	Depolama Faaliyeti İçin Maliyetler	128
Tablo C.10	Depodan Sevkıyat Faaliyeti İçin	128
Tablo C.11	Üst Yönetim İçin Maliyet Bilgileri	129
Tablo C.12	Mali ve İdari İşler İçin Maliyet Bilgileri.....	129
Tablo C.13	Depo Telefon Bilgileri	129
Tablo C.14	Depodan Sevkıyat Faaliyeti İçin Maliyet Bilgileri	129
Tablo C.15	Sipariş Verme Maliyetleri	130
Tablo C.16	Sipariş ve Ürün Depolama Maliyetleri	130
Tablo C.17	Taşıma Maliyetleri	130

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Tedarik Zinciri Ağ Yapısı..... 2
Şekil 1.2	Bütünleşmiş Tedarik Zinciri Modeli (Handfield, 1999) 4
Şekil 1.3	Lojistik Yönetimi 5
Şekil 1.4	Tedarik Zinciri Tasarım Elemanları..... 5
Şekil 1.5	Tedarik Zincirinde Gerçekleşen Proseslerin Çevrimleri (Chopra, 2001) 7
Şekil 1.6	Müşteri Talebi Çevrimi..... 8
Şekil 1.7	Yenileme Çevrimi 10
Şekil 1.8	Üretim Çevrimi 11
Şekil 1.9	Tedarik Çevrimi 12
Şekil 3.1	Minimum-Maksimum Stok Politikası..... 26
Şekil 3.2	(T,S) Stok Politikası (Silver ve diğ,1998)..... 27
Şekil 3.3	Çok Aşamalı Envanter Durumu 28
Şekil 3.4	Temel Stok Politikasında Bilgi ve Stok Akışı 30
Şekil 3.5	Perakendeci ve üreticinin stok düzeyleri 34
Şekil 4.1	Tedarik Zinciri(Sımchi-Levi ve diğ,2000)..... 40
Şekil 4.2	Tedarik Zincirinde Her Bir Aşamanın Vermiş Olduğu Sipariş Miktarları 41
Şekil 4.3	Üreticinin Siparişlerinin Son Kullanıcı Taleplerle Karşılaştırılması .. 43
Şekil 4.4	Farklı r Değerleri İçin $Var(q)/Var(D)$ ($L=1$ ve $z=2$) 53
Şekil 4.5	Farklı Temin Süreleri İçin $Var(q)/Var(D)$ ($z=2$ için)..... 54
Şekil 4.6	Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Tedarik Zincirlerinde $Var(q)/Var(D)$ 57
Şekil 4.7	Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumu Simülasyonu İçin Akış Diyagramı 60
Şekil 4.8	Merkezi Olmayan Talep Bilgisinde $Var(q)/Var(D)$ ($L=1$, $z=0$, $r=0$)..... 63
Şekil 4.9	Merkezi Olmayan Stok Bilgisi Durumunda Simülasyon Sonucu Elde Edilen $Var(q)/Var(D)$ ($L = 3$ için) 63
Şekil 4.10	Simülasyon Sonucu Elde Edilen Son Kullanıcıların Taleplerinin Varyansının 2.Aşamanın Vermiş Olduğu Siparişlerin Varyansına Oranı ($z = 0$, $r = 0$) 64
Şekil 4.11	Farklı r Değerleri İçin Simülasyon Sonucu Elde Edilen

	Var(q)/Var(D) Oranları ($z = 2$, $L = 1$).....	65
Şekil 4.12	Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumu Simülasyonu İçin Akış Diyagramı	66
Şekil 4.13	$L = 1$ İçin Merkezi Talep Bilgili Simülasyonda Var(q)/Var(D)	69
Şekil 4.14	$L = 3$ İçin Merkezi Talep Bilgili Stok Yönetiminde Var(q)/Var(D) ..	72
Şekil 4.15	Değişik p ve L değerleri İçin Merkezi Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Var(q)/Var(D) Simülasyon.....	72
Şekil 4.16	Merkezi ve Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde Var(q)/Var(D) Simülasyon Sonuçları	73
Şekil 4.17	$k = 3$ için Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Simülasyon ve Formül Sonuçları	75
Şekil 4.18	$k = 4$ için Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Simülasyon ve Formül Sonuçları	75
Şekil 5.1	İncelenen Tedarik Zinciri.....	76
Şekil 5.2	Bıçak Fabrikası Mevcut Durum Yerleşim Düzeni.....	79
Şekil 5.3	Bıçak Tipleri İçin Akış Diyagramları	80
Şekil 5.4	Nolu Hücrenin 1 Nolu Hücreden Çekeceği Ürün Sırası.....	86
Şekil 5.5	Hücrel İmalata Göre Tasarlanan Yeni Yerleşim Düzeni	
Şekil 5.6	Talebin Yapısı	89
Şekil 5.7	Her Senaryoda Armağan ve Bıçak Firmasında Gerçekleşen Faaliyetler	91
Şekil 5.8.	1. Senaryo İçin Akış Şeması	93
Şekil 5.9.	3. Senaryo İçin Akış Şeması	102
Şekil 5.10.	5. Senaryo İçin Akış Şeması	107
Şekil 5.11.	1. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları	113
Şekil 5.12.	2. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları	114
Şekil 5.13.	3. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları	114
Şekil 5.14.	4. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları	115
Şekil 5.15.	5. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları	115
Şekil 5.16	Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarlarına Göre Senaryoların Karşılaştırılması.....	116

TEDARİK ZİNCİRİNDE KAMÇI ETKİSİ VE ENVANTER YÖNETİMİ

ÖZET

Günümüzde sadece firmalar değil tedarik zincirlerinde rekabeti söz konusudur. Dolayısıyla firmalar ürünleri hakkında bir karar alacakları zaman sadece kendi ürünlerini değil bütün tedarik zincirini göz önüne almalıdırlar. Tedarik zincirindeki firmalardaki amaç son kullanıcıların taleplerini maliyetlerini düşürerek hızlı bir şekilde karşılamaktır. Fakat firmaların bu amaçlarını gerçekleştirmeleri için bir takım engellerin de ortadan kaldırılması veya hafifletilmesi gerekmektedir.

Son zamanlarda perakendeciler, toptancılar ve dağıtıcılar son kullanıcı taleplerinde büyük dalgalanmalar gözlemlememelerine rağmen, tüm tedarik zinciri boyunca sipariş miktarlarında ve stok seviyelerinde büyük dalgalanmalar gözlemlemiştir. Son kullanıcıların perakendecilere vermiş olduğu bu siparişlerin değişkenliği, tedarik zincirindeki toptancı ve perakendecilerin vermiş olduğu siparişlerden daha düşük olmaktadır. Tedarik zincirinde kamçı etkisi olarak adlandırılan bu olgunun sebepleri talep tahmini, temin süresi, parti siparişi ve stok tahsis oyunudur. Bu etki sayesinde tedarik zincirinde ortalama stoklar artmakta ve bu da daha fazla paranın stoka bağlanmasını gerektirmektedir. Ayrıca maliyet artışları ve son kullanıcı taleplerinin karşılanma oranının düşüklüğünü diğer negatif etkiler olarak sayabiliriz.

Bu çalışmada kamçı etkisini, bir banka adına faaliyet gösteren armağan firması, bu firmanın tedarikçilerinden bıçak seti üreticisi ve bu üreticinin tedarikçilerinden oluşan bir tedarik zincirinde anlatılmaya çalışılmıştır. Yapılan modellerde aşamalı ve doldurmalı stok politikaları, tedarik zincirinde koordinasyonun önemi gösterilmeye çalışılmıştır. Aşamalı stok politikasının doldurmalı stok politikasına göre daha iyi sonuç verdiği, tedarik zincirinde koordinasyonunda performansı daha iyi tedarik zincirleri oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmanın 1. bölümünde tedarik zinciri yönetimi ve prosesleri, Lojistik yönetimi anlatılmıştır. 2. bölümde ise tedarik zincir yönetimi ve kamçı etkisi hakkında literatür çalışması verilmiştir. 3. bölümde ise tedarik zinciri yönetiminde kullanılan doldurmalı ve aşamalı stok yöntemleri anlatılmıştır. 4. bölümde de kamçı etkisinin sebepleri, azaltma yöntemleri anlatılmış ve yapılan simülasyonla merkezi ve merkezi olmayan tedarik zincirleri için büyüklüğü tespit edilmiştir. 5. bölümde de tedarik zincirinde çeşitli modellerle simülasyon yapılmış ve yukarıda sayılan etkiler bu simülasyon sonucunda gösterilmeye çalışılmıştır.

BULLWHIP EFFECT AND INVENTORY MANAGEMENT IN SUPPLY CHAIN

SUMMARY

In today world, not only companies but also supply chains are in the competitive environment. Therefore whenever the firms take decisions on their products, they have to think all stages of the supply chain of this product. The aim must be meeting the final customers' requirements in a speedy way and with the lowest cost through the supply chain. Some obstacles have been in a supply chain to achieve this aim.

In recent years some retailers, wholesalers and distributors have observed that while customer demand for specific products doesn't vary much, inventory and back-order levels fluctuate considerably across their supply chain. The variability of orders which are given by the customers to the retailer is less than the orders which are given by the other members of the chain like as wholesalers and distributors. This phenomenon is called "Bullwhip Effect", and this effect increases towards upstream of the chain. The causes of this effect are demand forecasting, lead time, batch ordering, price fluctuation and inflated orders. This effect can cause some failures as increasing costs, not to meet customer demand on time and to keep more inventory to prevent this variability which causes to tie more money to inventory.

In this study, we try to show the bullwhip effect in a supply chain, composed of a gift delivery company, a bank, a manufacturer and its suppliers. We make different inventory models and we try to show effects of echelon inventory, installation inventory, and coordination in our supply chain. Echelon stock policy indicates better performance than installation stock policy, and we show that the coordination in supply chain makes better results.

In first chapter supply chain management and its processes, logistics management have been described. In the second chapter a literature review is given about the supply chain management and bullwhip effect. In the third chapter stock policies have been described. The bullwhip effect is described in fourth chapter and in the fifth chapter, five scenarios have been examined.

1 GİRİŞ

1.1 Genel Tanımlar

21. yüzyılda şirketlerin karşılaştıkları güçlüklerden bir tanesi rekabet etme zorunluluklarıdır. Firmalar global rekabetin içinde olmaları sebebiyle tamamen müşteri memnuniyeti üzerinde odaklanmışlardır. Müşteri memnuniyetini yerine getirmeleri ise sayı ve çeşitte bol miktarda ürünün müşterinin hizmetine sunulmasını gerektirmektedir. Hızlı ürün gelişimi dinamiklerinden hem müşteriler, hem de firmalar piyasanın ihtiyaçlarını yerine getirmek için faydalanmışlardır. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerçekleştirmek zorunda oldukları kaliteli ve hızlı servis, firmaları tarihte eşi görülmemiş bir baskı içerisinde bırakmıştır. Ayrıca yazılım ve donanım dünyasında meydana gelen gelişmeler yönetimdeki karmaşıklığının yanında esnek üretimi ,ulaşımın hızını, bilgi elverişliliğini artırmıştır.

Bu zorlukları gören araştırmacı ve yöneticiler geleneksel - toplam sistem performansı yerine bireysel aktivitelerin performansını artıran - yaklaşım yerine daha bütünleşik olan bir yaklaşıma gerek olduğunun farkına varmışlardır. Malların ve hizmetlerin piyasalara ulaştırılmasına kadar bütün aktivitelerin koordine bir şekilde takibi ve yönetimi gerekliliği, “tedarik zinciri” kavramının doğmasına sebep olmuştur.

Tedarik zinciri kavramı sadece bu kadarla da sınırlı kullanılamaz. Bazı araştırmacılar bu terimi bir satıcı ve alıcı arasında “ilişkili aktiviteler” (relational activities) olarak görmüştür. Tedarik zincirinin ikinci kullanımı ise daha geniş olmuş ve bu defa bütün üst kademelerdeki tedarikçileri zincirin bir halkası olarak görmüştür. (Dobler&Burt. 1996) Üçüncü kullanımı ise “değer zinciri” (value chain) yaklaşımıdır ve bu yaklaşıma göre bir ürün pazara getirmek için gerekli bütün aktiviteleri kapsamaktadır. (Porter,1995;Davis, 1993;Lee&Billington,1995) Bu görüşte üretim ve ulaşım fonksiyonlarını mal ve hizmetlerin zincirde akışın bir parçası olarak düşünülmüştür.

Bu görüşler ışığında Tedarik Zincirinin çeşitli tanımları yapılmıştır. Mabert ve Venkataraman’a (1998)’e göre;

Bu tanımlar ışığında, Hintlian'ın açıklamış olduğu Tedarik Zinciri Yönetimi'nin (TZY) yedi temel prensibini şu şekilde sıralayabiliriz,

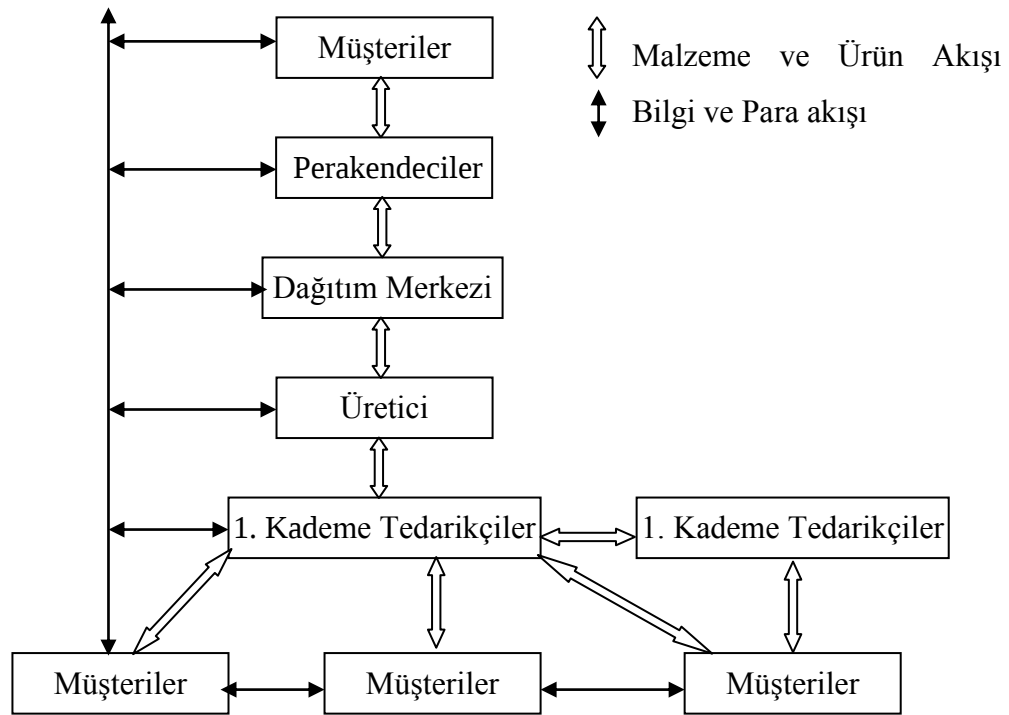
- 1) Prosese müşterinin ihtiyaçlarını ve değerlerini anlayarak, müşteri ile başla. Müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamak için, operasyonlarını düzene sokmak için müşterilerini, ihtiyaçlarına göre gruplandır.
- 2) Lojistik değerleri sadece kendi firman boyunca değil tüm tedarik zinciri boyunca değerlendir. Dağıtım merkezlerinin, stokun ve taşıma operasyonlarının tedarik zinciri içine yerleştirme projeleri hem alt (downstream) hem de üst (upstream) aşamalardaki katılımcıları da dahil etmelidir.
- 3) Müşteri yönetimini organize et. Böylelikle müşteriye bilgi ve müşteri hizmeti açısından bir kapı açılmış olacaktır.
- 4) Satış ve operasyonların planlanmasını hızlı yanıt verebilecek bir tedarik zincirine göre düzenle. Tüm fonksiyonlar tek bir talep tahmini kullanması gereklidir. Bu da hem firma içinde hem de zincir içerisindeki diğer firmalarda eş zamanlı talep bilgisi ile mümkün kılınabilir.
- 5) Esnek ve verimli operasyonlar için üretim ve tedarikin etkinliğinin artırılması gerekmektedir. Bu konuda öncü firmalar yalın üretim, tam zamanında üretim gibi çeşitli teknikler kullanmaktadır.
- 6) Tüm kanal boyunca, kanal elemanları ile stratejik işbirliği ve ilişkiler üzerinde yoğunlaş. Doğru bir stratejik işbirliği çalışmasının yürütülmesinin zorluğuna karşılık, stratejik işbirliği olmadan tüm bir zincirin tek bir varlık olarak yürütülmesi oldukça zordur.
- 7) Müşteri odaklı performans ölçütleri geliştir. Bu tür ölçütler bütün zincir elemanlarının davranışlarını göstererek, sistemin ekonomik performansı hakkında bize bilgi verir.

Yukarıdaki prensiplerde de belirtildiği üzere bütün organizasyonlar bir veya daha fazla bir tedarik zincirinin parçasıdır. Bir firma gerek direkt olarak bir son kullanıcıya mamul satıyor olsun, gerekse bir ürün üretiyor, bir hizmet sağlıyor olsun veya yeryüzünden bir maden çıkarıyor olsun bir tedarik zincirinin bir parçası olarak düşünülebilir. Son zamanlara kadar işletmeler sadece son kullanıcı istekleri üzerinde yoğunlaşmış, tedarik zincirini ağının diğer şirketlerine daha az ilgi

göstermişlerdir. Bununla beraber aşağıdaki sıralanan üç gelişme tedarik zinciri yönetimi, yöneticilerin ilgisini çekmiştir.

- 1) Bilgi Teknojilerindeki devrim
- 2) İşletmeler arası ilişkilerin yeni formlarının ortaya çıkması,
- 3) Maliyet, kalite, teslimat, teknoloji ve temin süresi yönünden artan müşteri isteklerinin global rekabet ortamında karşılanma gerekliliği.

Yukarıdaki adı geçen gelişmelerden her biri bütünleşmiş Tedarik Zincirinin ortaya çıkmasını teşvik etmiştir. Şekil 1.2’de bütünleşik bir tedarik zincirinin genel yapısı gösterilmiştir



Şekil 1.2 Bütünleşmiş Tedarik Zinciri Modeli (Handfield, 1999)

1.2 Tedarik Zinciri Yönetimi ile Lojistik Yönetiminin Karşılaştırılması

1.2.1 Lojistik

Yukarıda da bahsedildiği gibi tedarik zincirinin anlamı kullanıcının onun asıl kullanım alanını nasıl tanımladığına bağlıdır. Bu aynı şekilde lojistik içinde geçerlidir. The Council of Logistics Management's (CLM) (Mabert ve diğ, 1998) lojistiği şu şekilde tanımlamıştır;

Lojistik hammaddelerin, proses içi stokların, bitmiş ürünlerin ve bununla ilgili bilgilerin orijininden tüketimine kadar müşteri isteklerini karşılamak üzere verimli,

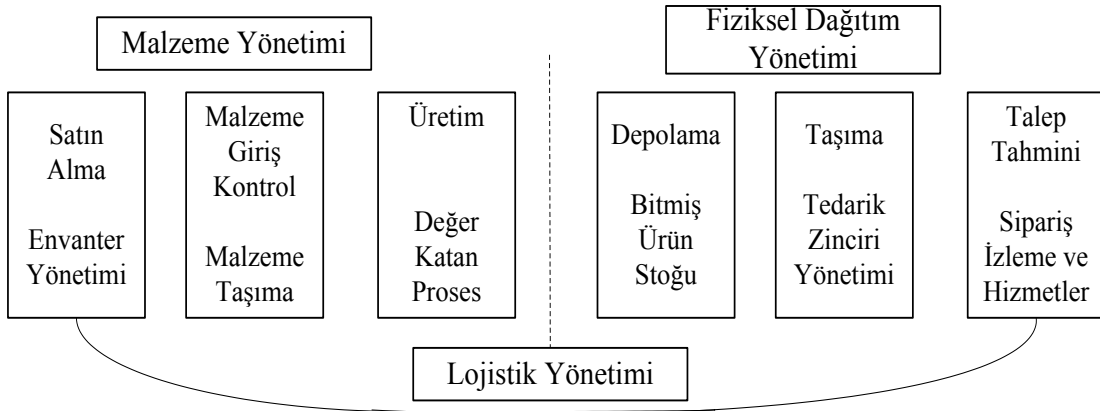
maliyet-etkili (cost-effective) akışı ve depolanması işlemlerinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir.

Bu tanımda üzerinde durulan nokta malzemenin akışı ve depolanmasının yönetimi iken, daha önceki verilen Tedarik Zinciri Yönetimi tanımlarında ürün geliştirme ve tesis ağı (facility network) gibi ağ tasarım elemanları üzerinde durulmaktadır.

Lojistiğin tanımından da anlaşılacağı üzere lojistik, operasyonların maliyetlerini ve verimliliğini optimize ederek, daha iyi kapasite ve kaynak kullanımı, stoklardaki azalış ve tedarikçilerle işbirliğine girerek rekabetçi değerler yaratmaktadır (Ross, 1998). Bu amaçların etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi bütün tedarik zinciri elemanlarının fonksiyonel proseslerinin bütünleştirilmesi ile mümkün olmaktadır.

Belki de lojistiği iyi bir şekilde anlamak için Şekil 1.3'deki gibi iki bölüme ayırmak gerekmektedir;

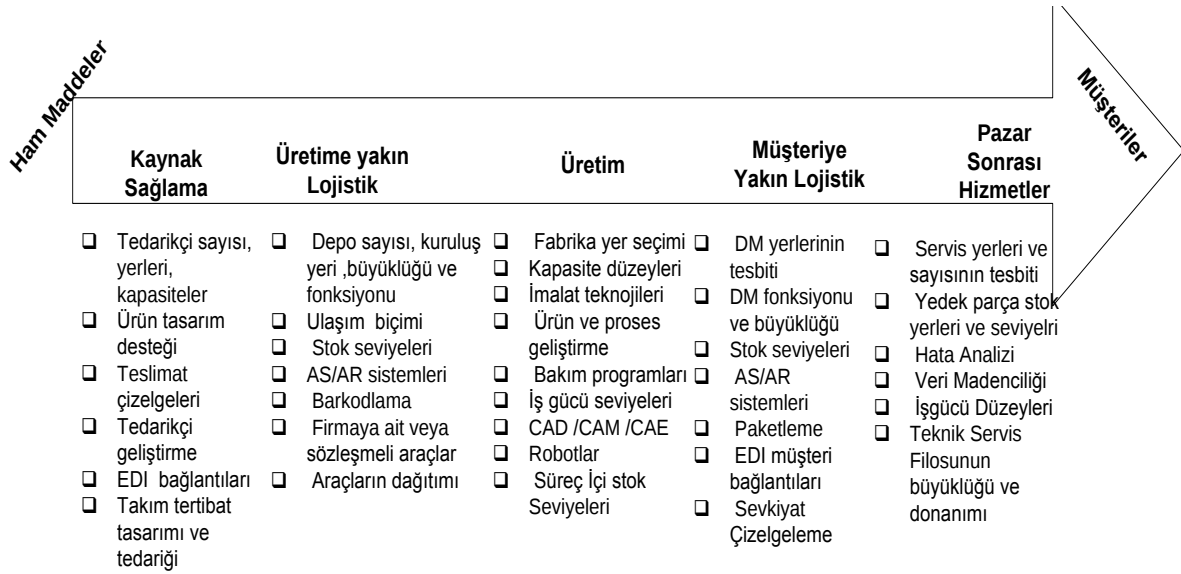
- 1) Malzemelerin Yönetimi
- 2) Dağıtımın Yönetimi



Şekil 1.3 Lojistik Yönetimi

İlk fonksiyon olan malzeme yönetimi bilginin ve malzemenin işletme içinde akışı olarak tanımlanabilir. Malzeme Yönetimi buna bağlı olarak malzemenin planlama, satın alma, ve kontrolünden üretim dağıtım kanalına ve bitmiş ürünün teslimine kadar geçen döngü içerisindeki fonksiyonların toplanmasıdır. İkinci bölümdeki fiziksel dağıtım ise depolama ve son kullanıcıların isteklerini karşılamak için nihai ürünlerin ve servislerin hareketi aşamalarından oluşur. Dolayısıyla fiziksel dağıtım müşteri hizmeti, talep tahmini ve kanal yönetimi ile çok yakından ilişkilidir.

1.2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi



Şekil 1.4 Tedarik Zinciri Tasarım Elemanları (Mabert ve diğ, 1998)

Vermiş olduğumuz tanım tedarik zinciri yönetiminin genel sınırlarını çizmesine rağmen, tedarik zinciri yönetim fonksiyonunun alanının tam olarak anlaşılması için ilgili fonksiyon ve görevlerin de bilinmesi gerekmektedir. Tedarik zincirinin doğal olarak yapısında bulunan tedarikçilerden orijinal parça üreticilerine (original equipment manufacturers OEMs) veya dağıtım merkezlerinden tüketicilere kadar çeşitli seviyeler arasındaki akışı düzenlemektedir. Şekil 1.4 bize tedarik zincirinin genel elemanları hakkında bilgi vermektedir.

Şekil 1.4’de gösterilen tedarik zinciri beş önemli aşamadan oluşmaktadır. Kaynak sağlama (Sourcing) sadece tedarikçilerin hammadde ve malzemeleri sundukları bir ağ değil, aynı zamanda ürün geliştirme için alt montaj tasarımı ve takımların üretilmesini de kapsayan fonksiyonlardır. Üretime yakın lojistik (Inbound Logistics) ise üretim planlamanın ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan malzemelerin verimli olarak hareketi ve depolanmasını kapsamaktadır. Üretim ise yüksek kaliteli ve fiyat rekabeti yapacak ürünlerin bir zaman periyodunu göz önünde bulundurarak meydana getirilmesidir. Müşteriye yakın lojistik ise bitmiş ürünlerin tüketiciler tarafından kullanılması için bütün piyasalara bir dağıtım kanalını kullanarak ulaştırma fonksiyonu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Son aşama olan pazar sonrası hizmetler ise gerek nihai ürünün kullanımı konusunda müşterilerin sorularını cevaplamak için gerekse bu ürünün desteklenmesi için gerekli tamir, bakım hizmetlerinin düzenlenmesini kapsamaktadır.

1.3 Tedarik Zincirindeki Proseslere Genel Bir Bakış

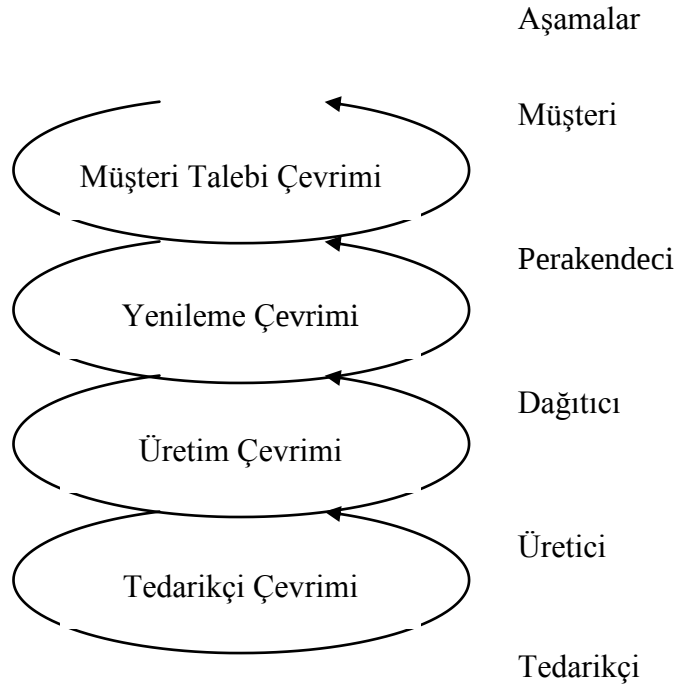
Tedarik zinciri, belirli bir ürün için son kullanıcı isteklerini karşılamak için çeşitli tedarik zincir aşamaları arasında gerçekleşen ardışık prosesler ve akışlardan oluşmuştur.

1.3.1 Tedarik Zincirinde Çevrim Görüşü

Şekil 1.2'deki tedarik zinciri, Şekil 1.5'deki gibi dört adet alt çevrim prosesine bölünebilir. Bunlar;

- Müşteri Talebi Çevrimi
- Yenileme Çevrimi
- Üretim Çevrimi
- Tedarik Çevrimi

Her bir çevrim süreci, tedarik zincirinde ardışık olan aşamaların birbirleriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla beş aşamanın birbirleriyle etkileşimi sonucunda dört adet çevrim ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte bu çevrimler, aşamalar arasında kesin hatlarla ayrılmış değildir. Örneğin Dell firmasının yapmış olduğu gibi, (Chopra ve diğ, 2001) perakendeci ve dağıtıcıya ürünlerin aktarılması yerine direkt olarak müşteriye aktarım söz konusu olabilir.



Şekil 1.5 Tedarik Zincirinde Gerçekleşen Proseslerin Çevrimleri (Chopra, 2001)

1.3.1.1 Müşteri Talebi Çevrimi

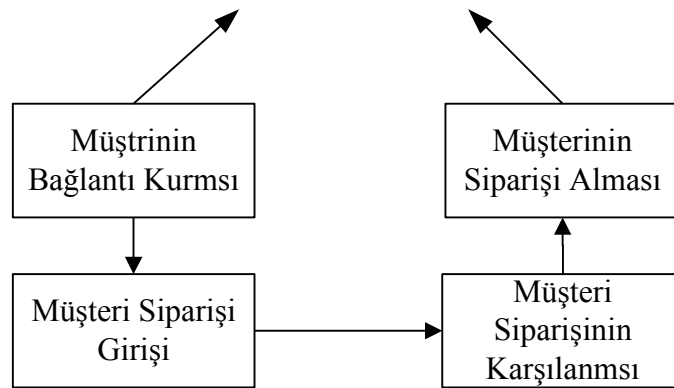
Müşteri talebi çevrimi, müşteri ile perakendecinin etkileşimi sırasında oluşur ve müşterinin talebini perakendeciye geçmesinden, ürünü temin edinceye kadar geçen işlemleri kapsamaktadır. Genel olarak müşteri bu çevrimi perakendeci aşamasında başlatır ve bu çevrim müşterinin talebinin gerçekleşmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Prosesin gerçekleşmesi Şekil 1.6'dan da görüleceği üzere dört aşamadan oluşmaktadır.

- Müşterinin Bağlantı Kurması
- Müşteri Siparişi Girişi
- Müşteri Siparişinin Karşıllanması
- Müşterinin Siparişi Alması

a) Müşterinin Bağlantı Kurması

Müşteri bağlantı kurması, tercihlerine ulaşip alacağı ürün konusunda karar vereceği mekana gelmesi ifadesini içerir. Müşterinin bağlantı kurması ;

- Müşterinin markete veya mağazaya gelmesi
- Market merkezini telefonla veya faksla araması,
- İnternet veya bir elektronik bağlantıyı kullanması (Mektup siparişi-Mail Order) şeklinde olabilir.



Şekil 1.6 Müşteri Talebi Çevrimi

Bu süreçteki amaç müşterinin gelmesi sürecini müşteri siparişlerini vermesi sürecine dönüştürmektir.

b) Müşteri Siparişlerinin Girilmesi

Bu süreç müşterinin perakendeciye hangi ürünü istediğini belirtmesi ve perakendecinin müşteri isteğini ayırması ile gerçekleşir. Bu süreçteki amaç sipariş girişinin mümkün olduğunca hızlı ve doğru olması ile bu süreçten etkilenen diğer zincir elemanlarının da haberdar edilmesidir.

c) Müşteri Siparişlerinin Karşılanması

Bu süreç boyunca müşterinin talepleri gerçekleştirilir ve ürün son kullanıcıya gönderilir. Bir mağaza veya markette bu işlemi müşteri gerçekleştirirken, mektupla siparişte firma bu işlemi gerçekleştirir. Genellikle müşteri siparişi perakendecinin stoklarından karşılanmaktadır. Bununla birlikte siparişlerin karşılanması üreticinin üretim hattından da karşılanabilir.

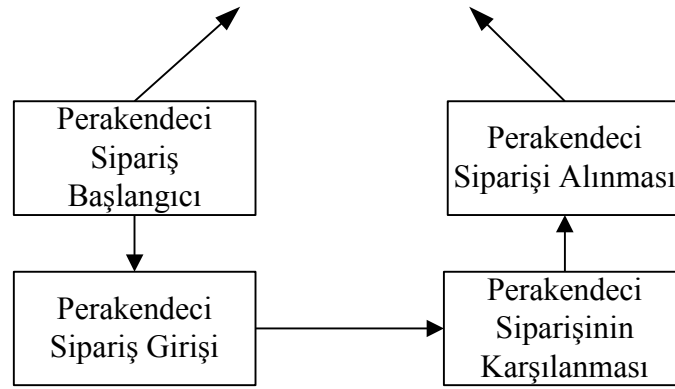
d) Müşterinin Siparişi Alması

Bu süreç boyunca müşteri siparişini ve ürünün kullanım hakkını almaktadır. Bununla da birlikte nakit ödeme gerçekleşmektedir. Bir markette bu ürünün kontrol cihazından çıkmasıyla gerçekleşirken, mektupla siparişte müşterinin eline ulaşması ile gerçekleşir.

1.3.1.2 Yenileme Çevrimi

Bu süreç perakendeci ile dağıtıcının etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır ve perakendecinin stoklarını yenilemesi boyunca geçen bütün süreçleri kapsamaktadır. Yenileme çevrimi perakendecinin gelecekte gerçekleştirebilecek siparişlere göre stoklarını yenilemesi siparişi ile başlar. Yenileme çevrimi belki de bir perakendecinin belli bir ürün için stoksuz kaldığı durum için veya mektupla siparişte belli bir ürün için belirli bir stok seviyesinin altına düştüğü durumda gerçekleşebilir. Dağıtıcıların bitmiş ürün stoku bulundurduğu zincirlerde yenileme çevrimi dağıtıcılar için de geçerlidir. Bu süreç Şekil 1.7'den görüleceği üzere müşterinin gelmesi sürecine benzemektedir. Yenileme çevrimi aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır;

- Perakendeci Sipariş Başlangıcı
- Perakendeci Sipariş Girişi
- Perakendeci Siparişinin Karşılanması
- Perakendecinin Siparişi Alması



Şekil 1.7 Yenileme Çevrimi

a) Perakendeci Sipariş Başlangıcı

Perakendeci müşterinin talebini gerçekleştirdikten sonra stokları azaldığından gelecekteki talepleri de göz önüne alarak stoklarını tekrar eski seviyesine yenilemesi gerekmektedir. Bu aşamadaki anahtar faaliyet perakendecinin yenileme veya sipariş politikası geliştirmiş olmasıdır. Bu süreçteki asıl amaç ürün elverişliliğini ve maliyetleri dengede tutarak karın en büyüklenmesidir.

b) Perakendeci Sipariş Girişi

Bu çevrimdeki işlemler müşteri sipariş girişine oldukça benzemektedir. Buradaki amaç ise siparişin doğru bir şekilde girilmesi ve bu emrin etkilenecek zincir elemanlarına hızlı bir şekilde iletilmesidir.

c) Perakendeci Siparişinin Karşılanması

Bu süreç bir önceki aşamada anlatılan müşteri siparişinden farklı olarak miktarın parti şeklinde olmasıdır. Buradaki amaç ise siparişin perakendeciye maliyetlerin en küçüklenerek, siparişin zamanında ulaştırılmasıdır.

d) Perakendecinin Siparişi Alması

Siparişler girildikten sonra, perakendecinin bu siparişi alması, kayıtlarını güncellemesi ve bütün finansal hesapların gözden geçirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu süreç dağıtıcıdan perakendeciye ürün akışının yanında, para ve bilgi akışını da kapsamaktadır.

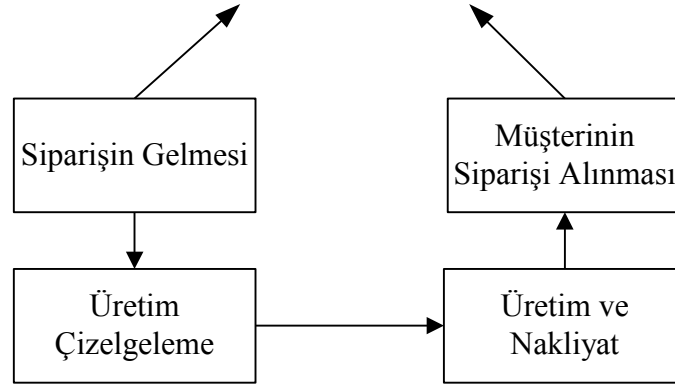
1.3.1.3 Üretim Çevrimi

Üretim çevrimi dağıtıcı ile üreticinin veya üretici ile perakendecinin etkileşimi sonucunda ortaya çıkmakta ve dağıtıcının stoklarını yenileme sırasındaki bütün

işlemleri kapsamaktadır. Bu süreç son kullanıcıların siparişleri ile başlayabileceği gibi, son kullanıcı taleplerinin tahminleri ve depodaki ürün elverişliliği ile de başlayabilir.

Pratikte üreticiler çok çeşitli ürünler üretmekte ve talepleri çok çeşitli kaynaklardan karşılanmaktadır. Şekil 1.8'den de gösterildiği gibi bu çevrimin işlemleri şu şekildedir:

- Siparişin son kullanıcı, dağıtıcı ve perakendeciden alınması
- Üretim Çizelgeleme
- Üretim ve Nakliyat
- Dağıtıcının, perakendecinin veya müşterinin ürünü alması.



Şekil 1.8 Üretim Çevrimi

a) Siparişin Gelmesi

Siparişin gelme süreci dağıtıcının gelecek tahminlerini ve stok düzeylerini göz önüne alarak siparişleri verme sürecini kapsamaktadır. Sonuç olarak verilen sipariş üreticiye iletilir. Aynı şekilde de son kullanıcı veya perakendeci de taleplerini üreticiye iletebilir. Bir başka durumda da üretici üretimini bitmiş ürünler deposu için yapıyor olabilir. Bu son durumda da siparişin başlangıç noktası ürünün bulunabilirliği ve tahmini taleptir.

b) Üretim Çizelgeleme

Üretim çizelgeleme işlemi boyunca siparişler üretim planına aktarılır. Buna göre istenilen üretim miktarlarını da göz önüne alınarak bir iş sıralaması yapılmaktadır. Eğer birden fazla üretim hattı varsa hangi hatta hangi ürünün üretimi göz önüne alınması gereken bir başka husustur.

c) Üretim ve Nakliyat

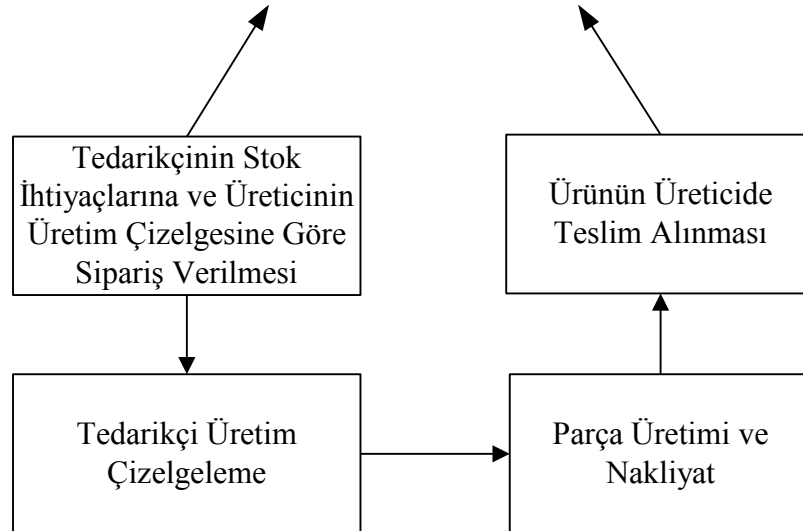
Üretim süreci boyunca istenilen miktarlara göre üretim gerçekleştirilir. Nakliyatla ise üretilen ürün son kullanıcı, perakendeci ve dağıtıcılara aktarılır.

d) Ürünün Teslim Alınması

Ürünün teslim alınması süreci ürünün son kullanıcı, dağıtıcı, bitmiş ürün deposu, perakendeci tarafından teslim alınıp stok bilgilerinin güncelleştirilmesi bilgilerini içerir.

1.3.1.4 Tedarik Çevrimi

Bu süreç üretici ile tedarikçiler arasında etkileşimi göstermektedir ve üretim çizelgesine göre gerekli malzemelerin tedariki için gerekli bütün işlemleri kapsamaktadır. Burada önemli olan tedarikçilerin üreticinin çizelgesine elektronik ortamda bağlı olmasıdır. Eğer tedarikçilerin tedarik süreleri artacak olursa, üreticilerin üretim çizelgesi sabit olmadığından, tedarikçiler talep tahminine göre üretim yapmak zorunda kalacaktır. Şekil 1.9’da temel olarak temin sürecinin elemanları görülmektedir.



Şekil 1.9 Tedarik Çevrimi

2 LİTERATÜR

2.1 Tedarik Zinciri Yönetim Literatürü

Lee ve Billington (1993) bir tedarik zincirinde talepte (miktar ve karışım), üretim sırasında (verimlilik, makine bozulmaları, taşıma güvenilirlikleri) ve arz sırasında (parça kalitesi, teslim güvenilirlikleri) gibi belirsizlikler bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bir çok tedarik zincirinde organizasyonel engeller de bulunmaktadır. Dolayısıyla çoğu firma merkezi olmayan kontrol sistemini uygulamaktadır. Hewlett Packard'da yöneticilerin tedarik zincirlerini yönetirken neden model desteğine ihtiyaçları olduğunu incelemişler ve bu araştırma onları merkezi olmayan bir modelin geliştirmesini sağlamış ve bu model yeni bir ürün olan DeskJet yazıcıların tedarik zincirinde uygulanmıştır.

Fisher (1997), ürüne göre doğru tedarik zincirini tanımlamıştır. Çalışmasında tedarik zinciri içerisinde Elektronik Veri Değişimi (EDI), Etkin Müşteri Yanıtı (Efficient Customer Response), satış noktası bilgileri (Point of Sales), esnek üretim teknikleri, yalın üretim, çevik üretim, yığın üretim, doğru yanıt (Accurate Response) gibi tekniklerde uygulansa dahi tedarik zincirinin performansı istenen düzeyde olmayacağı vurgulanmıştır. Etkin bir tedarik zincirinden söz edebilmek için o şirketin arz ettiği ürünlerin talep yapısını göz önüne almak gerekmektedir. Bu araştırmada da talep yapısına göre ürünler fonksiyonel ve yenilikçi (innovative) olarak ikiye ayrılmıştır. Fonksiyonel ürünler etkin bir prosese ihtiyaç duyarlarken, yenilikçi ürünler tepkisel (responsive) bir prosese ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla bir firma ürününü veya tedarik zincirini değiştirerek etkin bir tedarik zincirine sahip olabilir.

Corbett, Blackburn ve Wassenho (1999) çalışmasında şirketlerin ve tedarikçilerinin beraber çalışması rekabet gücü yüksek tedarik zincirlerinin oluşmasını sağlayacaklarını göstermişlerdir. Bu işbirliklerinin artan pazar payı, azalan envanter düzeyleri, gelişmiş müşteri hizmet düzeyleri ve daha kısa ürün gelişim döngüleri gibi avantajları söz konusudur. Bu makalede müşterilerle ilişkilerini geliştirmek isteyen

çok uluslu bir kimya şirketi olan Pellton International da yaptıkları iki proje anlatılmıştır.

Levy (1997) uluslararası bir tedarik zincirinde yöneticilerin uzun dönemde planlar yapmak zorunda olmaları, çok yüksek maliyetli taşıma masraflarının, isabeti düşük satış tahminlerinin, tedarik zinciri içerisindeki önemli gecikmelerin çözmeleri gerekli konular arasında olduğunu belirtmiştir. Kusurların azaltılması ve yalın üretimle siparişlerdeki değişiklikler tedarik zincirinde değişkenliğin azalmasını sağlamaktadır.

Mabert ve Venkataraman (1998)'de Tedarik Zinciri yönetimi ile Lojistik arasındaki farkları açıklamışlar ve genel olarak tedarik zinciri tasarım elemanlarını tanıtmışlardır. Ayrıca ileride üzerinde durulabilecek çalışmaları da ; 1) Dikeyde birbirine bağlı firmalar arasında bilgi paylaşımının yanında, dikeyde birbirine bağlı olmayan fakat ticari iş ilişkisi olan firmalar arasında da işbirliği çalışması yapılmasının incelenmesi, 2) Tedarik zinciri içerisinde malzeme akışı yanında, bu malzeme akışına paralel ilerleyen pazar, finans ve insan kaynakları yönetiminin de düşünüldüğü tedarik zinciri tasarımının yapılması; 3) Yeni ürün geliştirme ve kalite sürecinin de göz önüne alındığı tedarik zinciri yönetiminin gerçekleştirilmesi; 4) Tedarik zinciri tasarımı sırasında malzeme taşıma, paketleme, bilgi teknolojilerinin ve üretim gibi konularında göz önünde bulundurulması, 5) Tedarik zinciri sadece üretim kademesindekiler için değil, sağlık, finansal servisler gibi hizmet sektörünü kapsayan tedarik zincirlerinin de düşünülmesi, şeklinde gruplandırılmıştır.

Viswanathan ve Piplani (2001) Tedarik Zinciri Yönetiminde ortak bir yenileme programının veya ortak periyotların kullanılması ile, tedarik zincirinin performansının arttığını göstermişlerdir. Bunun için tek satıcı ve bir çok perakendecinin olduğu yapı incelenmiştir. Bu araştırmada satıcı perakendeciler için sipariş yenileme dönemleri tespit etmişler ve bu dönemlerde sipariş verilmesini sağlamışlardır. Ayrıca perakendecilerin bunu kabul etmesi için de perakendecilere fiyat indirimi teklif etmişlerdir. Bu yaklaşımda toplam tedarik zinciri maliyetinde bir iyileşme olması için sipariş maliyetinin belli bir eşik değerinin üzerinde olması gerektiği vurgulanmıştır.

Kim (1999)'daki çalışmasında tedarik zinciri içerisindeki firmaların birbirleriyle ilişki kurmasının temel sebebi olarak bu elamanlar arasındaki işbirliğinin temel oluşturduğunu vurgulamıştır. Böyle bir ilişkinin sürdürülebilmesi için sadece

Üreticilerin karlılığının değil aynı zamanda tedarikçilerin de karlılığının göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada işbirliğinin üreticinin maliyetlerini düşürse de, son kullanıcı taleplerinde belli oranda artış olmadığı sürece perakendeciler için kabul edilemez olduğunu vurgulamışlardır. Dolayısıyla makalede böyle bir işbirliğinin hem üretici hem de perakendeci için kabul edilip edilemeyeceği gösterilmiştir.

Ellinger, Daugherty, Plair (1998) satıcılar ve perakendeciler arasındaki iletişimin tedarik zinciri felsefesinin temelini oluşturduğunu vurgulamışlardır. Özelikle son kullancıların ayrıntılı isteklerini tam anlamıyla karşılama ve müşteri sadakatı tedarik zinciri içerisinde işbirliğini daha da önemli hale getirmiştir. Yüksek miktarda memnun kalmış müşteriler daha az tatmin olmuş müşterilere göre daha sadıktırlar. Yapılan araştırmada tedarik zinciri müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakatı bakımından incelenmiştir.

Yao, Carlson (1999) alışmasında çoğu dağıtım sisteminin parti üretiminde, stok miktarları, stok yerleri ve hareketleri gibi verilerin gecikmesinin işletme için katlanamayacak kadar büyük maliyetlere sebep olabileceğini bildirmişlerdir. Bunun da önüne geçmek için kullanılan yöntemler barkodlama tarama ve radyo dalgaları olarak sıralamışlardır. Yaptıkları araştırmada radyo dalgalarının tedarik zinciri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çoğu firmanın bu yöntemle üretkenliğini ve müşteri ihtiyaçlarının karşılama oranının artırdığı ve dağıtım maliyetlerini azalttığını göstermişlerdir.

Bourland, Powell ve Pyke (1995) araştırmasında eş zamanlı talep bilgisinin kullanılmasının tedarik zinciri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Satış noktası talep bilgilerinin iletilmesi konusunda Elektronik Veri Transferinin (EDI) en düşük maliyetli yöntem olarak göstermişlerdir. Araştırmada bir tedarikçi ve bir perakendeciden oluşan bir yapı incelenmiştir. Her iki işletmede periyodik stok kontrol yöntemi uygulamakta fakat bu iki firmanın da stokları için yapmış oldukları kontroller çakışmamaktadır. Tedarikçi sonsuz bir kapasite tarafından beslendiği ve kendisine ulaşan hammadde için temin süresi sıfır olarak alınmıştır fakat perakendecinin siparişlerin karşılanması için L kadar temin süresi geçmektedir. Yaptıkları araştırma hem eş zamanlı son kullanıcı talep bilgilerinin ulaşması durumunda ve gecikmeli olarak ulaşması durumunda envanter yönetimlerini incelemişlerdir. Eş zamanlı talep bilgisinin EDI aracılığı ile kullanılması durumunda

stok düzeylerinde azalma görülmektedir. Bu da toplam sistem maliyetlerinde azalmayı sağlamaktadır. Aynı zamanda son kullanıcı taleplerinin karşılanma oranında iyileşme de sağlandığı yapılan teorik inceleme sonucunda gösterilmiştir.

Lim, Palvia (2001) yaptıkları çalışmada EDI'nin, müşteri hizmet düzeyini artırdığı hipotezi üzerinde durmuşlardır. Bu hipotezin yanında incelenen birçok hipotezin otomobil ve ilaç sektöründe yaptıkları inceleme sonucunda desteklendiğini ortaya koymuşlardır. EDI sayesinde sipariş süresinde, ürün elverişliliği, dağıtım esnekliği, dağıtım bilgisi ve dağıtımda gözlemlenen bozukluklarda iyileşme olduğu gözlemlenmiştir.

2.2 Kamçı Etkisi Literatür

Lee, Padmanabhan ve Whang (1997)'in işaret ettikleri gibi, “kamçı etkisi” (bullwhip effect) terimi ilk defa Pampers markalı çocuk bezleri üreticisi Procter&Gamble yöneticileri tarafından konmuştur. Yöneticiler çocuk bezleri satışlarının perakendeci mağazalarında pek önemli dalgalanmalar göstermemesine rağmen, Procter&Gamble'in 3M gibi tedarikçilerinde siparişlerin çok büyük dalgalanmalar gösterdiğini gözlemlemişlerdir. İşte artarak ilerleyen bu etkiyi Kamçı Etkisi (Bullwhip effect) olarak adlandırmışlardır. Lee, Padmanabhan ve Whang (1997)'de bu etkinin sebepleri ve etkiyi ortadan kaldırmak için hangi önlemler alınması üzerinde durmuşlardır. Lee, Padmanabhan ve Whang (1997)' ye göre bu etkinin en önemli sebepleri olarak talep tahmini, parti siparişi, fiyat dalgalanmaları ve stok tahsisi (rationing game) gösterilmiştir.

Chen, Drezner, Ryan ve Simchi-Levi (2000) talep tahminin, temin sürelerinin ve bilgi paylaşımının kamçı etkisi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu etkinin iki aşamalı (bir perakendeci ve bir üretici) bir tedarik zinciri üzerinde kamçı etkisini sayısallaştırmışlardır. Özellikle talep tahmini ve temin süreleri bakımından bu etkinin merkezi ve merkezi olmayan bir tedarik zinciri üzerindeki etkisini göstermişlerdir. Talep tahmininde kullandıkları hareketli ortalamalar yönteminin, talep yapısı içerisindeki korelasyon katsayısının (talebin geçmiş taleplerden etkilenme derecesi) ve temin süresinin kamçı etkisindeki önemini belirtmişlerdir. Yaptıkları araştırmada değişkenliğin temin süresinin ve hareketli ortalamalar yönteminde kullanılan dönem sayısının artışı ile birlikte arttığını göstermişlerdir.

Chen, Ryan ve Simchi-Levi (1999) üstel düzeltme talep tahmini yönteminin kamçı etkisi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Daha önceki çalışmadan farklı olarak kamçı etkisini lineer trendli talep süreci (demand process with a linear trend) ve ilişkili talep süreci (correlated demand process) üzerinde incelemişler ve bu talep yapılarına göre sayısallaştırmışlardır. Aynı şekilde iki aşamalı bir tedarik zinciri üzerinde üstel düzeltme yöntemi kullanarak gösterdikleri bu etkiyi hareketli ortalamalar yöntemi kullanarak yapılan talep tahmini ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Hareketli ortalamalar yönteminin kullanarak yapılan talep tahmininde perakendecinin vermiş olduğu siparişlerin varyansı, aynı talep yapısı için üstel düzeltme ile yapılandan daha az olduğunu göstermişlerdir.

Lee, Padmanabhan, Whang (1997), kamçı etkisine sebep olan talep sinyalinin izlenmesi (demand signal processing), orantılama oyunu, parti siparişi ve fiyat dalgalanmalarının ayrıntısı ile incelemişlerdir. Ayrıca bu etkinin azaltılması için alınacak tedbirler üzerinde de durulmuştur. Bu araştırma da kamçı etkisinin bozucu yönlerini anlamak için bu etkiye sebep olan etkileri çok iyi bilmek gerektiği vurgulanmıştır. Alt kademede (son kullanıcı yakın aşamalarda) alınan talep bilgilerinin çok dikkatli bir şekilde değerlendirilip, kendi stok bilgileri ile beraber daha yüksek kademelerle (tedarikçilerle) paylaşımlarının bu etkiyi azaltacak asıl anahtar olduğu vurgulanıyor. Bu şekilde, bilgi paylaşımı ile elde edilen kazancın da tedarik zincirindeki üyeler arasında tekrar yeniden dağıtılması gerektiği de vurgulanmıştır.

Metters (1996) kamçı etkisinin işletmeler için önemini faaliyet gösterdiği iş koluna göre değiştiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada kamçı etkisinin bozucu etkisinin belirlenmesi ve azaltılması parasal terimlerle yapılmıştır. Kamçı etkisinin azaltılması sonucunda ürün karlılığında %10 ile %30 aralığında bir artış olacağı öngörülmüştür. Bu artışın %10 ile %20 arasındaki iyileşmenin mevsimsel kamçı etkisinden, %5 ve %10 arasında iyileşmenin tahmin hatasındaki kamçı etkisinden kaynaklanacağı vurgulanmıştır.

Carlsson ve Fuller (2001) kağıt endüstrisinde yaptıkları bir araştırma da, kamçı etkisinin negatif etkileri üzerinde durmuşlardır. Kağıt endüstrisinde buldukları negatif etkileri ise artan envanter yatırımı, düşük müşteri hizmeti, kayıp gelirler, yatırımın verimsizliliği, taşıma sistemindeki değişikliklerden kaynaklanan artan maliyetler ve taleplerdeki dalgalanmalardan kaynaklanan artan yönetim maliyetleri

olarak tanımlamışlardır. Bu etkinin azaltılması için yapılacak işlemleri bilgi paylaşımının, kanal düzenlemenin gerçekleştirilmesi ve operasyonel verimliliğin artırılması olarak sıralamışlardır. Kağıt endüstrisinde bu etkinin görülmesinin sebepleri olarak da pazar yapısı, fiyat ve talep dalgalanmaları, parti siparişi olarak gösterilmiştir. Kamçı etkisini azaltmak için de bir hesaplama platformu geliştirmişlerdir.

Fransoo ve Wouters (2000) kamçı etkisinin ölçülmesinde kullanılan çeşitli ölçütler ve bu etkinin ölçülmesinin zorluğu üzerinde durmuştur. Talep bilgisinin toplama yöntemi, kamçı etkisine sebep olan unsurlardan hangisinin ne ölçüde etki yaptığını görmekteki zorluk ve zincir içerisindeki bir işletmenin farklı bir zincirinde parçası olabileceğinden bu etkinin ne kadarının hangi zincirden kaynaklandığını görmenin zorluğuna işaret etmişlerdir. Bunun için dört adet ölçüt kullanılmıştır. Bunlar ; 1) P adet ürünün M adet mağazada satıldığı bir zincirde her bir ürünün her bir mağazadaki talep yapısı göz önüne alınarak (ürün/mağaza) standart sapmalarının hesaplandığı ölçüt ($M \times P$ adet standart sapma), 2) P adet ürünün talep yapısının mağazalardaki talebinin toplanarak hesaplanan standart sapmalar (P adet standart sapma), 3) Her bir mağazadaki değişkenliği ölçmek için mağazalardaki ürünlerin toplamından oluşan talep yapısındaki değişkenliğin incelenmesi (M adet standart sapma) 4) Her bir kademedeki değişkenliğin ölçülmesi için, her bir kademedeki mağaza ve ürünlerin toplamından oluşan talep yapısındaki değişkenlik (Kademe sayısı kadar standart sapma)

Cachon (1999) daki çalışmasında tek bir tedarikçi ve N adet perakendeciden oluşan tedarik zincirini göz önüne almıştır. Perakendeciler rassal taleple karşılaşmaktadır ve perakendeciler çizelgelenmiş sipariş politikası uygulamaktadır. Siparişler belirli periyotlarla gerçekleşmekte ve belirli bir miktar veya bunun katları şeklinde sipariş verilmektedir. Çalışmada perakendecileri verdikleri bu siparişlerin dengelenmesi, sipariş verdiği sürelerin uzaması ve sipariş verdikleri miktarın artması durumunda tedarikçilerin taleplerindeki değişkenliğin azaldığı gösterilmiştir. Ayrıca çalışmada çizelgelenmiş sipariş politikası ile azalan tedarikçi talep varyansları ile, toplam tedarik zinciri maliyetlerinin de düştüğü gözlemlenmiştir.

Xu, Dong ve Evers (2000) etkin bilgi paylaşımı ve tutarlı talep tahmini ile tedarik zincirindeki elemanları arasındaki koordinasyondaki gelişmeyi incelemişlerdir. Tedarik zincirindeki her bir aşamanın zincirin diğer elemanlarından birbirinden

bağımsız olarak almış oldukları kararların tedarik zincirinin genel performansı üzerinde negatif etkisinin bulunduğu ve kademelerin her birinin vermiş olduğu siparişlerdeki değişkenliğin ve tahmin hatalarında artışların olduğu gözlemlenmiştir. Xu, Dong ve Evers (2000) yapmış oldukları bu çalışmada, dalgalanmanın ne derece önüne geçilebileceğini göstermişlerdir. Çalışmada tedarik zinciri koordinasyon programlarını kademeler arasındaki bilgi akışının etkinliği ve kamçı etkisinin ve güvenlik stoklarının azalması yönünden incelemişlerdir. Ayrıca bu programların sabit ve değişken talep yapısı ile karşılaştıkları performansları da araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bulguları şu şekilde sıralayabiliriz; 1) Eğer işbirliğinden önce üreticinin tahmin hataları perakendecininkinden büyükse, aralarında ki kuracakları iletişim üreticinin güvenlik stoklarını büyük ölçüde azaltacaktır. 2) Perakendeci ve üretici tarafından kullanılan üstel düzeltme sabitleri siparişlerin varyanslarını ve güvenlik stoklarını azaltma yönünden aralarındaki yapmış oldukları işbirliğinin etkisinin derecesini belirler. 3) Gerek sabit gerekse değişken talep yapısı durumunda işbirliği yapmak tedarik zinciri açısından daha verimlidir.

Baganha ve Cohen (1996) çok aşamalı bir tedarik zincirinde son kullanıcı taleplerinin varyansı ile her bir kademenin vermiş oldukları siparişlerin varyansını karşılaştırmışlardır. Bu değişkenliğin tedarikçilere ve hatta onların tedarikçilerine doğru gittikçe arttığını göstermişlerdir. Geliştirdikleri model ise tedarik zincirindeki stoklarda kararlılığın oluşmasına ve değişkenliğin azalmasını sağlamaktadır.

Chen (1999) bölümleri bir firmaya ait bir tedarik zincirini incelemiştir. Her bir bölümün farklı bir birey tarafından bölgesel talep bilgileri ile yönetilmektedir. Hem malzeme hem de bilgi akışı gecikmelere maruz kalmaktadır. Her bir yöneticinin tedarik zincirini artırıcı ortak bir amacı paylaştıkları varsayımı altında farklı bölümler için optimum karar kuralları karakterize edilmiştir. Tedarik zinciri içerisinde bilgi için geçen temin süresinin üretim ve ulaşım için temin süresi kadar önemli olduğunu göstermiştir. Ortak bir amaç paylaşımı varsayımında bunun daha az maliyetli olduğu gösterilmiştir. Ayrıca her bir bölümün toplam sistem performansı düşünülmeden, farklı maliyet merkezleri olarak yönetilmesi üzerinde durulmuştur. Eğer karar vericinin talep yapısı hakkında çok iyi bir bilgisi yoksa veya çok değişken bir talep yapısı ile karşılaşıyorsa, merkezi olmayan karar verme sürecinin daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

3 TEDARİK ZİNCİRİNDE ENVANTER YÖNETİMİ

3.1 Envanter Yönetimine Giriş

Envanter yönetiminin, stok kararlarının ve ulaşım politikalarında koordinasyonun önemi uzun zamandan beri bilinmektedir. Karmaşık zincirlerde stokun yönetimi gerçekten zordur ve müşteri servis düzeyi üzerinde ve tüm tedarik zinciri maliyetinde büyük önemi bulunmaktadır.

Daha önceden de belirtildiği gibi tipik bir tedarik zincirinde tedarikçiler, üreticiler, dağıtım merkezleri ve depolar bulunmaktadır. Bu da bize zincir boyunca stokların çok değişik yapı ve formda karşımıza çıkarmaktadır. Genel olarak sıralayacak olursak bir tedarik zincirinde bulunabilecek stoklar;

- Hammadde stoku
- Üretim içi stok
- Bitmiş ürün stoku şeklinde olabilir.

Her firmada çeşitli hallerde bulunabilecek bu stoklar için farklı stok kontrol politikaları uygulanmaktadır. Bu politikaların belirlenmesindeki zorluk ise verimli üretimi sağlayacak, dağıtım ve tüm sistem maliyetlerini düşürecek ve müşteri servis düzeylerini artıracak stok kontrol stratejileridir. Bu zorluklarına rağmen tedarik zincirinde stok bulundurmanın gerekliliğini şu şekilde sıralayabiliriz ;

1. Firmayı beklenmedik değişen müşteri taleplerinden korumak. Müşteri talebini tahmin etmek gerçekten çok zordur ve belirsizlik son yıllarda aşağıdaki nedenlerden dolayı artmıştır:
 - Kısa ömürlü ürünlerin sayısındaki artış. Bu da bu ürün için tahmin yapmak için yeterli veya elverişli miktarda veri olmadığını göstermektedir.
 - Pazarda rekabet halindeki çeşitli ürünlerin bulunması. Bu kadar çeşitliliğin olduğu bir pazarda spesifik bir model için talebi tahmin etmek oldukça zor olmaktadır. Gerçekten de ürün grupları için bu tahmini yapmak oldukça kolay

olmasına rağmen spesifik ürünler için talebin tahmin edilmesi kolay olmamaktadır.

2. Tedarik edilen kalite, miktar, tedarikçi maliyetleri ve teslim zamanlarındaki büyük belirsizlikler.
3. Ekonomik ölçek, taşıma firmalarına yüksek miktarlarda taşıma yapmaya sevk etmekte bu da oldukça yüklü miktarlarda stok tutmalarına sebep olmaktadır. Gerçektende bazı taşıyıcı firmaların büyük miktarlarda taşıma yapmak için çeşitli indirimler uygulayarak firmaları teşvik ettiği gözlemlenmektedir.

Ne yazık ki bu ortamda stokun etkin bir şekilde yönetimi oldukça zordur. Çeşitli firmalardaki uygulamalar stok yönetiminde iki önemli hususu ön plana çıkarmıştır:

1. Talep Tahmini
2. Sipariş Miktarı Hesabı

Talep sürekli değiştiğinden ve belirsiz olduğundan talep tahmini sipariş miktarının belirlenmesinde kritik bir elemanı oluşturmaktadır.

3.2 Tek Depolu Stok Modeli

Bir stok politikasını belirleyen etkenleri sıralayacak olursak;

1. Müşteri talebi en önemli etmendir. Daha sonraki aşamalarda ortalama talebi ve talepteki standart sapmayı tahmin etmek için yeterli verinin olduğu göz önüne alınacaktır.
2. Siparişin verildiği emri yenileme zamanı,
3. Depoda bulunan ürün çeşidi sayısı
4. Planlanan dönemin uzunluğu
5. Sipariş verme ve elde bulundurma maliyetleri
 - a. Tipik bir sipariş verme maliyeti siparişi hazırlama maliyeti, ürün giriş kontrol maliyeti, kırtasiye masrafları, iletişim maliyeti gibi maliyet kalemlerinden oluşmaktadır.
 - b. Elde bulundurma maliyeti ise

- Yasal vergiler, emlak vergileri ve stok üzerinde sigorta giderleri
 - Bakım maliyetleri,
 - Yıpranma ve bozulma maliyetleri ve
 - Fırsat maliyetlerinden oluşmaktadır.
6. İstenen hizmet düzeyi. Gerçekten de talebin belirsiz olduğu durumlarda müşterinin ihtiyaçlarını %100 olarak karşılamak mümkün olmadığından kabul edilebilir düzeyin belirlenmesi gerekmektedir.

3.2.1 Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Ekonomik parti büyüklüğü modeli 1915 yılında ilk defa Ford. W.Harris (Levi ve diğ, 2000) tarafından sipariş verme maliyetleri ve depolama maliyetleri arasında ödünleşme sonucu doğmuştur. Model aşağıdaki varsayımları yapmaktadır:

- Talep sabit ve günde D adet gerçekleşmektedir.
- Sipariş miktarları sabittir ve her siparişte Q kadar siparişi verilmektedir. Başka bir deyişle her defasında Q kadar miktar stoka alınacaktır.
- Her bir sipariş verildiğinde K kadar bir sipariş maliyetine katlanılmak zorundadır.
- Her gün elde tutulan bir ünite mal için h kadar elde tutma maliyeti gerçekleşmektedir.
- Siparişin verilmesinden teslim alınmasına kadar geçen temin süresi (L) sabittir.
- Başlangıç stoku sıfırdır.
- Planlanan dönem sonsuzdur.

Amacımız yıllık satın alma ve taşıma maliyetlerini minimize etmektir. Bu gerçek bir envanter sisteminin basitleştirilmiş bir halidir. Toplam envanter maliyeti;

$$K + \frac{h * T * Q}{2} \text{ , dir.} \quad (3.1)$$

Burada T bir çevrim süresidir. Birim zaman için ortalama envanter maliyetini hesaplamak için yukarıdaki eşitliği T'ye veya Q/D'ye bölecek olursak ;

$\frac{KD}{Q} + \frac{h*Q}{2}$ elde ederiz. Basit bir matematiksel işlem sonucu ekonomik sipariş miktarını aşağıdaki şekilde elde ederiz.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (3.2)$$

Bu basit eşitlik bize iki önemli sonuç vermektedir.

1. Elde tutma maliyeti ile hazırlık maliyetleri arasında bir balans oluşmaktadır. Birim zaman için sipariş verme maliyeti = $K*D/Q$ iken birim zaman için elde bulundurma maliyeti = $h*Q/2$ 'dir. Yani Q miktarı arttığında elde tutma maliyeti artarken sipariş verme maliyeti azalmaktadır.
2. Toplam stok maliyetimiz ekonomik sipariş miktarına (Q^*) göre duyarlı değildir. Bunu göstermek için aşağıdaki Tablo 3.1'de, eğer karar verici vereceği sipariş miktarını (Q), ekonomik sipariş miktarının b katı kadar verecek olursa maliyetlerdeki artış değerleri görülmektedir. Örneğin b=1,2 için stok maliyetlerindeki artış optimum maliyetten %1,6'dan fazla değildir.

Tablo 3.1 Ekonomik Sipariş Miktarının Katlarına Göre Maliyet Artışı

Ekonomik Sipariş Miktarının Katları (b)	0,5	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,5	2
Maliyetlerdeki artış (%)	25	2,5	0,5	0	0,4	1,6	8	25

3.2.1.1 Sipariş Maliyetsiz Envanter Modeli

Dağıtıcı ve üreticinin bulunduğu bir tedarik zinciri düşünelim. Bu zincirde dağıtıcının değişken taleple karşılaştığını ve buna göre siparişlerini üreticiye ilettiğini göz önüne alalım. Üretici bu talepleri hemen karşılayamayacak, dağıtıcının sipariş verdiği zamandan ürünü alıncaya kadar ürünün sabit temin süresi kadar beklemek zorunda kalacaktır. Talebin değişken ve üreticinin sabit bir teslim süresi olduğu durumlarda, dağıtıcı sipariş için ödeme yapmak zorunda ise siparişleri karşılamak için belli miktar stok tutması gerekmektedir. En azından aşağıdaki üç neden dağıtıcının neden stok tutması gerektiğini açıklamaktadır.

- 1) Tedarik süresi boyunca talebi karşılamak için,

- 2) Talepteki değişimleri karşılamak için,
- 3) Yıllık elde bulundurma maliyetleri ile yıllık sipariş verme maliyetleri arasında denge kurmak için.

Şimdi dağıtıcının vereceği karar ne zaman ve ne miktarda sipariş vereceğidir. Bu soruya cevap vermek için aşığıdaki varsayımları yaptığımızı kabul edelim;

- Günlük talep değişken ve normal bir dağılım göstermektedir. Başka bir deyişle günlük taleplerin tahmini olasılıkları çan eğrisi şeklindedir.
- Sipariş geçildiğinde siparişler için bir ödeme yapmamaktadır. Yani sipariş verme maliyeti sıfırdır.
- Bir ünite ürün için elde bulundurma maliyeti birim ünite zaman üzerinden hesaplanmaktadır.
- Bir sipariş geldiğinde bu talep stoktan karşılanamadığı durumda talep kaybolmaktadır.
- Gelen talepler için bir müşteri düzeyine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu düzey bize gelen taleplerin ne kadarının stoktan karşılanacağını göstermektedir.

Şimdi yukarıdaki dağıtıcının stok politikasını belirlemek için aşığıdaki bilgilere ihtiyacımız bulunmaktadır.

AVG = Stok politikası belirlenecek aşamanın karşılaştığı ortalama günlük talep

STD = Günlük talebin standart sapması

L = Temin Süresi. Siparişin tedarikçiye verildikten teslim alınmasına kadar geçen siparişin yenilenme zamanı.

h = Bir ünite ürünü bir gün stokta tutma maliyeti

α = Servis düzeyi. Stok boşalma olasılığı ise $1 - \alpha$ 'dır.

Bu bilgilere ek olarak stokumuzun düzeyini de bilmemiz gerekmektedir. Herhangi bir anda stok düzeyi depodaki stok miktarı ile siparişi verilmiş fakat depoya ulaşmamış ürünlerin toplamıdır.

Kullanacağımız stok politikasını açıklarken minimum- maksimum bir başka deyişle (s,S) stok politikasını kullanacağız. Burada s yeniden sipariş noktası, yani stoktaki mal

miktarı s 'in altına düştüğü zaman tedarikçiye sipariş geçilecektir. S ise maksimum stok düzeyimizdir. Bizim örneğimizde ise en etkin stok politikası s ve S 'in birbirine eşit olduğu değerdedir. Ne zaman stok S 'in altına düştüğü zaman stok yöneticisi bunu S 'e yükseltmek için sipariş verecektir.

Maksimum stok düzeyi iki kısımdan oluşmaktadır. İlki günlük taleple tedarik süresinin çarpımı sonucu elde edilen tedarik süresi boyunca ki taleptir. Bu miktar bize sipariş verildikten teslim alıncaya kadar geçen süre içinde müşteri taleplerini karşılamayı garanti etmelidir. Temin süresince talep miktarı;

$$L * AVG' \text{dir.}$$

Maksimum stok düzeyinin ikinci parçası da ortalama talepteki sapmalar göz önünde bulundurularak depoda veya üretim içinde tutulan güvenlik stokudur. Bu miktar;

$$z * STD * \sqrt{L} \text{ 'dir.}$$

Burada z servis düzeyine göre değişen sabit sayıdır. Bu nedenle maksimum stok düzeyi şu şekilde hesaplanır;

$$L * AVG + z * STD * \sqrt{L} \quad (3.3)$$

Sabit z değeri normal dağılım tablosundan tespit edilir. Göz önüne alacağımız kriterimiz ise tedarik süresi boyunca stok boşalması olasılığımız yani $1 - \alpha$ 'dır. Başka bir deyişle

$$P\{\text{Tedarik süresi boyunca talep} \geq L * AVG + z * STD * \sqrt{L}\} = 1 - \alpha' \text{dır.}$$

3.2.1.2 Sabit Sipariş Maliyetli Envanter Modeli

Stok yöneticisinin her bir siparişi geçtiği zaman sabit K sipariş maliyeti ödediğini düşünelim. Burada kullanacağımız stok politikasında yeniden sipariş verme noktası s ile maksimum stok düzeyi S eşit değildir. Burada kullanacağımız yeniden sipariş verme noktası bir önceki bulduğumuz durumdaki ile aynıdır, yani yeniden sipariş noktası;

$$s = L * AVG + z * STD * \sqrt{L} \text{ 'dir.}$$

Maksimum sipariş düzeyi S ise Ekonomik Sipariş Miktarı yöntemi ile hesap edilen

$$Q = \sqrt{\frac{2K * AVG}{h}} \text{ , dir.}$$

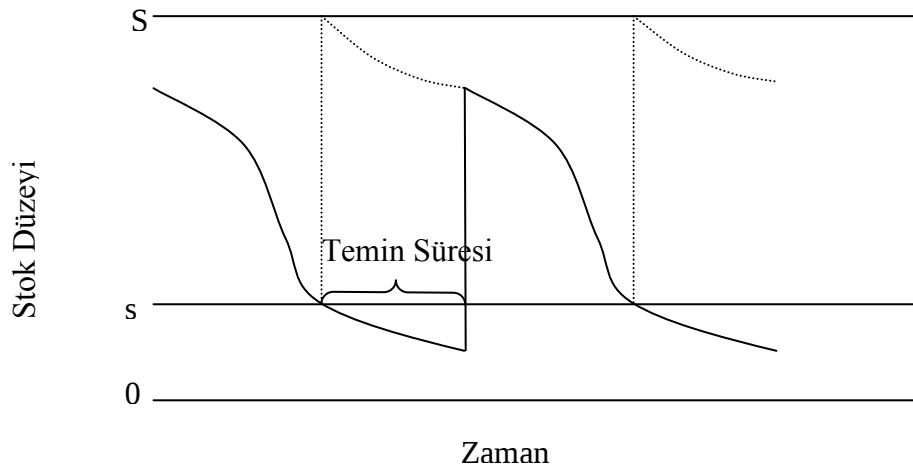
Eğer müşteri talebinde bir değişkenlik yoksa stok yöneticisi stok $L * AVG$ düzeyinde iken Q kadar sipariş verecektir. Eğer talepte bir dalgalanma söz konusu ise stok yöneticisi ayrıca güvenlik stoku da tutmak zorundadır. Güvenlik stoku ;

$$z * STD * \sqrt{L} \text{ , dir.}$$

Maksimum sipariş düzeyi şu şekilde hesaplanır;

$$S = \max \{Q, L * AVG\} + z * STD * \sqrt{L} \quad (3.4)$$

Şekil 3.1’de böyle bir politika uygulandığında stok düzeylerini göstermektedir.



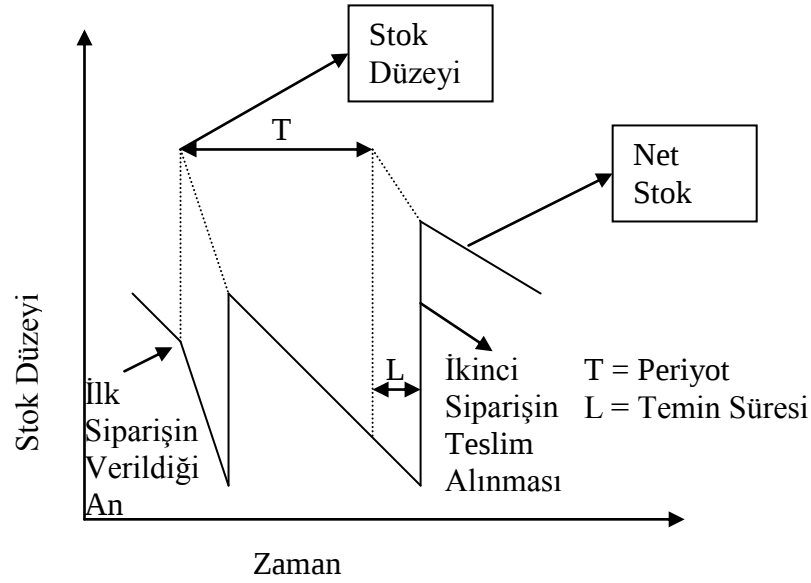
Şekil 3.1 Minimum-Maksimum Stok Politikası

3.2.2 Sabit Sipariş Periyotlu Envanter Modeli

Bu modele kısaca (T,S) envanter modeli de denmektedir. Her bir T periyot sonunda stoklar gözden geçirilmekte ve stoklar maksimum S düzeyine tamamlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus Şekil 3.2’den görüleceği gibi ilk siparişin verildiği andan, ikinci siparişin teslim almasına kadar geçen süre $L+T$ ’dir. Dolayısıyla bu süre içinde sadece bir kere verilen siparişin teslim alınması söz konusudur. Bu sebepten temin süresi boyunca göz önüne alınması gereken talep miktarı, hem temin süresini hem de gözden geçirme periyodunu kapsamalıdır.

Buna göre yeniden sipariş noktası şu şekilde hesaplanır;

$$s = (T + L) * AVG + \sqrt{(T + L)} * z * \sigma \quad (3.5)$$



Şekil 3.2 (T,S) Stok Politikası (Silver ve dğ,1998)

3.2.3 Değişken Temin Süreleri

Yukarıdaki stok modellerinde ürün teslim zamanları sabit ve önceden bilindiği göz önüne alınmıştır. Aslında pek çok uygulamada temin sürelerinin ortalaması AVGL ve standart sapması STDL olan normal bir dağılım sergilediği göz önüne alınabilir. Buna göre yeniden sipariş noktası s şu şekilde hesaplanır:

$$s = \text{AVG} \cdot \text{AVGL} + z \sqrt{\text{AVGL} \cdot \text{STD}^2 + \text{AVG}^2 \cdot \text{STDL}^2} \quad (3.6)$$

$\text{AVG} \cdot \text{AVGL}$ temin süresi boyunca karşılaşılan ortalama müşteri talebini gösterirken $\sqrt{\text{AVGL} \cdot \text{STD}^2 + \text{AVG}^2 \cdot \text{STDL}^2}$ temin süresi boyunca talebin standart sapmasını vermektedir. Sipariş verme maliyetinin sıfırdan büyük olduğu durum için maksimum stok düzeyi S , şu şekilde hesaplanır;

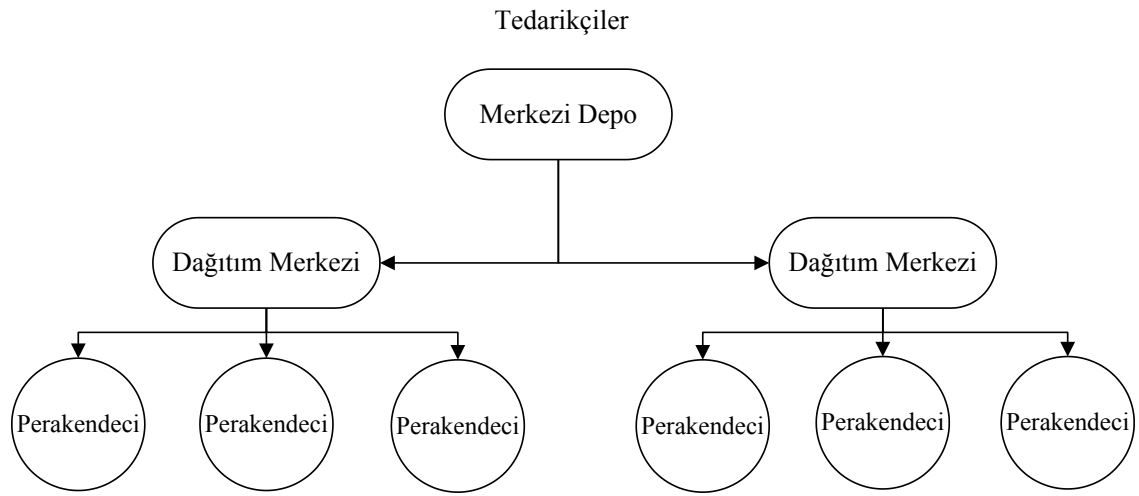
$$S = \{Q, \text{AVG} \cdot \text{AVGL}\} + z \sqrt{\text{AVGL} \cdot \text{STD}^2 + \text{AVG}^2 \cdot \text{STDL}^2} \quad (3.7)$$

3.3 Tedarik Zincirinde Aşamalı Stok Yönetimi

Buraya kadar anlatılan stok yönetiminde sadece bir tesisin (depo, perakendeci rafı gibi) kendi maliyetlerini düşürme çabaları göz önüne alınmıştır. Fakat bir tedarik zincirde asıl amaç tüm sistem boyunca maliyetlerin azaltılmasıdır. Dolayısıyla zincirde önemli olan zincirin bu elemanlarının birbirleriyle etkileşimi ve bu etkileşimin malzeme akışı üzerindeki etkisidir. Dolayısıyla bir parçanın tedarik zinciri içerisinde, birden fazla yerde depolandığını düşünürsek bu parça için stok politikasını sadece bulunduğu stok yeri için değil tüm sistem içindeki stok yerlerinin de göz

önüne alındığı aşamalı envanter sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Halbuki daha önceki yapıda tedarik zinciri içerisindeki firmalar sadece kendi stok düzeyleri ve aldıkları talepler açısından değerlendirdikleri için uyguladıkları politika doldurmalı stok politikasıdır (installation stock policy).

Şekil 3.3’de üç aşamalı bir tedarik zinciri görülmektedir. Bu tedarik zincirinde perakendeci mağazaları (birinci aşama) siparişlerini dağıtım merkezlerinden (ikinci aşama) yenilemektedir. Dağıtım merkezleri de aynı şekilde merkezi depodan (üçüncü aşama) taleplerini karşılamaktadır.



Şekil 3.3 Çok Aşamalı Envanter Durumu

Örneğin yavaş hareket eden bir ürün grubunda, her bir perakendecinin senede bir belki daha az sattığı durumu düşünelim. Çok aşamalı stok modeli tüm sistemi incelediğinden, stokun sadece merkezi depoda tutulmasını isteyecek, perakendecilerde tutulmamasını sağlayacaktır. Böylelikle sistemin kazancı oldukça fazla olacaktır. Daha hızlı hareket eden ürün grupları için ise çok aşamalı envanter modeli perakendeci de ne kadar, merkezi depoda ne kadar tutulacağını belirler.

Daha önceki anlatılan stok modellerinde her bir zincir elemanı yenileme kararını tedarik zincirinin diğer elemanlarından bağımsız olarak vermektedir. Böyle bir sistemde üç çeşit yanlış gözlemlenebilir. Perakendeci de gözlemlenen temin süresi dağıtım merkezindeki bu parçanın stok düzeyi ile yakından ilgilidir. Eğer dağıtım merkezindeki stok sipariş için yeterli ise temin süresi sadece dağıtım merkezinden perakendeciye olan taşıma süresi kadardır. Eğer stok elverişli değilse bu sefer dağıtım merkezinin temin süresi ve taşıma süresi kadar olur. İkinci olarak bir kademede sipariş

verilirken göz önünde bulundurulacak maliyetler diğer zincir elemanları tarafından göz ardı edilmektedir. Son kullanıcı talepleri düzgün dahi olsa daha alt düzeylerde verilen siparişlerde bir dalgalanma bulunmaktadır. Daha sonraki bölümde ayrıntısı ile alınan bu etkiye kamçı etkisi (bullwhip effect) adı verilmektedir. Merkezi olmayan (her bir firmanın kendi stok politikasını belirlemesi) bir yapıda merkezi deponun bu etkiyi önlemesi için daha fazla güvenlik stoku tutması gerekmektedir. Merkezi sistem ise eş zamanlı ve güvenilir talep ve stok bilgilerine gereksinim duyar.

Tedarik zincirinde envanter yönetiminde iki yaklaşımdan söz edilebilir ;global ve yerel bilgi, diğeri ise merkezi ve merkezi olmayan kontrol. Tablo 3.2’den de görüleceği üzere bölgesel bilgi sadece kendisinin siparişlerini karşıladığı müşterilerinden gelen talep bilgileridir. Ayrıca sadece kendi stok bilgisini, maliyetlerini bilmektedir. Global bilgi ise tedarik zincirindeki diğer elemanların da talep, stok bilgileri ve maliyetlerini bildiği yapıdır. Merkezi kontrol ise sistemin tek bir kişi veya grup tarafından optimize edilmeye çalışıldığı sistemdir. Merkezi bu yapısı itme sistemi ile açıklanmaktadır, çünkü merkezi bir karar verici stokları gerekli yerlere göndermektedir. Merkezi olmayan yapıda ise karar vericiler kararlarını birbirinden bağımsız olarak vermektedir. Bu sistemler çekme sistemi olarak adlandırılırlar, çünkü bağımsız karar vericiler bir sonraki aşamadan ihtiyaçları olan miktarları çekmektedir.

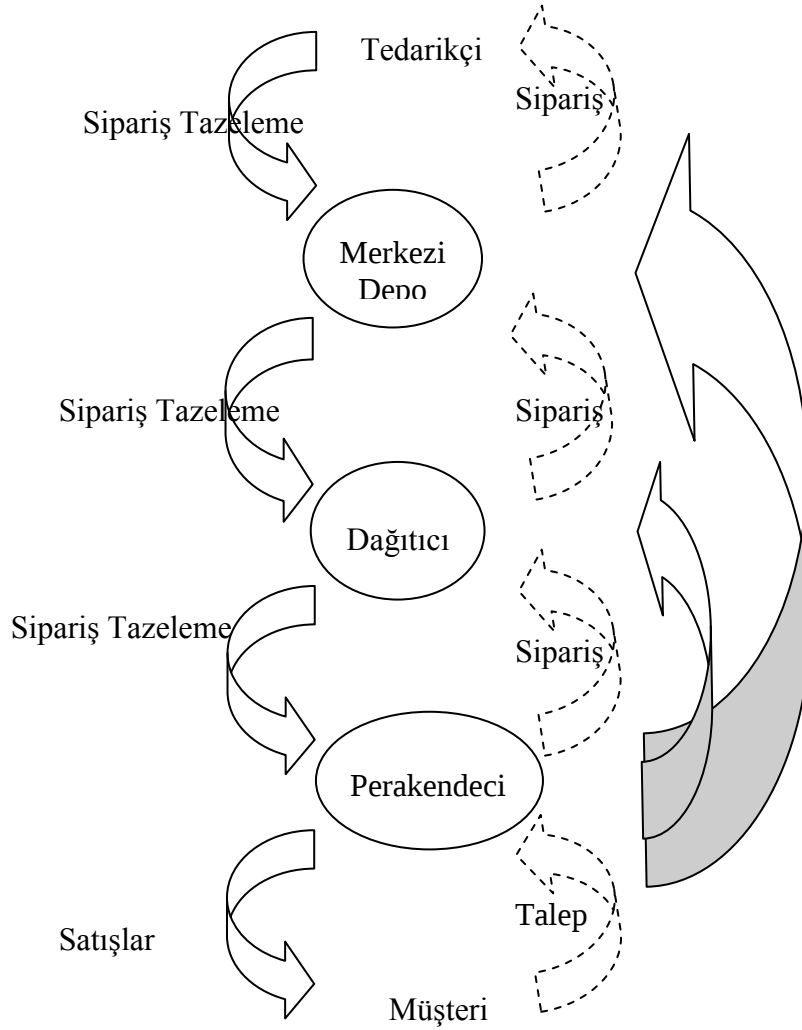
Tablo 3.2 Tedarik Zincirinde Talep Bilgisi ve Stok Kontrolü

		Stok Kontrolü	
		Merkezi	Merkezi Olmayan
Talep Bilgisi	Merkezi	Satıcı Yönetimli Envanter	Dağıtım İhtiyaçları Planlanması
	Bölgesel	-----	Doldurmalı Envanter Yönetimi

3.3.1 Temel Kontrol Sistemi

Temel stok politikası, tedarik zincirindeki her bir aşamanın kendi stok politikasına göre bir önceki aşamadan gelen talep bilgisine göre yapmış olduğu durumdaki zorluklara karşı verilmiş bir cevaptır. Burada göz önüne alınması gerekli yapı, Şekil 3.4’den görüleceği üzere talep bilgileri bütün stok noktalarına iletilmektedir. Bu da çok etkin bir iletişim sisteminin kullanılmasını gerektirmektedir. Elektronik Veri

Transferi (EDI) bu sisteme örnek olarak gösterilebilir. EDI ile eş zamanlı ve doğru bilgiler tedarik zinciri içerisindeki bütün aşamalara iletilebilir. Bu bilgi paylaşımının etkin olması için göz önünde bulundurulması gerekli bir başka husus da zincir içerisindeki firmaların birbirine güvenip, bu bilgileri paylaşabilmesi gerekmektedir. Böylelikle tedarik zinciri içerisindeki bütün firmalar siparişlerini son kullanıcıların taleplerine göre yenileyecektir.



Şekil 3.4 Temel Stok Politikasında Bilgi ve Stok Akışı

Şimdi tedarik zinciri içerisindeki firmaların (s,S) stok politikasını benimsediğini varsayalım. Burada daha önce anlatıldığı gibi s yeniden sipariş noktası, S ise maksimum stok düzeyidir ($S = s + Q$). Her bir firma stok düzeyi yeniden sipariş noktasının altına düştüğünde Q kadar sipariş verip stok düzeyini S'ye çıkarmaktadır.

Tedarik zinciri içerisindeki her firma aşağıdaki ilişkileri göz önüne alarak stoklarını gözlemektedir ;

Aşamalı Stok Düzeyi = Aşamalı Stok + Sipariş Verilen Miktar

Aşamalı stokta, stokun gözlemlenen aşamadan son kullanıcıya kadar olan sistem içerisindeki bütün ürünleri göz önüne alınmaktadır. İkinci terim olan sipariş verilen miktar ise, daha yukarı bir aşamaya verilen fakat henüz gelmemiş olan ürünleri kapsamaktadır.

Şekil 3.4'teki tedarik zincirine uygun sayısal bir örnek gösterecek olursak;

Dağıtıcı Net Stok = 50 adet

Perakendeci Net Stok = 20 adet

Perakendeciden Dağıtıcıya Verilen Sipariş Miktarı = 10 adet

Son Kullanıcı Talebi = 5 adet

Dağıtıcıdan Merkezi Depoya Verilen Sipariş Miktarı = 15 adet

Perakendeci Aşamalı Stok Düzeyi = $20 + 10 - 5 = 25$ adet

Dağıtıcı Aşamalı Stok Düzeyi = $(50 + 20 + 10 - 5) + 15 = 90$ adet

Her bir aşamada stok düzeyi her bir etkileşim sonucunda veya periyodik olarak gözden geçirilir. Stok düzeyi yeniden sipariş verme noktası ile karşılaştırılarak maksimum stok düzeyi olan S'e tamamlanır.

3.3.2 Seri Tedarik Zincirinde Envanter Yönetimi

Şekil 3.4'teki gibi seri sistemde sadece perakendeci ve merkezi deponun olduğu bir tedarik zincirini göz önüne alalım. Burada son kullanıcı talep bilgisi ve stok kontrolünün merkezi olduğunu düşünecek olursak yapılan varsayımlar;

- 1) Son kullanıcı talebi perakendeciye iletmektedir.
- 2) Hem merkezi depo hem de perakendeci için rassal olmayan temin süreleri söz konusudur. Ayrıca perakendeci temin süresi L_R depoda gerekli malzeme olduktan sonra sipariş yenileme işlemi gerçekleşmektedir.
- 3) Aşağıda parametreleri belirtilen (s,Q) stok politikası kullanılmaktadır.

s_d = Depo için yeniden sipariş noktası

Q_d = Depo için ekonomik sipariş noktası

s_p = Perakendeci için yeniden sipariş noktası

Q_p = Perakendeci için ekonomik sipariş noktası

s_d ve s_p 'yi hesaplarken

$$s_p = \hat{x}_{L_p} + z * \sqrt{L_p} * \sigma \quad (3.8)$$

Burada ;

$\hat{x}_{L_p}$ = Temin süresi boyunca tahmin edilen talep

σ = Tahmin hatalarının standart sapması

z = Belli güvenlik düzeyi için seçilen sabit değer

$$s_d = \hat{x}_{L_d+L_p} + z * \sqrt{L_d + L_p} * \sigma \quad (3.9)$$

$\hat{x}_{L_d+L_p}$ = Perakendeci ve deponun siparişlerini yenilmeleri için geçen temin süreleri boyunca tahmin edilen talep miktarları

$L_d + L_p$ = Temin süreleri toplamı

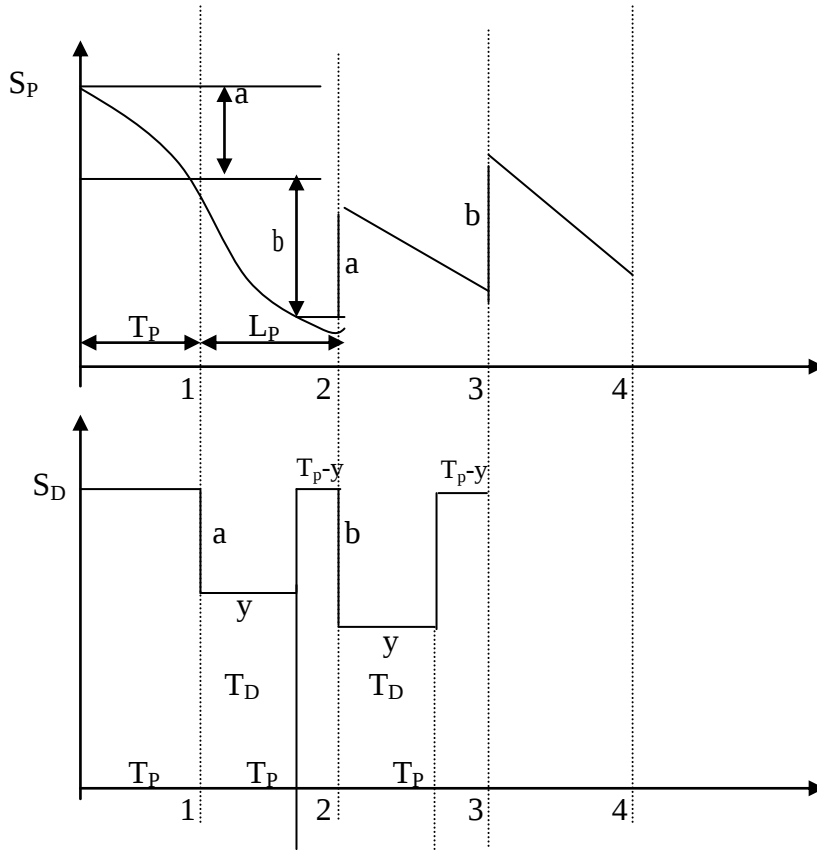
3.4 Eş Zamanlı Talep Bilgisinin Stok Yönetimi Üzerindeki Etkisi

Çoğu üretim sisteminde bir üretici bir çok yarı mamulü çeşitli son montaj üretim sistemlerine iletmektedir. Aynı şekilde çoğu dağıtıcı da çeşitli perakendecilere bu ürünleri arz etmektedir. Çoğu durumda üreticiler sabit bir üretim programlarına göre ürünlerini arz ederken, dağıtıcılar da sabit bir satın alma programlarına göre bu işlemi gerçekleştirmektedir. Bu çevrimler dönemlerin birbirinden farklı olmasından veya ilgili hazırlık maliyetlerin farklı olmasından dolayı birbirleriyle çakışmamaktadır (Bourlan ve diğ, 1995). Özellikle günümüzde bu otomobil endüstrisinde oldukça fazla karşımıza çıkmaktadır. Bu endüstride hazırlık sürelerinin çok fazla olmasından periyodik kontrollü bir envanter yönetimi uygulamaktadırlar. Yarı mamul üreticileri her bir 6,12 haftalık periyotlarda üretim planlaması yaparken, son montaj üreticileri haftalık periyotlarda gelecekteki iki üç haftalık planlamasını yapmaktadır. Bu zincirde son montaj üreticisi, yedek parça üreticisine göre son kullanıcının talepleri açısından da daha hızlı bir güncelleme yapmaktadır. Dolayısıyla bu tedarik zincirindeki farklı bu iki aşamanın çevrimlerinin eşlenmesi çok önemlidir.

Bilgisayardan bilgisayara iş dökümanların eş zamanlı aktarılmasında kullanılan Elektronik Veri Transferi ve internet son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Dolayısıyla EDI, “Amerikan JIT”, “son ofis otomasyonu” gibi çeşitli isimlerle de anılmaktadır. Elektronik Veri Transferinin çok kullanılmasının sebepleri arasında eş zamanlı talep

bilgisini sağlaması, personel ihtiyaçlarında, stok düzeylerinde, hatalarda, temin sürelerinde azalmalar göstermesini sıralayabiliriz.

Bir depo ve perakendeciden oluşan bir tedarik zincirini düşünelim. Her iki tedarik zinciri elamanının ayrı şekillerde yönetildiği ve periyodik stok kontrol politikası (T,S) yaptıklarını kabul edelim. Yani stoklar belli periyotlarla kontrol edilmekte ve daha sonra maksimum düzey olan S_d (depo için) ve S_p 'ye (perakendeci için) tamamlanmaktadır. Ayrıca depodan perakendeciye ulaşmak için L kadar bir süre geçmektedir. Şekil 3.5'te eş zamanlı olmayan talep bilgisinin olduğu bir tedarik zincirinde perakendeci ve depo için stok düzeyleri ve verilen sipariş miktarları gözlemlenmektedir.



Şekil 3.5 Perakendeci ve üreticinin stok düzeyleri

Ayrıca yapılan diğer varsayımlar ise;

1. Son kullanıcı talebi perakendecide karşılanmakta ve normal bir dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Hem depo, hem de perakendecinin dağılımları bilinmektedir.
2. Tedarik zincirinde olayların sıralanışı şu şekildedir : Perakendeciye depodan siparişi geldikten sonra talepler gözlemlenmekte ve depoya siparişler

geçilmektedir. Depo siparişleri stoklarından karşılanmakta ve daha sonra tedarikçisine siparişini geçmektedir.

3. Her iki aşama için sipariş periyodu eşit kabul edilmiştir.
4. Her iki aşamada gözlemlenen envanter maliyetleri sipariş verme maliyetleri ve elde bulundurma maliyetleridir.

Kullanılan kısaltmalar ise şu şekildedir;

L = Temin süresi

K = Sipariş verme maliyeti

H = Elde tutma maliyeti

S = Maksimum stok düzeyi

T = Sipariş dönemi

σ = Son kullanıcı talepleri için standart sapma

μ = Son kullanıcı talepleri için ortalama değer

I = Günlük elde tutulan envanter.

y = Depo için, perakendeciden siparişi aldıktan sonra kendi sipariş emrini verinceye kadar geçen gün sayısı

Bu kısaltmalar d indisi ile kullanılacak olursa, envanter depoya, p ile kullanılacak olursa perakendeciye aittir.

Gecikmeli talep bilgisinin olduğu Şekil 3.5'te zaman 1'de perakendecinin stokları "a" ünite azaldıktan sonra "a" ünite sipariş verilmektedir. Siparişin depo tarafından alınmasından y gün geçtikten sonra depo kendi siparişini vermekte ve stok düzeyi S_d 'ye gelmektedir. Zaman 2'de ise $T_p - y$ gün geçtikten sonra perakendecinin vermiş olduğu "a" ünite stoklara girmektedir ve perakendeci yeni sipariş vermektedir. Bu sefer stok düzeyini S_p 'ye getirmek için b adet talep edilmektedir

Şekil 3.5'ten de görüleceği üzere depo için S_d ve $S_d - D_T$ olmak üzere iki adet stok düzeyi bulunmaktadır. Deponun T-y gün için stok düzeyi S_d olmakta, y gün için ise $S_d - D_T$ olmaktadır. Dolayısıyla elde tutulan stok düzeyi;

$$I_d = (1/T) * (S_d * (T-y) + y * (S_d - D_T)) \text{ 'dir.} \quad (3.10)$$

Ortalama stok için beklenen değeri ise;

$$E(\hat{I}_d^+) = \left(\frac{1}{T}\right)(S_d(T-y) + y \int_{-\infty}^{S_d} (S_d - x) f_t(x) dx) \text{ 'dir.} \quad (3.11)$$

Burada $X^+ = \max(X, 0)$ 'dır.

Toplam maliyet ise aşağıdaki şekilde olacaktır;

$$TM = \left(\frac{1}{T}\right)(K_d + H_d \left[S_d(T-y) + y \int_{-\infty}^{S_d} (S_d - x) f_t(x) dx \right]) \quad (3.12)$$

Eğer yukarıdaki eşitlikte S_d yerine $\mu + z^* \sigma^*(T)^{0.5}$ yazacak olursak,

$$TM = \left(\frac{1}{T}\right)(K_d + H_d \left[(\mu P + z \sigma \sqrt{T})(T-y) + y \sigma \sqrt{T} \int_{-\infty}^k (z - u) f_p(u) du \right])$$

olacaktır.

Eş zamanlı talep bilgisi kullanacak olursak, depodaki karar verici son kullanıcının y günlük taleplerini gözlemlemektedir. Karar verici sadece T-y günlük talepteki değişkenliği kapsayacak şekilde stok politikasını belirleyecektir. Dolayısıyla karar verici sadece y günlük talebi karşılayacak ve T-y günlük talepteki değişkenliği kapsayacak şekilde stok bulunduracaklardır. Gözlemlenen y süresi boyunca beklenen talep μy , gerçekleşen talepten farklı olabilir. Δ ise bu sapmaya gösterecek olursa;

$$D_y = \Delta + \mu y, \text{ y süresi boyunca gözlemlenen talebi göstermektedir.}$$

Eş zamanlı talep bilgisi kullanıldığı zaman depodaki karar verici, T günlük talebi (μT) ,y günlük talep boyunca ortalama talepten sapma miktarı olan Δ 'yu ve T-y'deki değişkenliği karşılayacak şekilde $(z \sigma \sqrt{T-y})$ sipariş verecektir. Dolayısıyla maksimum stok düzeyi;

$S_d = \Delta + \mu T + z \sigma \sqrt{T-y}$ 'dir. Maliyetleri göz önüne alacak olursak ortalama envanter;

$$I_d = \left(\frac{1}{T}\right)(S_d(T-y) + y(S_d - (\Delta + \mu y) - D_{T-y})) \quad (3.13)$$

$$E(\hat{I}_d^+) = (1/T) (E(\Delta + \mu T + z \sigma \sqrt{T-y})(T-y) + y \int_{-\infty}^{\mu(T-y) + z \sigma \sqrt{T-y}} (\mu(T-y) + k z \sqrt{T-y} - x) f_{T-y}(x) dx) \quad (3.14)$$

$$TM' = \left(\frac{1}{T}\right)(K_d + H_d) \left[(\mu T + z\sigma\sqrt{T-y})(T-y) + y \int_{-\infty}^{\mu(T-y)+z\sigma\sqrt{T-y}} (\mu(T-y) + z\sigma\sqrt{T-y} - x) f_{T-y_t}(x) dx \right] \quad (3.15)$$

Eş zamanlı talep bilgisinin kullanılmaması ve kullanılması durumlarında oluşan maliyetler arasındaki fark ise aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$TM - TM' = \frac{H_d}{T} \sigma (\sqrt{T} - \sqrt{T-y}) \left[k(T-y) + y(z + \int_z^{\infty} (u-z)\phi(u)du) \right]. \quad (3.16)$$

3.5 Etkin Stok Azaltma Yöntemleri

3.5.1 Periyodik Stok Takibi Politikası

Bu stratejide yukarıda anlatıldığı gibi belli periyotlarla stok gözden geçirilir ve bu gözden geçirme sonucunda sipariş miktarı hakkında bir karar verilir. Periyodik stok kontrolü yavaş hareket gören, çabuk bozulmaya müsait ürünlerin tesbit edilmesini ve stokların sürekli olarak azalmasını sağlar.

3.5.2 Güvenlik Stokları, Temin Süreleri ve Kullanım Oranlarındaki Sıkı Yönetim

Bu firmanın gerçekten de uygun seviyede stok tutmasının sağlar. Böyle bir stok kontrol politikasında belli bir süreliğine kullanım oranları düşen ürünlerin tespit edilmesini sağlar. Eğer bu durumlar için herhangi bir önlem alınmazsa azalan kullanım oranları stoklardaki artışa sebebiyet verir.

3.5.3 ABC Sınıflandırması

Bu yöntemle ürünler üç kategoriye ayrılırlar. A sınıfı ürünler yıllık satışlar olarak yüzde 80'ini oluştururken miktar olarak % 20'sini oluşturan ürünlerdir. B sınıfı ürünler satışların % 15'ini oluştururken C sınıfı ürünler yıllık satışların ancak % 5'ini oluşturur. A sınıfı ürünler iş yükünün büyük bir çoğunluğunu oluşturduğundan yüksek oranda periyodik gözden geçirme yöntemi (örneğin haftalık) bu sınıf ürünler için uygulanabilir. B sınıf ürünler daha uzun süreli periyodik kontrollü uygulanabilir. C sınıfı ürünler içinde ürünün değerine göre, çok değerli ürünler için hiç stok tutmayarak ve az değerli ürünler için fazla stok tutma yöntemine gidebilir.

3.5.4 Güvenlik Stokun Azaltılması

Güvenlik stoklarının azaltılması temin sürelerinin azaltılması ile mümkün olur.

3.5.5 Sayısal Yaklaşımlar

Bu yaklaşımda burada anlatılmaya çalışıldığı gibi elde tutma maliyetleri ile sipariş verme maliyetleri arasındaki dengenin kurulması çalışmasıdır. Son yıllarda gerçektende stok devir hızının artırılması için büyük bir çaba bulunmaktadır.

Stok devir hızı = Yıllık Satışlar / Ortalama Stok Düzeyi'dir.

Bu orandaki artış ortalama stok düzeyindeki azalışı temsil edecektir.

3.5.6 Merkezi Sistemlerle Merkezi Olmayan Sistemlerin Karşılaştırılması

Bir tedarik zincirinde çok çeşitli değişkenlikler söz konusudur. Bunlar talepte, üretim boyunca veya arzda olabilir. Zincir içerisindeki mevcut stoklarımızla bu değişkenliklerden korunulur. Tedarik zincirinin çeşitli yerlerinde tutulan bu stoklar maliyet ve performans üzerinde değişik etkileri bulunmaktadır. Bitmiş ürünler için yüksek değerde olurken hammaddeler için daha düşük değerlidir. Aynı zamanda çeşitli noktalardaki stokların esneklikleri de birbirinden farklıdır. Hammaddeler üzerinde esneklik fazla iken bitmiş ürünler üzerinde bu etki daha azdır. Hammaddeler üzerinde bu etkinin az olmasının sebebi, herhangi büyük bir cezaya sebep olmadan kolaylıkla alternatif ürünlerde kullanılabilmesidir. Son olarak çeşitli noktalardaki stokların yanıt verme düzeyleri farklı farklıdır. Örneğin bitmiş ürünler müşterilere gecikmesiz olarak taşınabilirken, malzemeleri bitmiş ürünlere çevirmek aynı derece de hızlı olamamaktadır. Tedarik zinciri yöneticileri için en büyük zorluk ta müşteri servis performansını artırarak bu stokları nasıl kontrol edecekleridir.

Tedarik zinciri içerisinde malzeme akışları yönetimindeki bir diğer zorluk da zincir içerisindeki organizasyonel yapı ve engellerden kaynaklanmaktadır. Bugün global iş dünyası bir ürünün tesliminde dünyanın dört bir yanındaki zincirin elemanları beraber çalışmaktadır. Bu elemanlar isteklerini farklı yapıdaki bir birime bildirmekte ve gene aynı şekilde farklı bir birime yaptıkları işleri iletmektedir. Eğer zincirin bu elemanları aynı firmaya aitse şirketler arasındaki organizasyonel sınırlar daha yüzeysel olarken, bununla beraber bazı firmalar da bilerek merkezi yapıda olmayan operasyonel kontrolü seçmektedir.

Merkezi kontrol nerde, ne kadar üretim yapılacağı, nerde ne miktarda stok tutulacağı gibi kararların tek merkezden yapıldığı sistemlerdir. Bununla beraber merkezi olmayan kontrol de ise tedarik zinciri içerisinde her bir eleman kendi lokal bilgisi ile bu kararların almaktadır.

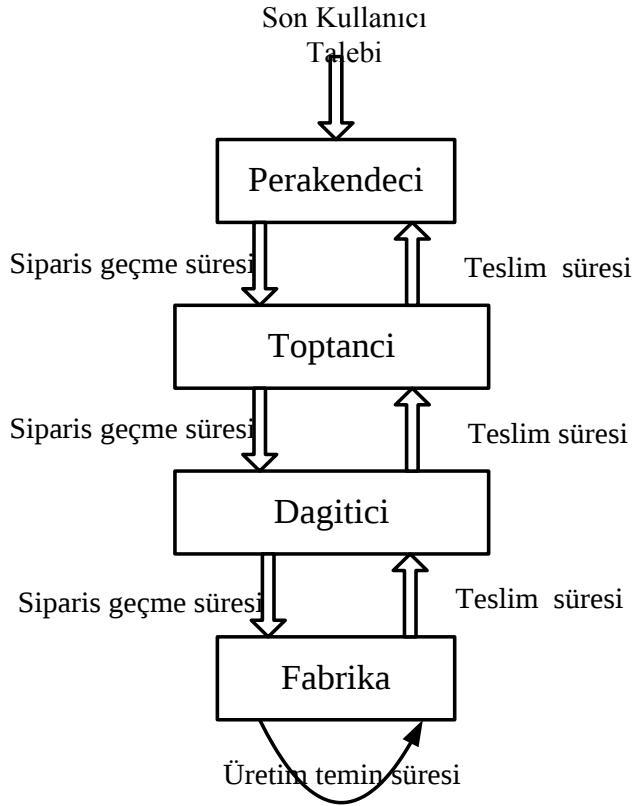
4 TEDARİK ZİNCİRİNDE KAMÇI ETKİSİ

Son yıllarda bazı tedarikçi ve perakendeciler, bir takım ürünler için müşterilerin talebi fazla dalgalanmasa bile, stok ve sipariş miktarlarının tüm zincir boyunca dalgalandıklarını gözlemlemişlerdir. Procter&Gamble’da yöneticilerin Pamper markalı çocuk bezlerine tüketicilerin gösterdikleri talebi incelediklerinde ilginç bir bulgu ile karşılaşmışlardır. Beklenildiği gibi, perakendeci satışları aşağı-yukarı bir düzgünlük göstermiş, hiçbir gün veya ay talep diğerlerine göre çok yüksek veya düşük gerçekleşmemiştir. Fakat bununla birlikte dağıtıcıların fabrikaya gönderdikleri sipariş perakendecilerin satışlarına göre büyük dalgalanmalar göstermiştir. Bununla birlikte P&G ‘ın tedarikçilerine gönderdiği siparişler daha büyük dalgalanma göstermiştir. Tedarik zincirinde ilerlediğimizde karşılaştığımız bu olguyu P&G yöneticileri kamçı etkisi (bullwhip effect) olarak adlandırmışlardır.

Procter&Gamble yöneticileri, bu ürünün tedarik zincirinde bir uçtan diğer uca doğru gerçekleşecek bilgi sapması çok büyük verimsizliklere meydana getirdiğini gözlemlemiştir. Büyük yatırım maliyetleri, düşük müşteri hizmeti, düşük gelirler, yanlış yönlendirilmiş kapasite planları, verimsiz ulaşım ve hedeflenenden sapsız üretim planları ortaya çıkmaktadır.

Hewlett Packard (HP)’da en büyük toptancılarından birinin satışını incelediğinde, zamanla dalgalandıklarını gözlemlemiştir. Buna karşılık aynı toptancının siparişlerini incelediklerinde bu dalgalanmanın çok daha büyük boyutlarda olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde firmanın yazıcı bölümünden, bütünleşik kart bölümüne vermiş olduğu siparişlerinde de büyük dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Neden böyle bir durumla, başka bir deyişle, zincirde bir kademedan diğer kademeye geçişte sipariş miktarlarında dalgalanma ile karşılaşmıştır? HP zincirdeki gerçek satış değerlerini görmeden önce talep tahminlerini, kapasite planlamasını, stok kontrolünü ve üretim planlamasını yapmak için toptancıların siparişlerine bağlı kalarak yapmıştır. Talepteki dalgalanmalar HP için büyük sorun teşkil ediyordu. En önemli bulgular fazla envanter, isabetsiz talep tahminleri, yetersiz, fazla ürün veya ürünün bulunmayışından

veya uzun sürede temin edilmesinden kaynaklanan yetersiz müşteri hizmeti, ve bunları düzeltmek için katlanılması gereken maliyetlerdir.



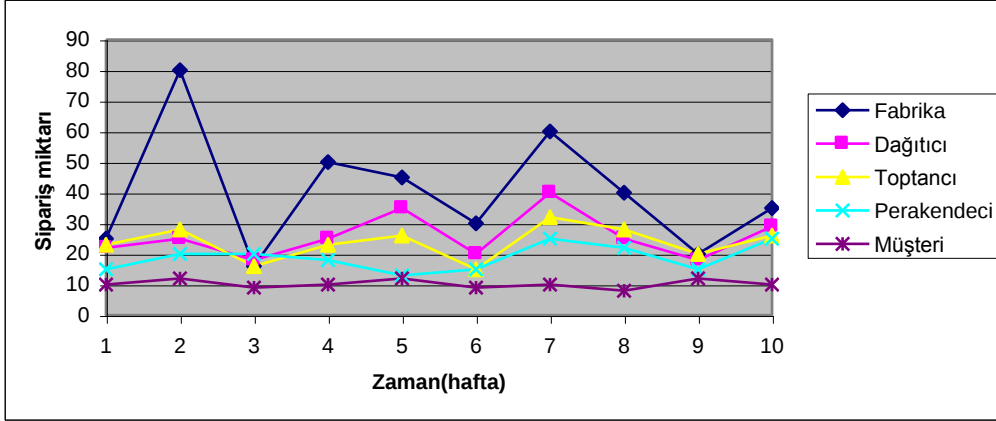
Şekil 4.1 Tedarik Zinciri(Sımcı-Levi ve diğ.,2000)

Şekil 4.1’de perakendeci, toptancı, dağıtıcı ve fabrikadan oluşan bir tedarik zinciri gösterilmiştir. Perakendeci müşteri talebini gözlemler ve toptancıya bu siparişe göre bir sipariş geçer. Toptancı dağıtıcıdan ürünleri alır ve siparişlerini fabrikaya geçer. Şekil 4.2’de firmalar tarafından verilen siparişler gösterilmiştir. Grafik bize tüm zincir boyunca değişkenliğin artış etkisini göstermektedir.

Tedarik zincirinde değişkenliği artan etkisini anlamak için örneğimizdeki ikinci aşama olan toptancıya bir bakalım. Toptancı, perakendeciden siparişleri alır tedarikçisi olan dağıtıcıya siparişleri verir. Toptancının sipariş miktarlarını belirlemek için, perakendecinin talebini tahmin etmesi gerekmektedir. Eğer toptancı son kullanıcının talep bilgisine ulaşamadığı zaman, perakendeciden gelen talep bilgisine göre tahmini yapmak zorunda kalacaktır.

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi perakendecinin siparişlerindeki değişkenlik, son kullanıcı talebinden çok fazla olduğundan, toptancı perakendeciden çok daha fazla stok tutmaya zorlanacak, bunun içinde toptancının perakendeciden daha fazla kapasite ayırması söz

konusu olacaktır. Bu analiz aynı şekilde toptancı üzerinden fabrikaya kadar yürütülebilir. Sonuçta daha fazla stok ve daha fazla maliyetle karşılaşılacaktır.



Şekil 4.2Tedarik Zincirinde Her Bir Aşamanın Vermiş Olduğu Sipariş Miktarları

Son yıllarda Etkin Müşteri Hizmeti (Efficient Customer Response) oluşumu perakende ürünleri zincirinin nasıl çalıştığını açıklamaya çalışmıştır. Böyle bir girişimin asıl nedeni tedarik zincirindeki ihtiyaçtan fazla tutulan stoklardır. Çok çeşitli endüstrilerde yapılan çalışmalarda ürünler üreticinin üretim hattından çıkıp perakendecinin rafına gelen kadar ki dönemde, 100 günlük ihtiyaçtan fazlasını karşılayacak kadar stokun tutulduğunu gözlemlenmiştir. Tedarik zincirinin her bir aşamasındaki (fabrikanın mamul, yarı mamul ve hammadde depoları , dağıtıcının merkezi ve bölgesel stokları ve perakendecinin satış yerleri) stokları, talepteki belirsizlik yüzünden artmıştır.

Tipik bir son kullanıcı ürününde , müşteri satışlarında dalgalanma gözükmemesine rağmen , perakendeciden üreticiye siparişlerindeki dalgalanma dikkat çekicidir. Bu dalgalanma üreticinin kendi tedarikçisine taleplerinde daha da artan bir şekilde ilerler. İşletmenin bunu çözmesi için kamçı etkisini doğuran etkileri anlaması gerekmektedir. Yenilikçi firmalar, tedarik zinciri boyunca kullanılan veri ve bilgileri planlayarak ve koordine ederek kamçı etkisini azaltmışlar ve tedarik zincirlerinin performansını geliştirmişlerdir.

4.1 Kamçı Etkisinin Sebepleri

Kamçı etkisinin belki de en iyi gösterildiği yer bira oyunudur (Beer Game). Bu oyunda katılımcılar müşteri, perakendeci, toptancı veya tedarikçilerin rolünü üstlenmektedirler. Katılımcılar birbirleriyle iletişim kuramazlar ve sipariş emirlerini alt kademedeki oyuncuların siparişlerini göz önünde bulundurarak yapmalıdır. Bu oyunda tedarikçilerin sipariş yapısı son kullanıcıların siparişlerinden çok daha fazla değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Aşağıda kamçı etkisine sebep olan dört büyük unsur vurgulanmıştır;

1. Talep tahminlerindeki güncelleme
2. Parti Siparişi
3. Fiyat Dalgalanmaları
4. Stok Tahsis Oyunu

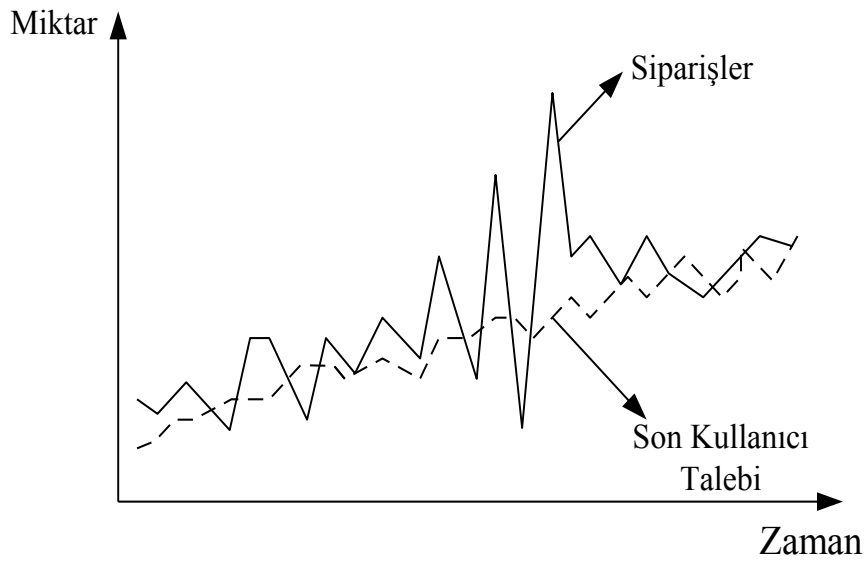
4.1.1 Talep Tahminlerindeki Güncelleme

Tedarik zincirindeki her şirket üretim planlama, kapasite planlama, stok kontrol ve malzeme ihtiyaç planlaması yapmak için talep tahminleri yapmak zorundadır. Şirketler bu tahmini de tedarik zincirindeki en yakın müşterilerinin geçmiş satışlarını göz önüne alarak yapar. Bu tahminleri yaparken şirketlerdeki yöneticiler sezgilerini de hesaba katabilirler. Bira oyununda olduğu gibi oyunun çıktıları çeşitli kişisel faktörlerin sonuçlarıdır (oyuncuların algılayışları ve güvensizlikleri gibi). Her bir oyuncunun talep tahmininde etkili olan en önemli faktörlerden biride ne gözlemlendiğidir. Ne zaman bir alt aşamadan bir sipariş girildiği (müşterisinden) zaman üst aşamadaki yönetici kendi vereceği siparişler için bir sinyal olarak değerlendirir ve buna göre kendi vereceği siparişleri belirler. Yapılan bu düzenlemede, kamçı etkisinin en önemli sebebi olarak görülmektedir.

Mesela tedarikçinize ne kadar mal siparişi vereceğinizi düşündüğünüzde, kullanabileceğiniz en basit yöntemlerden bir tanesi üstel düzeltme yöntemidir. Üstel düzeltme yöntemiyle gelecek dönemler için vereceğimiz talepler yeni gelen verilere göre sürekli güncellenmektedir. Tedarikçinize gönderdiğiniz sipariş sizin gelecekteki taleplerinizi ve gerekli güvenlik stoklarını karşılayacak düzeyde olmalıdır. Gelecek tahminleri ve buna bağlı olarak da güvenlik stokları düzeltme yöntemi ile

güncellenmelidir. Sonuç olarak sipariş miktarlarındaki dalgalanmalar çoğu zaman talep bilgisindeki dalgalanmadan büyük olabilmektedir.

Yine zincirde üretici tarafına doğru bir aşama daha ilerlersek , sizden bir aşağı seviyedeki bölümün vereceği siparişler sizin talebinizi oluşturacaktır. Aynı şekilde tahminleri düzeltmek için üstel düzeltme kullanacak olursak, sizin tedarikçinin vereceği siparişler daha büyük dalgalanmalar gösterecektir. Şekil 4.3'den de görüldüğü gibi satıcıdan üreticiye gelen siparişler gerçek son kullanıcı satışlarından daha büyük dalgalanma göstermektedir. Buradan da ayrıca sezgisel olarak eğer temin süreleri ne kadar uzun ise bu dalgalanmaların o derece büyük olacağını söyleyebiliriz.



Şekil 4.3 Üreticinin siparişlerinin son kullanıcı talepleriyle karşılaştırılması

4.1.2 Parti Sipariş Verme

Tedarik zincirinde her şirket kendi tedarikçisine sipariş emrini verirken bir stok kontrol ve takip politikasını göz önüne alarak verir. Bir şirkete gelen siparişler stoklarını azaltabilir fakat şirket hemen sipariş vermeyebilir. Genellikle her firma parti halinde veya siparişleri biriktirerek tedarikçisine sipariş verir. Parti siparişleri verirken de iki politika kullanılabilir ;

1)Periyodik Sipariş Yönetimi,

2)İtme Siparışı Yöntemi

Çok sık sipariş vermek yerine şirketler haftada , iki haftada veya ayda bir sipariş verebilirler. Bunun çeşitli sebepleri vardır. Tedarikçi düşük miktarlarla sürekli ürün

getirmekle baş edebilecek durumda olmayabilir. Zaman gecikmesinden kaynaklanan maliyetlerle, sipariş maliyetleri sık sipariş vermeye engel teşkil edebilir.

Ayda bir sipariş veren bir şirketi düşündüğümüzde bu şirketin tedarikçisi oldukça değişken sipariş kaynağı ile karşı karşıyadır. Bu değişkenlik şirketin kendi karşılaştığı talepteki değişkenlikten daha büyük olur. Dolayısıyla periyodik siparişlerin değişkenliği artırdığını ve kamçı etkisine sebep olduğunu söyleyebiliriz.

Siparişlerin seyrek bir şekilde verilmesinin bir sebebi de ulaşım maliyetlerinden kaynaklanıyor olabilir. Tam kamyon yükü ile tam yüklenmemiş kamyon yükü arasında maliyetler bakımından önemli farklar olduğundan , işletmeler tam kamyon yükletecek şekilde siparişlerini verebilirler. Belki de firmanın tedarikçisi tam kamyon kapasitesini göz önüne alarak çok iyi bir fiyat da vermiş olabilir.

Eğer şirkette tüm müşterilerin siparişleri tüm haftaya yayılacak şekilde olursa kamçı etkisi çok daha düşük seviyelerde gerçekleşir. Eğer siparişler üst üste binecek olursa , talepteki dalgalanma daha büyük olacak ve bu da kamçı etkisinin büyük seviyelerde olmasına sebep olacaktır.

Eğer şirketler MRP (Materials Requirement Planning) veya DRP (Distribution Requirement Planning) uyguluyorsa siparişlerini ayın başında (veya sonunda) verecekler, dolayısıyla müşterilerin sipariş dönemleri çakışacaktır. Periyodik MRP veya DRP uygulaması da kamçı etkisine sebep olacaktır.

4.1.3 Fiyat Dalgalanmaları

Tahminler göstermiştir ki , üreticiler ve dağıtıcılar arasındaki iş ilişkisinin %80'i “gelecek için alım” (forward buying) anlaşmalarına bağlı olduğunu ve siparişlerin çoğu zamanda ihtiyaçtan önce verildiği bilinmektedir.

Gelecek için alım piyasada fiyat dalgalanmalarına sebep olmaktadır. Gerek üreticiler gerekse dağıtıcılar fiyat indirimleri, miktar indirimleri, kuponlar gibi özel promosyonlar düzenleyebilir. Bu da müşterilerin gerçek ihtiyaçlarını göstermeyen alımlarla sonuçlanabilir. Büyük miktarlarda alımlar yapılır ve gelecek için stok yapılır. Bu tip yapılan bir promosyon tedarik zinciri için maliyetli olabilir. Bir ürünün fiyatı düşük iken müşteri yüklü miktarlarda alım yapması kaçınılmazdır. Fiyatı normale döndüğünde, bu sefer müşteri alımı durdurur. Ne zaman stokları bittiğinde, tekrar alım için sipariş vermeye başlar. Dolayısıyla müşterinin yapmış olduğu satın alma davranışı gerçek tüketim davranışını yansıtmaz. Alım miktarlarındaki değişkenlik, tüketimdeki

değişkenlikten çok fazla olur ki, biz buna kamçı etkisi diyoruz. Bazı firmalar düşük-yüksek fiyat politikasıyla çalışmak isteseler de, bu durum şirket için tahmin ettiğinden daha ağır boyutlarla kötü sonuçlanabilir. Örneğin ünlü bir çorba üreticisinin satışları mevsimsellik göstermekte ve kış aylarında en yüksek seviyelerine çıkmaktadır. Bununla birlikte üreticiden dağıtıcıya gönderilen mal miktarı başka deyişle dağıtıcıdan üreticiye gönderilen sipariş emirlerinde çok daha büyük dalgalanma gözükmemektedir. Fabrika böyle bir durumla karşılaştığı zaman fazla mesai yapmak zorunda kalabilir, bazen de boş kapasite durumu söz konusu olabilmektedir. Alternatif olarak çok yüksek miktarlarda stokla çalışıp talepteki değişimleri bunlarla karşılamak isteyecektir. Fakat bunun içinde işletmenin elde bulundurma maliyetine katlanması gerekmektedir.

Bu tip promosyonların kullanılması üreticinin stok performansını düşürücü etkisinden dolayı işletme için büyük zararlara yol açabilir.

4.1.4 Stok Tahsis Etme (Orantılama Oyunu)

Ürüne olan talep arzı aştığı zaman, üretici müşterilerin taleplerine karşı elinde sınırlı sayıda bulunan ürünü oranlar. Yani gelen siparişlere göre eldeki ürününü dağıtır. Örneğin toplam talep arzın %50 kadarı ise bütün müşteriler sipariş ettiklerinin %50'si kadarını alırlar. Ürünün talebi karşılayamaması, müşterilerin gerçek ihtiyaçlarının çok üzerinde sipariş etmesinden kaynaklanmaktadır. İlerleyen dönemlerde ise, son kullanıcı taleplerinin azalmasından dolayı üreticiye sipariş veren fakat siparişleri karşılanmayan müşterilerin siparişlerini iptal ettikleri gözlemlenecektir. Burada bu oyunun etkisi şu şekildedir; müşterilerin siparişleri tedarikçiye ürün üzerindeki gerçek talep hakkında çok az bilgi sağlar. Bu durum da üretici için üretimde çok can sıkıcı durumlar doğurmaktadır. Örneğin 1980'li yıllarda piyasada DRAM sıkıntısı çekilmekte idi. Bu yıllarda üretici firmalara yönelen yoğun siparişlerin sebebi gerçekten de son kullanıcının artan taleplerinden dolayı kaynaklanmamış, siparişi gönderen firmaların beklenti ve öngörülerinden kaynaklanmıştır. Bu dönemde çeşitli firmalar sipariş gönderen üreticiler malları en hızlı temin edenlerden almışlar ve diğer üreticilere gönderdikleri siparişleri iptal etmişlerdir.

4.2 Kamçı Etkisinin Azaltmak İçin Metotlar

Kamçı etkisinin sebeplerini anlamak yöneticilere bu etkiyi azaltmak için stratejiler bulmasına yardım eder. Gerçekten de dünyada pek çok işletme bu etkiyi azaltacak yenilikçi programlar uygulamaya başlamışlardır.

Yukarıda adı geçen etmenlerden dolayı oluşan kamçı etkisini azaltmak için göz önünde bulundurulmuş çalışmalar Tablo 4.1’de olduğu gibi, bilgi paylaşımı (information sharing), kanal düzenleme (channel alignment) ve operasyonel etkinlik (operational efficiency) gibi üç aşamada toplanmaktadır. Bilgi paylaşımında, talep bilgisi zincir içinde son kullanıcıdan üretici ve hatta onun tedarikçilerine kadar eş zamanlı olarak gitmektedir. Kanal düzenleme ise fiyatın, ulaşımın, stok kontrolün ve kanaldaki son kullanıcı ve tedarikçiler arasındaki her bir halkanın kontrol ve koordine edilmesi demektir. Operasyonel etkinlik ise performansı artıran, maliyetleri ve temin süreleri azaltıcı aktivitelere işaret etmektedir.

4.2.1 Birden Çok Talep Tahmini Güncellemekten Kaçın

Tedarik zincirinde her bir aşama (üretici, dağıtıcı, perakendeci) kendi planına bağımlı olarak talep tahminini yapar (örneğin üretici üretim planına, dağıtıcı lojistik planına bağlı kalarak). Eğer zincirdeki bu elemanlar talep tahmini yapmak için kullanacağı verileri zincir içindeki hemen kendi müşterilerinden alacak olurlarsa kamçı etkisi doğmamış olur.

Bunu önlemek için yapılacak önerilerden bir tanesi ve en önemlisi, tedarik zinciri içerisindeki bilginin bir aşamadan diğer bir aşamaya ilerlerken kaybolmasını önlemek için her bir aşamanın kullandığı bilginin kendisinden sonraki aşamaya da kullanılmak üzere iletilmesidir. Böylelikle her bir aşamada kendi talep tahminlerini aynı ham veriye göre güncellemiş olurlar.

Tedarik zinciri elemanları bu verilerin paylaşılması için Elektronik Veri Transferini (Electronic Data Interchange –EDI) kullanabilirler. 1990 yılında tüketici ürün (Consumer Products) grubu endüstrisinde ürünlerin %20’sinin siparişleri perakendeciler tarafından EDI aracılığıyla gerçekleşmiştir. Bu değer 1992 yılında %40, 1995 yılında %60’bulmuştur. EDI’nin bu artarak giden kullanımı şüphesiz zincirin elemanları arasında bilgi geçişini ve paylaşımını kolaylaştıracaktır.

Zincirdeki her bir eleman her ne kadar talep tahmini için aynı veriyi kullanacak olmalarına karşılık , talep tahminlerdeki yöntem ve satın alma davranışlarındaki

farklılıklar sipariş bir sonraki kademeye aktarılırken hala bir dalgalanmaya sebep oldukları gözlemlenir. Daha radikal bir deyişle zincirde tedarikçi konumda olan her firma, müşterisine doğru yapılan her arzı kontrol etmesi gerekmektedir. Tedarikçi her zaman için müşterisinin talep ve stok bilgilerine ulaşabilmeli ve bu değerlere göre gerekli güncellemeleri yaparak arzını buna göre değiştirmelidir.

Tablo 4.1 Kamçı Etkisini Azaltmak İçin Yapılması Gerekenler

Kamçı Etkisinin Sebepleri	Bilgi Paylaşımı	Kanal Düzenleme	Operasyonel Etkinlik
Talep Tahmini Güncelleme	Sistem Dinamiklerini Anlama	Satıcı Yönetimli Stok (VMI)	Temin Süresinin Azaltılması
	Son Kullanıcı Talep Verilerinin Kullanılması	Bilgi Paylaşımı İçin Fiyat İndirimi	Aşamalı Stok Kontrol
	Elektronik Veri Transferi (EDI)	Direkt Dağıtım	
	İnternet		
	Bilgisayar Yardımcılı Sipariş Verme (Computer-Assisted Ordering CAO)		
Parti Siparişi	EDI	Tam Kamyon Yüğü Taşıma İçin Fiyat İndirimi	Bilgisayar Yardımlı Sipariş
	İnternet Ortamında Sipariş Verme	Sevkiyat Günlerinin Kararlaştırılması	
		Sevkiyat Birleştirme	
		3. Parti Lojistik	
Fiyat Dalgalanmaları		Sürekli Yineleme Programı	Her Gün Düşük Fiyat (EDLP)
		Her Gün Düşük Maliyet (EDLC)	Faaliyete Dayalı Maliyetlendirme
Stok Tahsis Oyunu	Satışların, Kapasitenin ve Stok Bilgisinin Paylaşılması	Geçmiş Satışlara Dayalı Ürün Tahsisi	

Stok kontrolcüler, stok ve talep bilgilerinin zincirdeki her bir halkanın kullandığı durumlarda çok aşamalı envanter yönetiminin en iyi sonucu verdiğini bulmuşlardır. Aşamalı envanter yönetimi optimal envanter sistemi için anahtar oluşturmaktadır.

Talep bilgisinin bir önceki kademelerden elde etmek için ise kullanılacak bir başka yöntem de by-pass ederek gerçekleştirmektir. Örneğin Apple firmasının da yaptığı gibi direkt olarak müşterilere satma yolunu gidilebilir. Böylelikle arada bulunan dağıtıcı ve perakendecileri kaldırılır. Aradaki elemanları devreden çıkarmakla üretici direkt olarak talep davranışlarını gözlemleyebilmektedir. Aynı yöntemi Dell' de ürünlerini ayrıca bir dağıtım kanalına sokmadan satmıştır.

Son olarak daha önceden de belirtildiği gibi uzun temin sürelerinin, kamçı etkisini artırıcı özelliği bulunmaktadır. Operasyonel verimlilikte yapılacak bir ilerleme tahminin çok kez güncellemekten oluşan dalgalı talebi düzgünleştirmek için oldukça iyi sonuçlar doğurabilecektir. Dolayısıyla tam zamanında üretimle (JIT) yineleme bu etkinin görülmesi için önemli bir yöntemdir.

4.2.2 Parti Halinde Sipariş Vermekten Kaçınma

Parti sipariş kamçı etkisine sebep olduğundan şirketler parti sipariştan kaçınan, daha sık miktarlarda sipariş vermeyi sağlayan stratejiler geliştirmeye çalışmalıdır. Talebin dalgalı olduğu zamanlarda tedarikçi bir firma müşterisinden sabit ve periyodik çizelgesinden tüketim bilgisini aldığı zaman, kendisinden parti siparişi verildiğini görmesi sürpriz olmaz.

Parti siparişin bir nedeni sipariş maliyetlerinin çok yüksek olmasından kaynaklanabilir. EDI siparişlerde matbu maliyetlerinin azalmasını sağlar. Şirketler EDI ile matbu kullanmadan siparişler verebilir bu da şirketlerin daha sık miktarlarda sipariş vermelerini sağlar. Bir çok şirket EDI'yi kullanarak maliyetlerin azalmasını sağlamıştır. Örneğin General Electrics firması satıcı ve tedarikçilerini elektronik ortamda bağlayarak matbu maliyetlerini azaltmıştır. Önceden 50\$'a gerçekleşen sipariş emri şimdi 5\$'a kadar düşmüştür. (Lee ve diğ, 1997)

Parti siparişin bir başka nedeni de ulaşım masrafları olabilir. Eğer işletme için tam kamyon yükleme (FTL) ile tam kamyon daha az yükleme arasında önemli bir fark varsa şirketler tam kamyon yüklemeyi tercih ederler. Dolayısıyla EDI ile yapılacak bir iyileşmeyi tam kamyon yükleme sebebi ile israf etmiş olabiliriz. Çözüm önerisi olarak da dağıtıcıları tek ürün yerine çok çeşitli ürünleri tam kamyon yükü ile

göndermek üzere sipariş vermelerini sağlamak olabilir. Böylelikle bir kamyonunda çok çeşitli ürünler yer alacak, bu da aynı ürün için sipariş sıklığının artmasına, dağıtıcıların dağıtım sıklığının değişmemesine sebep olacak, böylelikle ulaşım etkinliğinin korunması sağlanmış olacaktır. Özellikle taze ve çabuk bozulacak ürünlerin dağıtımında bu strateji kullanılmaktadır.

Ayrıca 3.parti lojistik şirketlerinin kullanılması da küçük miktarlarda ve sık siparişlerin verilmesinde etkili olabilir. 3.parti lojistik şirketlerinin kullanılması tek bir müşteri–tedarikçi ilişkisinin olduğu durum için ekonomik olmayabilir. Birden fazla tedarikçi olması durumunda birbirlerine yakın olan tedarikçiler arasında yapılacak bir anlaşma ile farklı tedarikçilerden malların aynı kamyonu tam kamyon yükü olacak şekilde müşterilere iletilmesi de ulaşım maliyetlerinin düşürülmesinde bir çözüm yolu olarak düşünülebilir. Fakat böyle bir düzenlemenin de tedarikçilerin arasında koordineyi sağlamak için fazladan bir yönetim ve taşıma maliyetlerine sebep olduğunu unutmamak gerekir.

Görüldüğü gibi eğer müşteriler sipariş emirlerini ve sipariş yenilemelerini zamana eşit olarak yayabilirse, parti siparişin negatif etkisinden kurtulabilir. Bazı üreticiler arzlarını müşterilerle koordineli şekilde yürüterek siparişlerin haftaya eşit olarak yayılmasını sağlamış olurlar.

4.2.3 Fiyatların Sabitlemesi

Kamçı etkisinin önlenmenin en basit yolu satış fiyatlarında yapılan indirimlerin miktarını ve sıklığını azaltmaktır. Üretici, perakendecilerin daha fazla mal alma yönündeki isteklerini sabit bir fiyat politikasıyla azaltabilir.

Burada uygulanabilecek iki politika vardır. Bunlar, her gün daha düşük fiyat (EDLP) ve her gün düşük maliyet (EDLC). EDLP politikasını üreticiler müşterilerine önerebileceği gibi, perakendeciler ve dağıtıcılar da tedarikçilerine EDLC ‘u önerebilirler.

Yine aynı şekilde üreticiler CRP (Continuous Replenishment Program) ile birlikte önerecekleri uygun bir fiyat politikasıyla perakendecilerin politikalarını kontrol edebilirler. Aynı şekilde üreticilerin siparişleri göndermede kullanacakları bilgisayar yardımlı siparişler kamçı etkisinin gerçekleşme ihtimalini de azaltacaktır.

Şirketler faaliyet tabanlı maliyet (ABC) sayesinde, parti alımlarda meydana gelecek artan maliyetleri de görebileceklerinden, ABC’yi de kamçı etkisini azaltmada

kullanacakları bir stratejidir. Mesela bölgesel olarak yapılan promosyonlar sonrasında, perakendeciler büyük hacimlerde mal alıp diğer bölgelere malları ilettiklerinde, bu faaliyetten kaynaklanan maliyetleri oldukça yüksek olabilecektir. Bunu geleneksel muhasebe sistemi ile görmek mümkün olmayabilir. ABC sistemi ise bize açık şekilde stok, depolama, taşıma ve diğer benzer maliyetleri açık bir şekilde görmemizi sağlar.

4.2.4 Malın Olmadığı Durumlarda Malın Elimine Edilmesi

Ne zaman tedarikçi mal yokluğu ile karşılaştığında, bir sonraki dönemler için ürünlerini ayırırken , karşılayamadığı siparişler yerine geçmiş satışlarına göre yapılmalıdır.

Daha önce bahsi geçen “oyun” durumunda mal yokluğunun en üst düzeye çıktığını ve buna da müşterilerin üreticilerin arz politikasıyla ilgili çok az bilgisinin olduğundan kaynaklandığını biliyoruz. Bu durumlarda kapasite ve stok bilgisi paylaşımı, müşterilerin bir an önce mal alma yönündeki telaşını azaltacak ve dolayısıyla oyuna girme ihtiyacı azalmış olacaktır. Fakat gerçekten de bir mal yokluğu varsa bilgi paylaşımı sorunu çözmeyebilir. Bazı üreticiler müşterileriyle önceden mal gönderim konusunda anlaşarak bu sorunu çözebilirler.

4.3 Tedarik Zincirinde Kamçı Etkisinin Ölçülmesi

Tedarik zinciri için önemli olan gözlemlerden bir tanesi olan kamçı etkisi, talebin değişkenliğinin zincirde müşteriden üreticiye doğru arttığını söylemektedir. Bundan önceki araştırmalar kamçı etkisinin varlığını ortaya koymuş, bu etkinin sebepleri ve bu etkiyi azaltmak için metotlar sunmuşlardır. Kamçı etkisinin azaltabilmek için onun sadece varlığını ve sebeplerini göstermek yanında, büyüklüğünün de ölçülmesi büyük önem taşımaktadır.

Kamçı etkisini ölçerken perakendeciden üreticiye olmak üzere iki aşamalı basit bir zinciri göz önüne alacağız. Bu basit tedarik zincirinde t döneminde, bir perakendeci stok seviyesini gözlemler ve q_t siparişini tek bir üreticiye verir. Sipariş emri gerçekleştikten sonra bu dönem için D_t müşteri talebini gözler ve bu talebi karşılamaya çalışır. Siparişin perakendeci tarafından verilip tekrar onun tarafından alınmasına kadar sabit bir temin süresi geçmektedir, örneğin sipariş t dönemi sonunda verilmekte ve bu sipariş $t+L$ periyodu sonunda alınmaktadır. Eğer hiçbir temin

süresinin olmadığı zaman, sipariş t dönemi sonunda verildiğinde t+1 dönemi başında alınacaktır (L=1).

Perakendeci tarafından gözlemlenen talep ;

$$D_t = \mu + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Burada μ pozitif sabit, ρ korelasyon parametresi ($|\rho| < 1$) ve hata terimi olan ε bağımsız, ortalama 0 ve varyansı σ^2 olan normal bir dağılım göstermektedir. Buradan da görülebileceği gibi ;

$$E(D_t) = \mu/(1-\rho) \quad \text{ve}$$

$$\text{Var}(D_t) = \sigma^2/(1-\rho^2) \quad \text{'dir.}$$

Eğer $\rho=0$ olursa, yukarıdaki denklem için talebin, ortalama μ ve varyansı σ^2 normal bir dağılım gösterdiğini söyleyebiliriz.

Biz perakendecinin basit bir maksimum sipariş miktarı (order up-to inventory policy) uyguladığını ve bu noktanın (y_t)'nin;

$$y_t = \hat{D}_t^L + z\hat{\sigma}_{et}^L \quad (4.2)$$

$\hat{D}_t^L$ tedarik süresi talebinin tahminleyicisi, $\hat{\sigma}_{et}^L$ ise L dönemi tahmin hatasının standart sapması, z ise belirli müşteri hizmetini karşılamak normal dağılım tablosundan elde edilen sabit değerdir.

Dikkat edilecek olursa maksimum sipariş etme noktası (order up to point) L dönemi tahmin hatasına (σ_e^L) na göre yapılmakta , tedarik süresi talebinin standart sapmasına (σ^L) göre yapılmamaktadır. Bununla birlikte iki eşitlik arasında basit bir ilişki bulunmaktadır ; $\sigma_e^L = c \sigma^L$. Burada $c \geq 1$ olduğundan hesaplamada σ_e^L 'yi göz önünde bulundurmamak daha doğru olacaktır. (Hax and Candea 1984 p.194)

Biz perakendecinin $\hat{D}_t^L$ ve $\hat{\sigma}_{et}^L$ 'yi tahmin etmek için önceki p periyodun verilerini basit hareketli ortalama yöntemini kullanarak hesaplamaya çalıştığını varsayarsak;

$$\hat{D}_t^L = L \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i}}{p} \right), \text{ ve} \quad . \quad (4.3)$$

$$\hat{\sigma}_{et}^L = C_{L,\rho} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (e_{t-i})^2}{p}} \text{ 'dir} \quad (4.4)$$

Burada e_t bir dönem tahminleyici hatasıdır ve $e_t = D_t - \hat{D}_t^L$ 'dır. $C_{L,\rho}$ ise L , ρ ve p 'nin bir fonksiyonudur.

Bizim amacımız kamçı etkisini ölçmektir. Bunu yapmak için yapmamız gereken q_t 'nin varyansını D_t 'ye göre belirlemektir. Başka bir deyişle perakendeci tarafından üreticiye bildirilen siparişlerin varyansını, perakendecinin karşılaştığı son kullanıcı talebinin varyansına göre tespit etmememiz gerekir. Bunun için;

$$q_t = y_t - y_{t-1} + D_{t-1} \quad (4.5)$$

yazabiliriz. Dikkat edilecek olursa q_t 'nin negatif olabileceğini görmekteyiz, bu da bize fazla stokun maliyetsiz olarak geri dönebileceğini göstermektedir.

$$\begin{aligned} q_t &= \hat{D}_t^L - \hat{D}_{t-1}^L + z(\hat{\sigma}_{et}^L - \hat{\sigma}_{e,t-1}^L) + D_{t-1} \\ q_t &= L \left(\frac{D_{t-1} - D_{t-p-1}}{p} \right) + D_{t-1} + z(\hat{\sigma}_{et}^L - \hat{\sigma}_{e,t-1}^L) \\ q_t &= (1+L/p)D_{t-1} - (L/p)D_{t-p-1} + z(\hat{\sigma}_{et}^L - \hat{\sigma}_{e,t-1}^L) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Bundan dolayı,

$$\begin{aligned} \text{Var}(q_t) &= (1+L/p)^2 \text{Var}(D_{t-1}) - 2(L/p)(1+L/p) * \text{Cov}(D_t, D_{t-1}) + \\ & (L/p)^2 \text{Var}(D_{t-p-1}) + z^2 \text{Var}(\hat{\sigma}_{et} - \hat{\sigma}_{e,t-1}) + 2z(1+2L/p) * \text{Cov}(D_{t-1}, \hat{\sigma}_{et}) \\ &= \\ & (1 + \frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2}) \text{Var}(D) - (\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2}) * \rho^p \text{Var}(D) + 2z(1+2L/p) * \text{Cov}(D_{t-1}, \hat{\sigma}_{et}^L) + z^2 \text{Var}(\hat{\sigma}_{et} - \hat{\sigma}_{e,t-1}) \\ &= \\ & \left[1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) (1 - \rho^p) \right] \text{Var}(D) + 2z(1+2L/p) * \text{Cov}(D_{t-1}, \hat{\sigma}_{et}^L) + z^2 \text{Var}(\hat{\sigma}_{et} - \hat{\sigma}_{e,t-1}) \end{aligned} \quad (4.7)$$

Yukarıdaki ikinci eşitlikten $\text{Cov}(D_{t-1}, D_{t-p-1}) = [\rho^p / (1 - \rho^2)] \sigma^2$ ve $\text{Var}(D_t) = \sigma^2 / (1 - \rho^2)$ 'dir.

Perakendeci tarafından gözlemlenen müşteri talepleri denklem 1'deki formuyla verilen rasgele değişkenlerden oluştuğunu varsayalım. L periyot tahminleyici hatalarının standart sapmasını da $\hat{\sigma}_{et}^L$ ile gösterecek olursak $Cov(D_{t-i}, \hat{\sigma}_{et}^L) = 0$ 'dır.

Bu durumda perakendeci üreticiye geçişteki değişkenlikteki artış için aşağıdaki alt sınıra sahip olmaktadır;

$$\frac{Var(q)}{Var(D)} \geq 1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) (1 - \rho^p). \quad z=0 \text{ olduğu durumda sınırımız iyice daralmaktadır.}$$

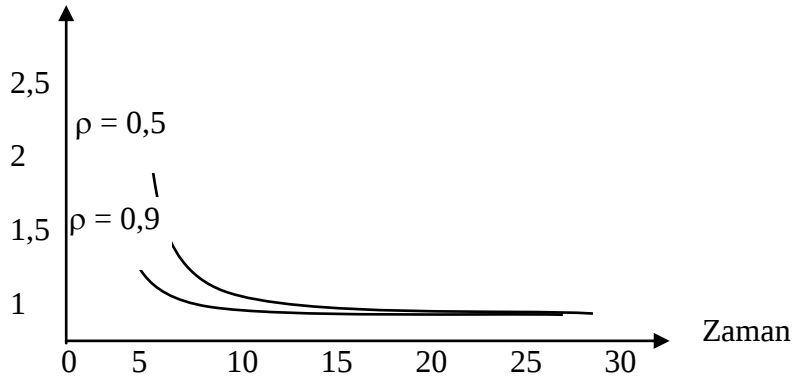
4.3.1 Sonucun Yorumları

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi $L=1$ ve $z=2$ için farklı ρ ve p değerleri için değişkenlikteki artışı görebiliyoruz. Şekil 4.5'te ise $\rho = 0$ olduğu durumda , L ve p'nin değişik değerleri için değişkenlik değerlerini görüyoruz.

Görüldüğü gibi perakendeciden üreticiye doğru ilerledikçe meydana gelen değişkenlikteki artış üç parametrenin fonksiyonudur;

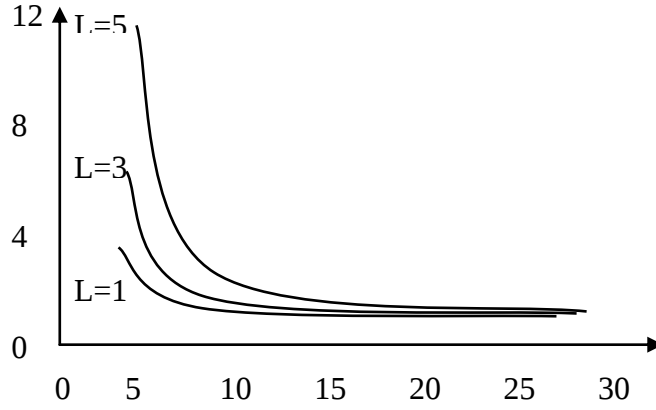
- 1) Hareketli ortalama metodunda kullanılan p dönem sayısı,
- 2) Temin süresi parametresi, L
- 3) Korelasyon parametresi ρ ,

Değişkenlikteki artış değeri ortalama talebi ve varyans değerlerini tahmin etmek için kullanılan hareketli ortalama yöntemindeki p dönem sayısının azalan bir fonksiyonudur. Yani p arttıkça değişkenlik değerleri azalmakta, p'nin küçük değerleri için değişkenlik değerleri de çok yüksek olmaktadır. Bir başka deyişle talep tahmini ne kadar düzgün olursa değişkenlikteki artış da o derece az olmaktadır.



Şekil 4.4 Farklı ρ Değerleri İçin $Var(q)/Var(D)$ $L=1$ ve $z=2$

Değişkenlikteki artış miktarı temin süresi parametresi L 'nin artan bir fonksiyonudur. L ve p arasındaki ilişkiye bakacak olursak L 'yi iki katına çıkardığımızda aynı değişkenlik seviyesini korumak için tahmin yaparken iki kat daha fazla veri kullanmamız gerekecek. Başka bir deyişle temin sürelerinin artışında kamçı etkisini azaltmak için daha fazla veri kullanması gerekecek.



Şekil 4.5 Farklı Temin Süreleri İçin $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($z=2$ için)

Korelasyon parametresi ρ 'nunda değişkenlikteki artış üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Eğer $\rho = 0$ olacak olursa;

$$\frac{\text{Var}(q)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) \text{ olur. Eğer } \rho \geq 0 \text{ ise talepler pozitif olarak korelasyonludur}$$

ve $(1-\rho^p) < 1$ 'dir. Dolayısıyla ρ arttıkça değişkenlikteki artış da azalacaktır. Bu aynı şekilde $\rho < 0$ için ise p 'nin tek değerlerindeki değişkenlikteki artış p 'nin çift değerlerinden daha fazla olacaktır.

4.3.2 Merkezi Bilginin Kamçı Etkisi Üzerinde Etkisi

Son zamanlarda yapılan önerilerden bir tanesi de tedarik zincirindeki merkezi talep bilgisinin kamçı etkisini azalttığı yönündedir. Merkezi talep bilgisi, zincirdeki bütün halkaların aynı talep bilgisini yani son kullanıcı talep bilgisini kullanması demektir. Merkezi talep bilgisinin kamçı etkisini düşürme sebebi ise, her bir aşamanın tahminlerinde son kullanıcının taleplerini kullandıkları için, daha isabetli tahminler yapabilmeleridir. Aksi halde her bir aşama tahminlerinde, kendilerinden bir önceki aşamanın taleplerini kullanacakları her bir aşamanın vermiş olduğu sipariş miktarları son kullanıcıların taleplerinden büyük sapmalar gösterecektir.

Bir sonraki bölümde müşteri talep bilgisini paylaşmanın değerini göz önüne alıp, daha önceki gibi dört aşamalı tedarik zincirini göz önüne alacağız. (Perakendeci-Toptancı-Dağıtıcı-Üretici). Merkezi sistemin etkisini gözlemlemek için ise iki tip tedarik zinciri üzerinde durulacak ; bir tanesi merkezi olmayan talep bilgili , diğeri ise merkezi talep bilgili.

4.3.3 Merkezi Talep Bilgili Tedarik Zinciri

Merkezi tedarik zincirinde perakendeci müşteri talebini gözlemler ortalama talebi p gözleme dayanarak basit hareketli ortalamalar yöntemiyle tahmin ederek, bu talebe göre hedef stok düzeyini belirler buna göre de toptancıya siparişte bulunur. Toptancı, siparişi perakendecinin hesaplamış olduğu ortalama talep tahminleyicisi ile birlikte alır. Bu ortalama talep tahminini de kendi hedef stok düzeyini belirlemek için kullanır ve dağıtıcıya siparişini verir. Benzer şekilde dağıtıcı siparişi perakendecinin ortalama talep tahmini ile birlikte alır ve kendi stok seviyesini belirledikten sonra son aşama olan üreticiye sipariş emrini verir.

Bu merkezi tedarik zincirinde perakendecinin ortalama talep tahmini alarak order-up-to stok politikasını bu değere göre gerçekleştirir. Bu nedenle talep bilgisi, talep tahmin yöntemi ve stok politikası merkezileşmiş olur.

Eğer k aşamadan oluşan bir zincirimiz mevcutsa; k . aşama tarafından verilen siparişlerin varyansı ($\text{Var}(Q^k)$) ile müşteri talebinin varyansı arasındaki oran ($\text{Var}(D)$);

$$\frac{\text{Var}(Q^k)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \frac{2 \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{p} + \frac{2 \left(\sum_{i=1}^{k-1} L_i \right)^2}{p^2} \quad (4.8)$$

Burada L_i , bir aşamadan diğer aşamaya geçişteki tedarik süresidir. Örneğin perakendeciden toptancıya temin süresi iki dönem ise $L_1=2$ 'dir. Benzer şekilde toptancıdan dağıtıcıya temin süresi 2 dönem ise $L_2=2$, dağıtıcıdan fabrikaya temin süresi iki dönem ise $L_3=2$ 'dir. Bu nedenle fabrikadan müşteriye toplam tedarik süresi;

$$L_1+L_2+L_3 = 6 \text{ dönemdir.}$$

Yukarıdaki ifade bize zincirde üretimin yapıldığı yöne doğru ilerlersek her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerin varyansının büyüdüğünü görmekteyiz. Bu nedenle zincirin ikinci aşamasında değişkenliğin perakendeciye göre, üçüncü aşamada değişkenliğin ikinci aşamaya göre büyük olduğunu söyleyebiliriz.

4.3.4 Merkezi Talep Bilgisi Olmayan Tedarik Zinciri

Merkezi olmayan tedarik zincirinde, perakendeci zincirin geri kalan kısmı için ortalama talep tahmini yapmaz, bunun yerine toptancı perakendeciden almış olduğu siparişlere göre yapar.

Gene aynı şekilde toptancının, perakendeciden gelen son “p” dönem siparişinden oluşan hareketli ortalama yöntemi ile ortalama talebi tahmin edecektir. Daha sonra bu tahmini hedef stok düzeyinin belirlenmesi için kullanacak ve bunun için tedarikçisine (dağıtıcıya) sipariş emrini girecektir. Benzer şekilde dağıtıcı dağıtıcıdan gelen son p adet siparişine göre hareketli ortalama yöntemi ile talebin ortalama ve standart sapmasını hesaplayacaktır.

Bu sistemde herhangi bir k.düzeyde siparişi verilen emirlerin varyansı ($\text{Var}(Q^k)$) ile müşterinin talebi varyansı ($\text{Var}(D)$) arasındaki ilişki;

$$\frac{\text{Var}(Q^k)}{\text{Var}(D)} \geq \prod_{i=1}^{k-1} \left[1 + \frac{2L_i}{p} + \frac{2L_i}{p^2} \right] \quad (4.9)$$

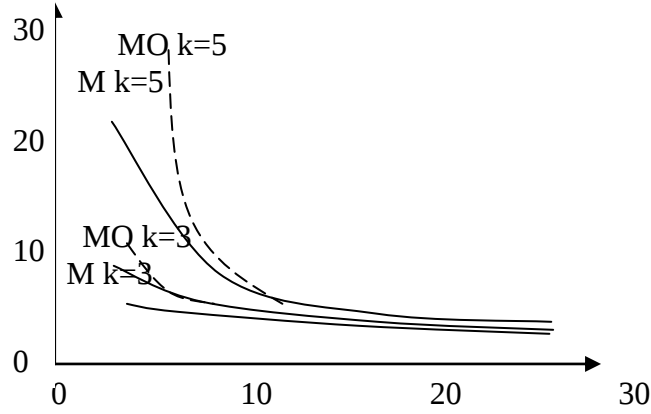
Burada dikkat edilecek olursa k. aşama tarafından verilen siparişlerin varyansı, merkezi sistemdeki perakendeci tarafından verilen siparişlerin varyansı arasında benzerlik göstermektedir, fakat burada her aşamada çarpan olarak ilerlemektedir.

4.3.5 Merkezi Bilginin Önemi Konusunda Yönetmel Görüşler

Tedarik zinciri gerek merkezi olsun gerekse merkezi olmayan tedarik zinciri olsun, her iki modelimizde de zincirin üretici ayağına doğru gittiğimizde sipariş edilen miktarların varyanslarının arttığını, bu nedenle de toptancı tarafından verilen siparişlerin perakendeciden daha çok dalgalandığını söyleyebiliriz. İkisi arasındaki fark ise zincirde ilerlerken bu artışın ne kadar gerçekleştiği ile alakalıdır.

Yukardan çıkarılacak sonuç, merkezi tedarik zincirinde siparişlerin varyansının toplanarak arttığı buna karşılık merkezi olmayanda bu artışın çarpan şekilde arttığıdır. Başka deyişle müşteri talebini sadece perakendecinin bildiği merkezi olmayan zincir, talebin herkes tarafından bilinip paylaşıldığı merkezi zincire göre daha fazla değişkenlik göstermektedir. Bu etki özellikle temin sürelerin büyük olduğu zincirlerde daha fazla dikkat çekicidir.

Bu etki Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Şekilde sistemde merkezi ve merkezi olmayan sistemler için, farklı k aşamalar için her bir i için $L_i=1$ olduğunda, varyanslar arasındaki oran gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Tedarik Zincirlerinde $Var(q)/Var(D)$

Şekil 4.6’den da görüldüğü gibi her bir aşamada yapılacak bilgi paylaşımı sonunda kamçı etkisini büyük oranda azaltabiliyoruz. Gerçekten de talep bilgisi merkezi olduğu zaman, zincirdeki her bir aşama ortalama talebi tahmin etmek için gerçek müşteri talebini kullanmaktadır. Talep bilgisinin paylaşılmadığı durumlarda her bir aşama ortalama talebi tahmin etmek için kendisinden bir önceki aşamanın siparişlerini kullanacaktır. Daha öncede gördüğümüz gibi bu siparişler gerçek müşteri talebinden daha fazla dalgalanacaktır.

Ayrıca şunu da belirtecek olursak talep bilgisinin merkezi olduğu, bütün aşamaların aynı stok politikalarını ve talep tahmin yöntemlerini kullandığı durumlarda bile kamçı etkisini tamamen yok etmek söz konusu değildir. Bu nedenle merkezi talep bilgisi kamçı etkisini azaltmaktadır fakat tamamen elimine edememektedir.

4.3.6 Kamçı Etkisinin Simülasyonla Gösterimi

Yukarıda anlatmış olduğumuz kamçı etkisini iki aşamadan, üç aşamadan ve dört aşamadan oluşan bir tedarik zinciri için merkezi talep bilgisinin kullanılması (merkezi) ve merkezi talep bilgisinin kullanılmaması (merkezi olmayan) tedarik zincirleri için gösterilmiştir. Yapılan simülasyonda 4 aşamalı bir tedarik zinciri için yapılmış ($k = 4$) ve ilk aşama ile de son kullanıcı temsil edilmiştir.

4.3.6.1 Merkezi Olmayan Talep Bilgisine Göre Kamçı Etkisinin Gösterilmesi

Merkezi talep bilgisi olmayan tedarik zincirinde yukarıda anlatıldığı gibi talep bilgisinin sadece 2.aşama tarafından bilindiği, diğer aşamaların ise talep tahmini

değerlerinin, kendi müşterilerinin vermiş olduğu siparişlere göre belirlendiği durum söz konusudur.Örneğin 3. aşamanın kullanmış olduğu talep bilgisi 2. aşamanın kendisine vermiş olduğu siparişlere göre belirlenmektedir. Her bir aşama için standart hataların hesabı da aynı şekilde belirlenmektedir. Şekil 4.7’de simülasyonun akış diyagramı verilmiştir. Simülasyon için kullanılan değişkenler ise aşağıdaki şekildedir :

$$D_{t,1} = \mu + \varepsilon_t + \rho_1 * D_{t-1,1}$$

Burada $D_{t,1}$, t döneminde 1. aşamada gözlenen talep miktarı. Bu değer aslında son kullanıcıların vermiş olduğu talep değeridir. Bu bağımsız değişkenimiz farklı ε_t değerleri için türetilmiştir. Bu talep değeri sadece 2.aşama tarafından gözlemlenmektedir ve diğer aşamaların bu talep değeri hakkında bilgisi bulunmamaktadır.

μ , Ortalama talep ($\mu = 25$ alınmıştır)

ε_t = Her bir dönem için gerçekleşen hata terimleri (Ortalaması sıfır, standart sapması = 8 olarak alınmıştır)

ρ_k = Her bir aşamada talebin bir önceki dönemle ilişkisini gösteren korelasyon katsayısı

Her bir dönem için talep tahmini yapmak için formül (4.3)’teki gibi hareketli ortalamalar yöntemi kullanılmıştır.

$$\hat{D}_{t,k} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i,k}}{p} \right)$$

Burada

$\hat{D}_{t,k}$ ile t dönemi için k. aşamada hesaplanan tahmini değeri

p = Hareketli ortalamalar yönteminde kullanılan dönem sayısı

Gerçekleşen talep değeri ve tahmini talebe göre her bir dönem için standart sapmayı da şu şekilde hesaplarız.

$$\sigma_{t,k} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (D_{t-i,k} - \hat{D}_{t-i,k})^2}{p}}$$

$\sigma_{t,k}$ = t dönemi için k. aşama için standart sapma

Simülasyon sırasında minimum-maksimum (S,s) stok politikası uygulanmıştır. Fakat simülasyon sırasında sipariş maliyetleri sıfır olarak alınmıştır. Burada minimum ve maksimum stok düzeyleri birbirine eşit alındığından yeniden sipariş noktası maksimum stok düzeyine eşit olmuştur. Yeniden sipariş noktasını $y_{t,k}$ ile gösterecek olursak;

$$y_{t,k} = L_k * \hat{D}_{t,k} + z * \sigma_k * \sqrt{L_k} \text{ olur.}$$

Burada kullanılan z değeri belirli bir hizmet düzeyi için seçilen sabit değerdir.

Buna göre her bir aşamanın verdiği sipariş miktarı ise;

$q_{t,k} = y_{t,k} - y_{t-1,k} + D_{t-1,k}$ şeklindedir. Yani her bir aşamada verilecek sipariş miktarı bu dönemle bir önceki dönem arasındaki yeniden sipariş noktaları arasındaki farka bir önceki dönem gerçekleşen talep miktarının eklenmesi ile bulunur.

k = 2 için

$$\hat{D}_{t,2} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i,2}}{p} \right)$$

$$\sigma_{t,2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (D_{t-i,2} - \hat{D}_{t-i,2})^2}{p}}$$

$$y_{t,2} = L_2 * \hat{D}_{t,2} + z * \sigma_{t,2} * \sqrt{L_2}$$

$$q_{t,2} = y_{t,2} - y_{t-1,2} + D_{t-1,2}$$

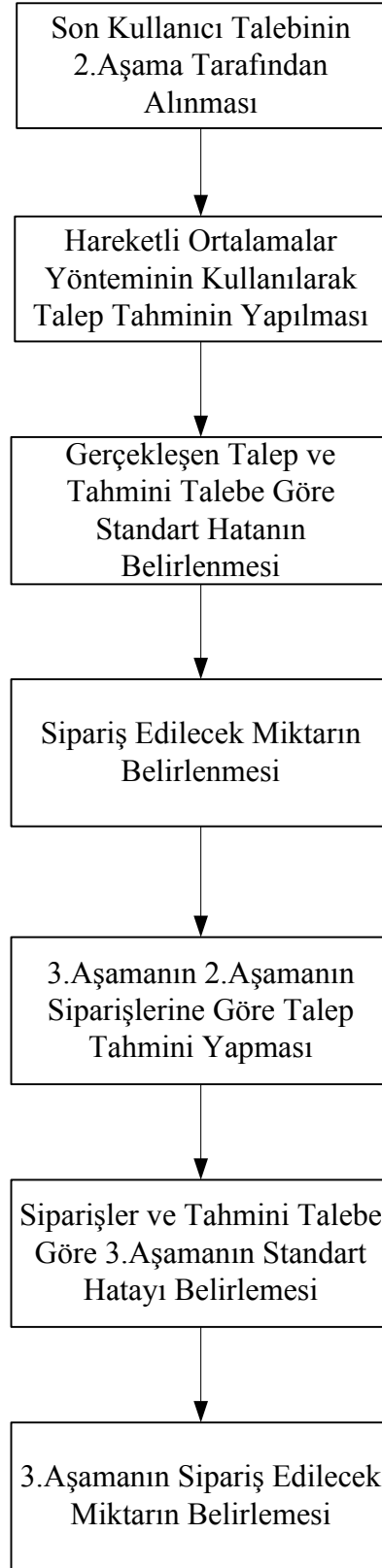
k = 3 için

$$\hat{D}_{t,3} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p q_{t-i,2}}{p} \right)$$

$$\sigma_{t,3} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (q_{t-i,2} - \hat{D}_{t-i,3})^2}{p}}$$

$$y_{t,3} = L_3 * \hat{D}_{t,3} + z * \sigma_{t,3} * \sqrt{L_3}$$

$$q_{t,3} = y_{t,3} - y_{t-1,3} + D_{t-1,3}$$



Şekil 4.7 Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumu Simülasyonu İçin Akış Diyagramı

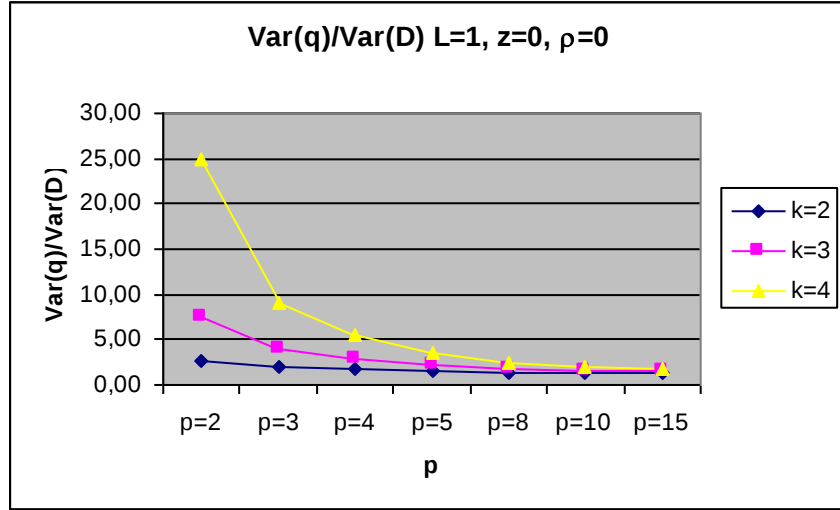
Tablo 4.2 Merkezi Olmayan Talep Bilgili Simülasyon

τ	ε_t	$D_{t,k}$	k=2				k=3				k=4			
			$\hat{D}_{t,2}$	$\sigma_{t,2}$	$y_{t,2}$	$q_{t,2}$	$\hat{D}_{t,3}$	$\sigma_{t,3}$	$y_{t,3}$	$q_{t,3}$	$\hat{D}_{t,4}$	$\sigma_{t,4}$	$y_{t,4}$	$q_{t,3}$
1	1,9	26,9	24,7	3,4	246,6	4,2	158	189	4750	4542	264	473	264	100
2	2,7	27,7	24,2	3,8	242,1	22,4	148	218	2959	-1787	2521	3044	50416	54694
3	-3,3	21,7	27,3	2,9	272,8	58,5	13	141	266	-2671	1377	4293	27549	-24654
4	-8,2	16,8	24,7	4,6	247,0	-4,1	40	94	808	601	-2229	4180	-44574	-74793
5	-4,4	20,6	19,3	6,8	192,7	-37,5	27	45	544	-268	-1035	3492	-20700	24475
6	13,3	38,3	18,7	5,7	187,1	15,0	-21	56	-416	-997	166	2073	3322	23753
7	2,8	27,8	29,4	13,9	294,3	145,5	-11	52	-226	205	-633	985	-12659	-16978
8	1,8	26,8	33,0	13,9	330,2	63,7	80	114	1605	1976	-396	1014	-7920	4945
9	9,2	34,2	27,3	4,6	272,9	-30,6	105	111	2092	552	1091	1779	21812	31708
10	6,7	31,7	30,5	6,6	304,9	66,2	17	96	332	-1791	1264	1720	25273	4012
11	-0,9	24,1	33,0	5,0	329,6	56,5	18	102	356	90	-620	2194	-12398	-39463
12	-8,1	16,9	27,9	6,3	279,1	-26,5	61	44	1227	928	-851	2218	-17010	-4522
13	-4,9	20,1	20,5	10,0	204,9	-57,3	15	68	301	-953	509	1354	10179	28117
14	6,1	31,1	18,5	7,8	184,9	0,1	-42	80	-838	-1196	-13	1628	-252	-11384
15	-11,8	13,2	25,6	8,9	255,7	101,9	-29	59	-572	265	-1074	1330	-21484	-22428
16	16,9	41,9	22,1	12,5	221,4	-21,0	51	97	1020	1694	-465	1264	-9303	12447
17	-5,2	19,8	27,6	16,5	275,6	96,1	40	105	809	-232	980	1797	19594	30591
18	-6,3	18,7	30,8	15,0	308,3	52,4	38	64	750	38	731	1751	14619	-5208
19	-3,4	21,6	19,2	10,2	192,2	-97,4	74	41	1485	787	-97	987	-1944	-16525
20	4,7	29,7	20,2	8,8	201,6	31,0	-22	122	-450	-2032	412	794	8248	10979
21	-6,7	18,3	25,7	7,0	256,8	85,0	-33	127	-664	-183	-623	1838	-12450	-22730
22	2,9	27,9	24,0	8,6	240,1	1,6	58	92	1160	1909	-1107	1756	-22150	-9882
23	1,3	26,3	23,1	5,9	231,1	18,9	43	93	866	-292	863	2155	17259	41318
24	-7,6	17,4	27,1	3,6	271,3	66,5	10	43	205	-642	808	2284	16164	-1387
25	-1,6	23,4	21,9	7,2	218,7	-35,2	43	43	854	715	-467	1311	-9347	-26153
26	1,5	26,5	20,4	7,0	204,3	9,0	16	68	313	-576	36	1323	729	10791
27	-6,1	18,9	25,0	4,4	249,7	72,0	-13	55	-261	-566	70	941	1396	92
28	-3,0	22,0	22,7	6,1	227,0	-3,8	41	60	810	1143	-571	624	-11412	-13373
29	-1,9	23,1	20,5	4,3	204,6	-0,4	34	68	682	-132	289	1293	5778	18333
30	-1,8	23,2	22,6	1,9	225,6	44,1	-2	40	-42	-724	506	1248	10112	4201

Tablo 4.2’de gösterilen simülasyon verileri yukarıdaki kurmuş olduğumuz model çerçevesinde $p = 2$, $z = 0$, $\rho = 0$ değerleri için, modelin değişkenlerinin almış olduğu değerler gösterilmiştir. Bu model satır bazında 100 dönem için yapılmıştır. Ayrıca p ’nin 2, 3, 4, 5, 8, 10 ve 15 değerleri, L ’nin 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 ve 20 değerleri için çalıştırılmıştır. Bu simülasyonlarda da $\rho = 0$ ve $z = 0$ olarak alınmıştır. Ayrıca her bir aşamanın yukarıdaki bir aşamaya vermiş olduğu siparişlerin varyansının, son kullanıcı (aşama 1) taleplerine varyansından elde edilen değerler Tablo 4.3’de gösterilmektedir. Burada bu değerler elde edilirken her değişken için simülasyon 15 kez çalıştırılarak, bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

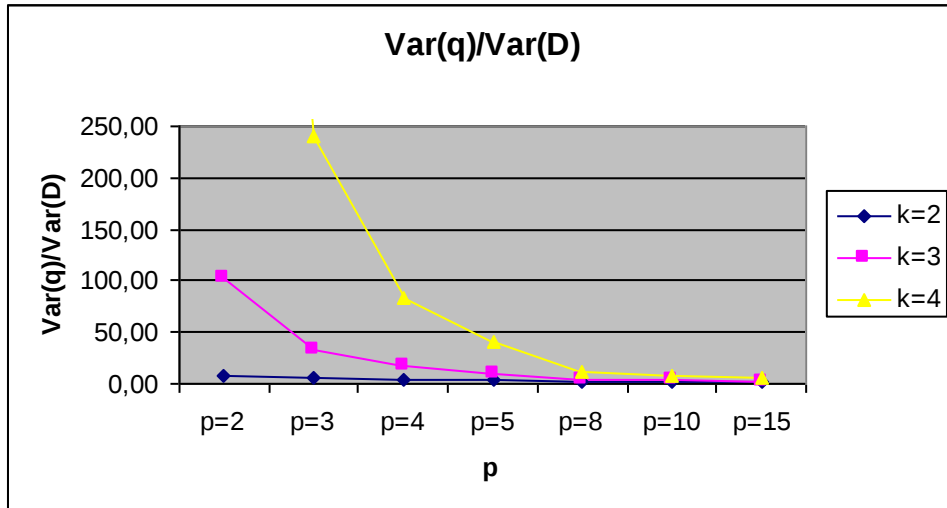
Tablo 4.3Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumunda Var(q)/Var(D) Simülasyon Sonuçları

Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumunda Var(q)/Var(D)																								
	L=1			L=2			L=3			L=4			L=6			L=8			L=10			L=20		
	k=2	K=3	k=4	K=2	k=3	k=4	k=2	k=3	K=4	k=2	k=3	k=4	k=2	K=3	K=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4
p=2	2,56	7,59	24,85	5,10	34,11	255,1	8,68	102,30	1336	13,41	247,92	5197	24,18	889,17	36473	42,75	2611,73	173822	58,19	5203	519053	236	79776	29964405
p=3	1,90	3,95	8,95	3,26	13,22	58,42	4,87	32,30	241	7,08	68,74	757	13,48	256,93	5421	20,85	621,46	20716	31,13	1408	68922	107	16386	2773127
p=4	1,67	2,95	5,53	2,48	7,34	24,00	3,65	16,52	84	5,29	35,28	264	8,36	96,24	1263	14,20	270,41	5676	19,14	527	16051	57	4966	513366
p=5	1,47	2,24	3,62	2,07	4,99	13,09	2,95	10,40	41	3,79	18,66	104	6,58	55,53	522	9,65	124,02	1785	12,99	242	5137	42	2612	176892
p=8	1,30	1,71	2,33	1,63	2,89	5,42	2,04	4,64	12	2,60	7,82	26	3,68	16,82	86	5,15	34,82	266	6,64	61	631	20	544	16134
p=10	1,24	1,53	1,95	1,46	2,26	3,70	1,78	3,43	7	2,08	4,86	13	3,02	10,73	42	4,17	21,26	122	5,01	34	273	13	246	6423
p=15	1,24	1,44	1,70	1,47	2,01	2,82	1,83	2,90	4,93	2,10	3,91	8	3,06	7,90	23	3,88	13,33	59	5,07	23	134	13	155	3493



Şekil 4.8 Merkezi Olmayan Talep Bilgisinde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($L=1, z=0, r=0$)

Şekil 4.8’de temin süresi = 1 için farklı aşamalarındaki ve değişik hareketli ortalamalar dönemleri için son kullanıcı taleplerinin, her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerin varyansına oranı görülmektedir. Şekil 4.8.’den de görüldüğü üzere tedarik zincirinde aşama sayısı artınca değişkenliğinde arttığı gözlemlenmektedir. Örneğin $p = 3$ ’de $k = 2$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 1,95$, $k = 3$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 3,95$ değerini alırken $k = 4$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 8,95$ değerini almaktadır. Aynı şekilde hareketli ortalama dönem sayısı arttıkça değişkenliğin de azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.9 Merkezi Olmayan Talep Bilgisinde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($L = 3$ için)

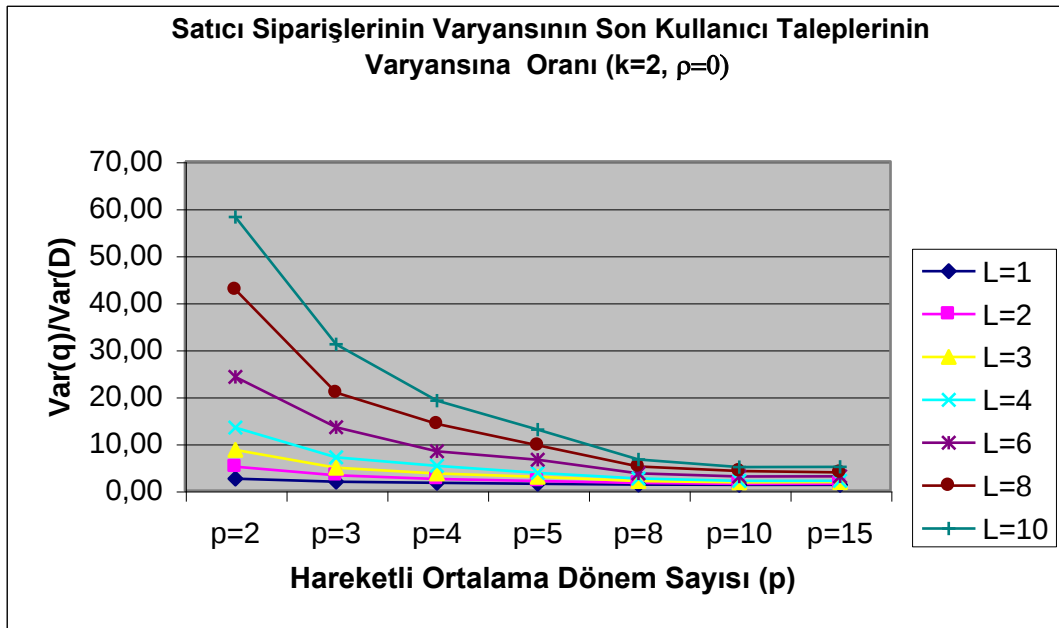
Şekil 4.9’da da her bir aşamadaki temin süresinin = 3 olduğu durumda son kullanıcı varyanslarının her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerin varyansına oranı görülmektedir. Bir önceki şekildeki aynı p ve k değerlerine göre temin süresi bir

dönemden üç döneme çıkarıldığında varyansların oranı arasındaki artış oldukça fazladır.

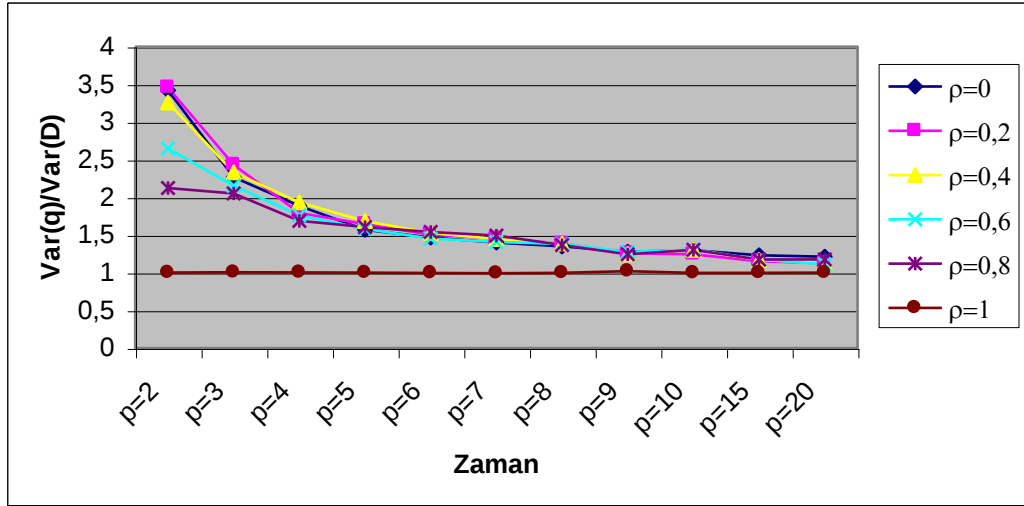
Tablo 4.4İki Aşamalı Bir Tedarik Zincirinde Temin Sürelerine Göre Son Kullanıcı Talepleri Varyansların 2. Aşama Siparişlerinin Varyansına Oranı

Temin Süresine Göre Elde Edilen Simülasyon Sonuçları							
	L=1	L=2	L=3	L=4	L=6	L=8	L=10
p=2	2,56	5,10	8,68	13,41	24,18	42,75	58,19
p=3	1,90	3,26	4,87	7,08	13,48	20,85	31,13
p=4	1,67	2,48	3,65	5,29	8,36	14,20	19,14
p=5	1,47	2,07	2,95	3,79	6,58	9,65	12,99
p=8	1,30	1,63	2,04	2,60	3,68	5,15	6,64
p=10	1,24	1,46	1,78	2,08	3,02	4,17	5,01
p=15	1,24	1,47	1,83	2,10	3,06	3,88	5,07

Tablo 4.4’de iki aşamadan oluşan bir tedarik zincirinde (Son Kullanıcı ve Perakendenci) farklı p ve L değerleri için değişkenliklerin oranı görülmektedir. Şekil 4.10’da da bu değerlerin grafikte gösterimi yer almaktadır. Grafikten de görüleceği gibi temin sürelerinin artışı ile beraber değişkenliğin artışı görülmektedir. Aynı şekilde hareketli ortalamalar yönteminde kullanılan dönem sayısı arttıkça değişkenlik de azalmaktadır. Bunun anlamı talep tahmini yapmada ne kadar fazla veri kullanılırsa talebin o derece iyi tahmin edileceğini göstermektedir. Burada dikkat edildiği gibi $\rho = 0$ alınmıştır. Yani bir önceki taleple şimdiki dönem talebi arasında her hangi bir ilişki bulunmamaktadır. Eğer aynı simülasyon çalışmasını farklı ρ değerleri için yapacak olursak Şekil 4.11’i elde ederiz.



Şekil 4.10 Son Kullanıcıların (1. Aşamanın) Taleplerinin Varyansının 2.Aşamanın Vermiş Olduğu Siparişlerin Varyansına Oranı ($z = 0, \rho = 0$)



Şekil 4.11 Farklı ρ Değerleri İçin Simülasyon Sonucu Elde Edilen $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ Oranları ($z=2, L=1$)

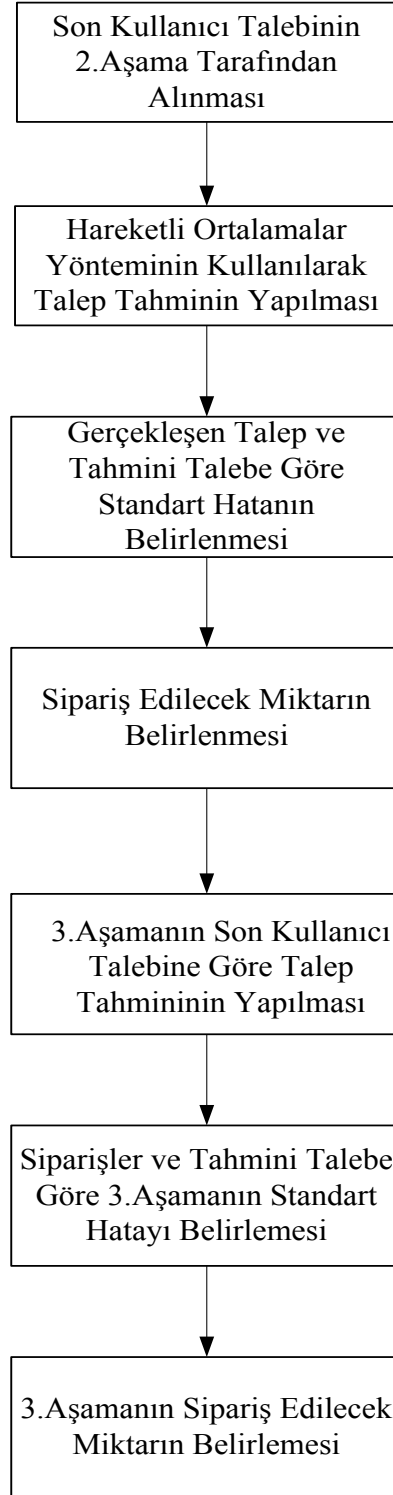
Grafikten de görüleceği üzere korelasyon parametresi (ρ) değeri arttıkça değişkenlik değerinin azaldığını görmekteyiz. Korelasyon parametresinin sıfıra yaklaştıkça ise değişkenliğin arttığını görebiliyoruz.. Korelasyon parametresi bire yaklaştıkça talebin gerçekleşecek değeri hakkında bilgimiz arttığından dolayı değişkenliğin azalması oldukça normaldir. Aynı şekilde korelasyon parametresi sıfıra yaklaştıkça talebi tahmin etmemiz oldukça zorlaşacaktır. Farklı ρ değerleri ile yapılan simülasyon sonucu elde edilen varyanslar oranı arasındaki fark Tablo 4.5’de görülmektedir. Örneğin $p=2$ değerinde $\rho=0$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ değeri 3,42’e eşit iken aynı p değeri için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ değeri 1,002’e eşit olmaktadır.

Tablo 4.5 Farklı ρ Değerleri için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($z=2, L=1$)

	$\rho=0$	$\rho=0,1$	$\rho=0,2$	$\rho=0,3$	$\rho=0,4$	$\rho=0,5$	$\rho=0,6$	$\rho=0,7$	$\rho=0,8$	$\rho=0,9$	$\rho=1$
$p=2$	3,42	3,86	3,46	3,27	3,26	2,97	2,65	2,27	2,12	1,36	1,002
$p=3$	2,27	2,32	2,43	2,33	2,33	2,27	2,15	2,02	2,05	1,55	1,007
$p=4$	1,89	1,89	1,79	1,83	1,93	1,94	1,76	1,57	1,69	1,46	1,005
$p=5$	1,57	1,61	1,64	1,65	1,69	1,69	1,58	1,46	1,61	1,42	1,002
$p=6$	1,47	1,47	1,51	1,51	1,53	1,49	1,45	1,38	1,54	1,34	1,00
$p=7$	1,40	1,44	1,45	1,38	1,45	1,42	1,41	1,34	1,49	1,30	1,0
$p=8$	1,35	1,35	1,39	1,32	1,39	1,37	1,38	1,28	1,37	1,38	1,00
$p=9$	1,28	1,25	1,26	1,26	1,25	1,28	1,28	1,24	1,24	1,16	1,021
$p=10$	1,30	1,27	1,24	1,22	1,30	1,26	1,31	1,21	1,30	1,34	1,00
$p=15$	1,23	1,15	1,15	1,14	1,17	1,16	1,18	1,10	1,17	1,22	1,00
$p=20$	1,21	1,08	1,13	1,09	1,13	1,13	1,11	1,07	1,18	1,30	1,00

4.3.6.2 Merkezi Talep Bilgisine Göre Kamçı Etkisinin Gösterilmesi

Merkezi talep bilgisine göre stok yönetiminde, tedarik zinciri içersindeki her aşama son kullanıcının talep bilgilerine göre sipariş miktarını belirlerler. Şekil 4.12’de merkezi talep bilgisi durumuna göre yapılan simülasyon çalışmasının akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.12 Merkezi Olamayan Talep Bilgisi Durumu Simülasyonu İçin Akış Diyagramı

Simülasyon sırasında kullanılan değişkenler ise şu şekildedir :

Her bir aşama tarafından gözlemlenen talep değeri değişken $\varepsilon_{t,k}$ sayesinde türetilmiştir. Hata terimleri olan ε , ortalaması sıfır, standart sapması sekiz olan normal dağılım göstermektedir. Bu normal dağılımla türetilen ε terimleri her bir dönem için ortalaması 25 ($\mu=25$) talep değeri ile birlikte bir önceki dönemin talep değerinin korelasyon parametresi ile çarpılıp eklenmesi sonucu elde edilmiştir. Yani talep değeri;

$D_{t,1} = \mu + \varepsilon_{t,1} + \rho_1 * D_{t-1,1}$ 'dir. Burada son kullanıcı 1.aşama olarak alındığından k yerine 1 yazılmıştır. Her bir aşama tarafından hareketli ortalamalar yöntemine göre tahmin edilen talep değeri;

$$\hat{D}_{t,k} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i,k}}{p} \right) \text{ 'dir.}$$

Gerçekleşen talep ile tahmini talepten sapması sonucu hesaplanan standart sapma;

$$\sigma_{t,k} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (D_{t-i,k} - \hat{D}_{t-i,k})^2}{p}} \text{ şeklindedir.}$$

Buna göre hesaplanan yeniden sipariş noktası;

$$y_{t,k} = \sum_{i=1}^k L_{i+1} * \hat{D}_{t,k} + z * \sigma_k * \sqrt{\sum_{i=1}^k L_{i+1}} \text{ dır. Burada da maksimum stok düzeyi ve}$$

yeniden sipariş noktası aynıdır. Sipariş edilecek miktar ise

$$q_{t,k} = y_{t,k} - y_{t-1,k} + D_{t-1,k} \text{ 'dir.}$$

Bu değerleri herbir aşama için yazacak olursak ;

k = 2 için

$$\hat{D}_{t,2} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i,2}}{p} \right)$$

Tablo 4.6 Merkezi Talep Bilgili Simülasyon

			k=2				k=3				k=4			
t	ε	D_t	$\hat{D}_{t,2}$	$\sigma_{t,2}$	$y_{t,2}$	$q_{t,2}$	$\hat{D}_{t,2}$	$\sigma_{t,2}$	$y_{t,3}$	$q_{t,3}$	$\hat{D}_{t,2}$	$\sigma_{t,2}$	$y_{t,4}$	$q_{t,4}$
1	0,36	25,36	28,57	0	285,7	317,8	28,57	0	571,4	571,4	28,57	0	857,1	857,1
2	-1,427	23,57	28,75	2,269	287,5	27,16	28,75	2,269	575	321,4	28,75	2,269	862,5	576,8
3	-6,745	18,25	24,47	4,306	244,7	-19,25	24,47	4,306	489,3	-58,48	24,47	4,306	734	193
4	-3,428	21,57	20,91	5,717	209,1	-17,27	20,91	5,717	418,3	-90,3	20,91	5,717	627,4	-165,1
5	14,64	39,64	19,91	4,417	199,1	11,56	19,91	4,417	398,3	-37,29	19,91	4,417	597,4	-120,3
6	4,665	29,66	30,61	13,96	306,1	146,6	30,61	13,96	612,1	225,4	30,61	13,96	918,2	283,5
7	-6,508	18,49	34,65	13,97	346,5	70,13	34,65	13,97	693,1	227,5	34,65	13,97	1040	346,8
8	3,023	28,02	24,08	11,45	240,8	-87,26	24,08	11,45	481,6	-141,4	24,08	11,45	722,4	-89,75
9	-8,292	16,71	23,26	11,76	232,6	19,81	23,26	11,76	465,1	-103,7	23,26	11,76	697,7	-166
10	11,98	36,98	22,37	5,406	223,7	7,785	22,37	5,406	447,3	1,967	22,37	5,406	671	-130,4
11	-5,741	19,26	26,85	11,33	268,5	81,79	26,85	11,33	536,9	97,39	26,85	11,33	805,4	136,4
12	-16,56	8,442	28,12	11,65	281,2	32,02	28,12	11,65	562,4	107,3	28,12	11,65	843,6	135,7
13	3,353	28,35	13,85	14,91	138,5	-134,3	13,85	14,91	277	-253,4	13,85	14,91	415,5	-320,8
14	-7,229	17,77	18,4	17,29	184	73,82	18,4	17,29	368	-43,33	18,4	17,29	551,9	-117
15	-4,586	20,41	23,06	10,26	230,6	64,42	23,06	10,26	461,2	167,1	23,06	10,26	691,9	96,61
16	8,111	33,11	19,09	1,924	190,9	-19,28	19,09	1,924	381,8	-14,98	19,09	1,924	572,8	48,02
17	6,727	31,73	26,76	10,09	267,6	109,8	26,76	10,09	535,2	134,1	26,76	10,09	802,9	215,1
18	4,016	29,02	32,42	10,52	324,2	88,29	32,42	10,52	648,4	222,9	32,42	10,52	972,6	303,8
19	-1,638	23,36	30,37	4,256	303,7	8,539	30,37	4,256	607,4	47,34	30,37	4,256	911,1	161,5
20	0,823	25,82	26,19	5,509	261,9	-18,46	26,19	5,509	523,8	-75,11	26,19	5,509	785,7	-78,13
21	-11,03	13,97	24,59	4,963	245,9	9,856	24,59	4,963	491,8	-50,39	24,59	4,963	737,8	-123
22	2,171	27,17	19,89	7,518	198,9	-33,01	19,89	7,518	397,9	-84,1	19,89	7,518	596,8	-191,3
23	0,226	25,23	20,57	9,106	205,7	33,92	20,57	9,106	411,4	-19,52	20,57	9,106	617,1	-63,87
24	-2,109	22,89	26,2	6,109	262	81,52	26,2	6,109	524	146,5	26,2	6,109	786	149,4
25	-7,276	17,72	24,06	4,039	240,6	1,492	24,06	4,039	481,2	38,72	24,06	4,039	721,8	82,31
26	4,384	29,38	20,31	5,053	203,1	-19,79	20,31	5,053	406,2	-73,53	20,31	5,053	609,2	-73,81
27	0,529	25,53	23,55	7,827	235,5	61,85	23,55	7,827	471,1	45,14	23,55	7,827	706,6	23,86
28	-8,153	16,85	27,46	6,568	274,6	64,55	27,46	6,568	549,1	139,9	27,46	6,568	823,7	162,2
29	9,697	34,7	21,19	7,631	211,9	-45,84	21,19	7,631	423,8	-60,82	21,19	7,631	635,6	-48,16
30	-1,784	23,22	25,77	12,15	257,7	80,54	25,77	12,15	515,4	45,84	25,77	12,15	773,2	76,7

$$\sigma_{t,2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (D_{t-i,2} - \hat{D}_{t-i,2})^2}{p}}$$

$$y_{t,2} = L_2 * \hat{D}_{t,2} + z * \sigma_{t,2} * \sqrt{L_2}$$

$$q_{t,2} = y_{t,2} - y_{t-1,2} + D_{t-1,2}$$

k = 3 için

$$\hat{D}_{t,3} = \left(\frac{\sum_{i=1}^p D_{t-i,2}}{p} \right) = \hat{D}_{t,2}$$

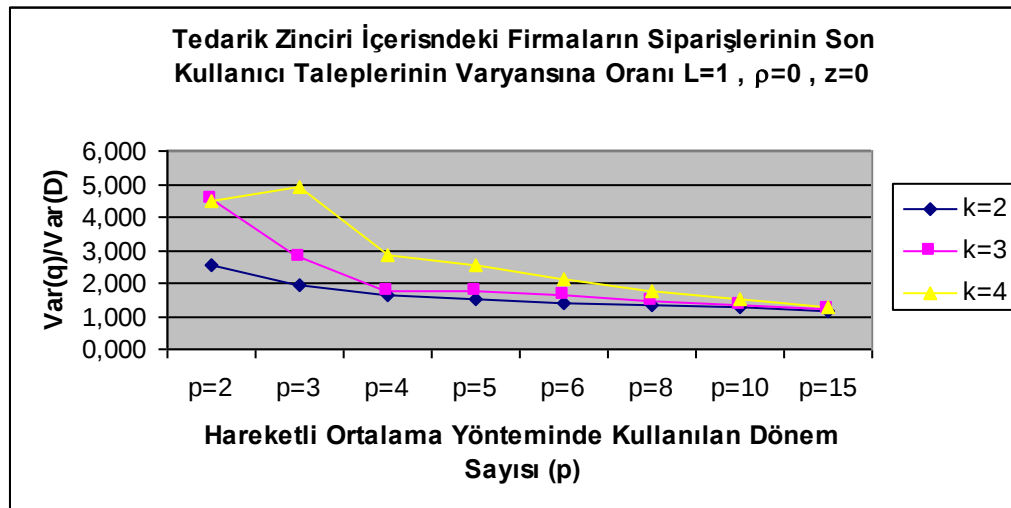
$$\sigma_{t,3} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (D_{t-i,2} - \hat{D}_{t-i,2})^2}{p}} = \sigma_{t,2}$$

$$y_{t,3} = (L_2 + L_3) * \hat{D}_{t,3} + z * \sigma_{t,3} * \sqrt{L_3 + L_2}$$

$$q_{t,3} = y_{t,3} - y_{t-1,3} + D_{t-1,3}$$

Tablo 4.6’da merkezi talep bilgili simülasyon tablosu görülmektedir. Simülasyon 1.aşaması son kullanıcılardan oluşan 4 aşamalı bir tedarik zinciri için yapılmıştır. Bir önceki merkezi olmayan talep bilgisi simülasyonunda olduğu gibi sipariş verme maliyeti olmadığından bazı $q_{t,k}$ değerleri negatif almaktadır. Bunun anlamı negatif değer kadar ürünün tekrar geri gönderilmesi anlamına gelmektedir.

Simülasyonun çeşitli p (Hareketli ortalamalar yönteminde kullanılan dönem sayısı), L (Temin süresi), ve k (aşama sayısı) ile çalıştırılan simülasyon sonuçları Tablo 4.7’de görülmektedir. Şekil 4.13’te $L = 1$ için merkezi talep bilgili envanter yönetiminde, tedarik zinciri içerisindeki her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerinin varyansının son kullanıcı taleplerinin varyansına oranı görülmektedir. Merkezi olmayan talep bilgili envanter yönetiminde olduğu gibi tedarik zinciri içerisinde aşama sayısı arttıkça $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ oranı da artacaktır. Örneğin $p = 4$ ’de $k = 2$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 1,6$ iken $k = 4$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 2,9$ ’dur.

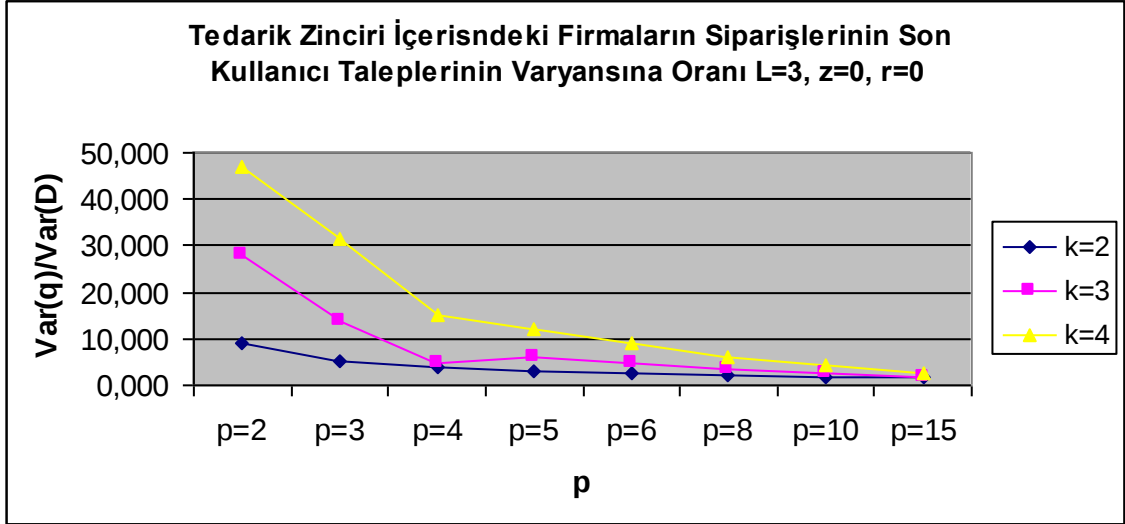


Şekil 4.13 Merkezi Talep Bilgili Simülasyonda $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($L = 1$)

Tablo 4.7 Merkezi Talep Bilgili Simülasyon İçin $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$

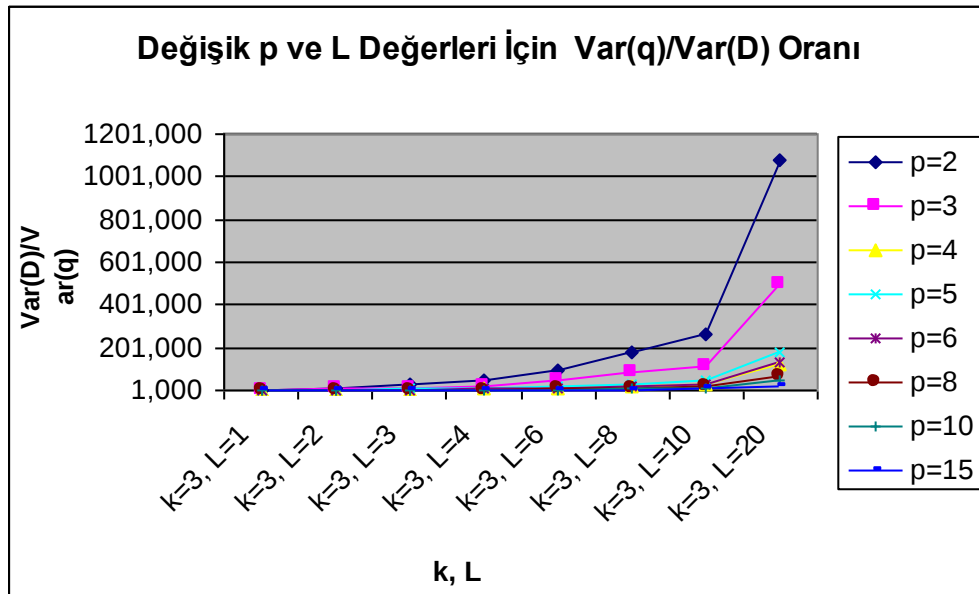
Merkezi Stok Yönetimi																								
	L=1			L=2			L=3			L=4			L=6			L=8			L=10			L=20		
	k=2	k=3	K=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4
p=2	2,5	4,5	4,5	5,1	13,1	18,9	9,0	28,1	46,9	13,6	47,5	86	24,3	94,6	186	41,7	177	361	63,7	267,6	527	227,0	1075	2329
p=3	2,0	2,8	4,9	3,1	6,7	14,7	5,0	13,6	31,5	7,5	22,7	56	14,0	45,6	120	22,0	84	221	28,4	114,5	304	106,8	497	1355
p=4	1,6	1,8	2,9	2,6	3,0	7,7	3,7	4,8	15,0	5,0	7,1	25	8,6	13,1	54	13,0	22	96	18,4	30,3	140	62,6	119	595
p=5	1,5	1,8	2,5	2,1	3,5	6,2	2,9	5,8	12,1	4,0	9,2	21	6,2	17,0	43	9,2	30	77	13,5	46,7	117	39,7	175	485
p=6	1,4	1,6	2,1	1,9	2,7	4,8	2,6	4,6	9,1	3,2	7,1	15	5,1	12,5	30	7,4	22	55	10,0	33,2	83	31,5	128	342
p=8	1,3	1,4	1,7	1,6	2,1	3,2	2,0	3,3	5,8	2,6	4,8	9	3,7	8,0	18	5,2	14	34	6,6	19,0	47	17,6	68	186
p=10	1,3	1,3	1,5	1,5	1,7	2,4	1,8	2,6	4,1	2,1	3,2	6	3,0	5,6	12	4,1	10	23	5,2	13,9	32	13,8	50	129
p=15	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,7	1,5	1,9	2,6	1,7	2,2	3	2,2	3,3	6	2,7	5	10	3,2	6,9	14	7,5	24	59

Şekil 4.14'te merkezi olmayan talep bilgili tedarik zincirinde $L = 3$ için $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ oranları görülmektedir. Tedarik zinciri içerisinde yukarı doğru ilerledikçe bu değişkenliğin arttığını şekilden de görebiliyoruz. Ayrıca aynı p değerle için temin süresi birden üçe çıkarıldığında değişkenliğin arttığını görebiliyoruz.



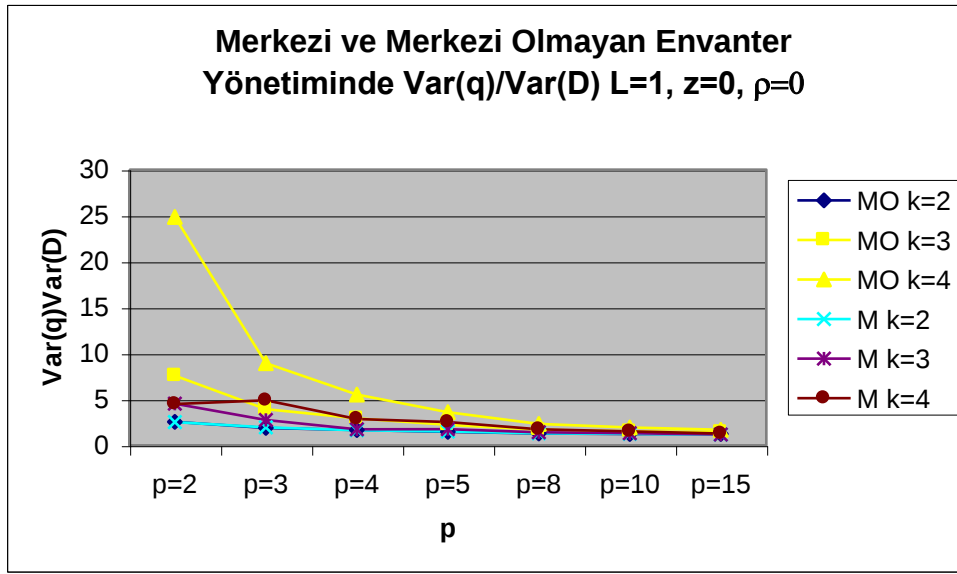
Şekil 4.14 Merkezi Talep Bilgili Stok Yönetiminde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ ($L=3$)

Şekil 4.15 tedarik zincirinde aşamaların yapmış oldukları talep tahmininde kullanmış oldukları dönem sayısının önemini göstermektedir. Dönem sayısı 2 ile 15 arasında değişkenlik yönünden oldukça büyük fark bulunmaktadır. Dönem sayısı arttıkça değişkenlik azalmaktadır



Şekil 4.15 Değişik p ve L değerleri İçin Merkezi Talep Bilgili Envanter Yönetiminde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$

Şekil 4.16'daki grafikte de merkezi ve merkezi olmayan talep bilgili envanter yönetiminde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ değerleri görülmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere merkezi talep bilgili envanter yönetiminde her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerin varyansının son kullanıcı taleplerine varyansına oranı, merkezi olmayan talep bilgili envanter yönetimine göre daha düşüktür. Başka bir deyişle merkezi talep bilgisi durumunda değişkenlik daha düşük olmakta ve sistem daha iyi bir performans göstermektedir. Örneğin $p = 3$ 'te $k = 4$ için merkezi talep bilgisi durumunda $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 4,9$ iken merkezi talep bilgisi olmayan durumda $\text{Var}(q)/\text{Var}(D) = 8,95$ 'tir. Buradaki yapılan simülasyonda z ve ρ değerleri sıfır olarak alınmıştır.



Şekil 4.16 Merkezi ve Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde $\text{Var}(q)/\text{Var}(D)$ Simülasyon Sonuçları

Eğer yukarıdaki dört aşamalı tedarik zincirindeki (ilk aşama son kullanıcı), her bir aşamanın vermiş olduğu siparişlerin varyansının her bir aşamanın varyansına oranı değerini simülasyon ile değilde bölüm 4.3'te elde edilmiş formülleri uygulayacak olsaydık, merkezi olmayan talep bilgisi durumu için elde edeceğimiz değerler Tablo 4.8'deki gibi, merkezi talep bilgisi durumu için elde edeceğimiz değerler Tablo 4.9'daki gibi olacaktır.

Şekil 4.17'de $k = 3$ için, daha önce simülasyon ile elde ettiğimiz sonuçlarla birlikte formül sonuçlarından elde ettiğimiz değerler bulunmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi formül sonuçları simülasyon sonuçlarının altında yer almaktadır.

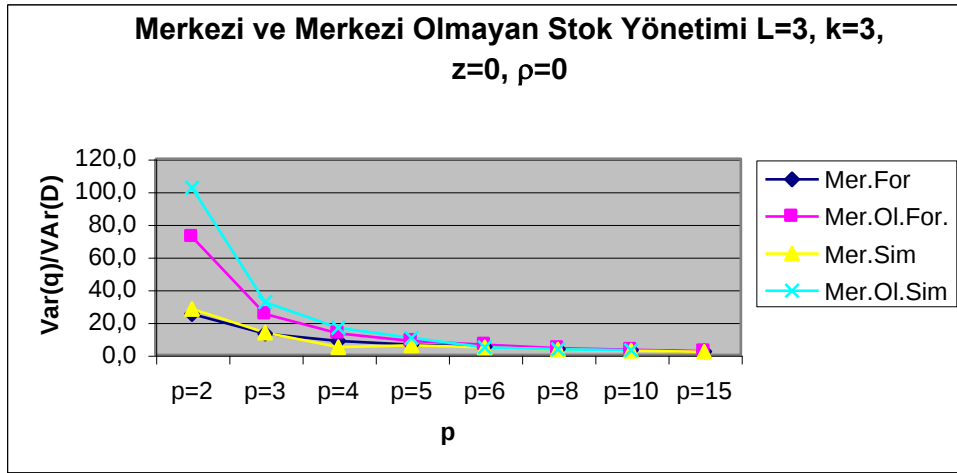
Tablo 4.8 Merkezi Olmayan Talep Bilgisi Durumunda Var(q)/Var(D) Formül Sonuçları

Merkezi Talep Bilgili Envanter Yönetimi (Formül Sonuçları)																					
	L=1			L=2			L=3			L=4			L=6			L=8			L=10		
	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4
p=2	2,5	5,0	8,5	5,0	25,0	125	8,5	25,0	50,5	13,0	41,0	85,0	25,0	85,0	181,0	41,0	145,0	313,0	61,0	221,0	481,0
p=3	1,9	3,2	5,0	3,2	10,4	33,5	5,0	13,0	25,0	7,2	20,6	41,0	13,0	41,0	85,0	20,6	68,6	145,0	29,9	103,2	221,0
p=4	1,6	2,5	3,6	2,5	6,3	15,6	3,6	8,5	15,6	5,0	13,0	25,0	8,5	25,0	50,5	13,0	41,0	85,0	18,5	61,0	128,5
p=5	1,5	2,1	2,9	2,1	4,5	9,5	2,9	6,3	11,1	3,9	9,3	17,3	6,3	17,3	34,1	9,3	27,9	56,7	13,0	41,0	85,0
p=6	1,4	1,9	2,5	1,9	3,6	6,7	2,5	5,0	8,5	3,2	7,2	13,0	5,0	13,0	25,0	7,2	20,6	41,0	9,9	29,9	61,0
p=8	1,3	1,6	2,0	1,6	2,6	4,3	2,0	3,6	5,8	2,5	5,0	8,5	3,6	8,5	15,6	5,0	13,0	25,0	6,6	18,5	36,6
p=10	1,2	1,5	1,8	1,5	2,2	3,2	1,8	2,9	4,4	2,1	3,9	6,3	2,9	6,3	11,1	3,9	9,3	17,3	5,0	13,0	25,0
p=15	1,1	1,3	1,5	1,5	1,7	2,2	1,5	2,1	2,9	1,7	2,6	3,9	2,1	3,9	6,3	2,6	5,4	9,3	3,2	7,2	13,0

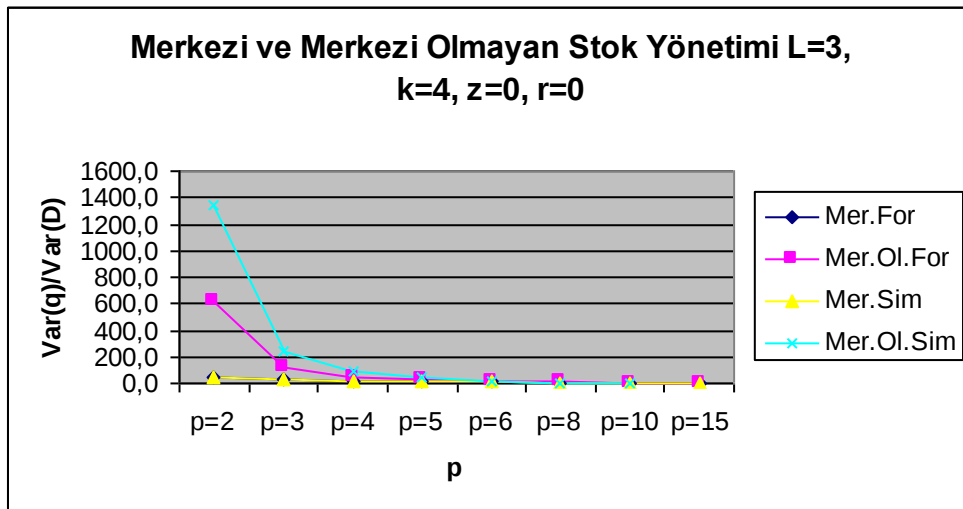
Tablo 4.9 Merkezi Talep Bilgisi Durumunda Var(q)/Var(D) Formül Sonuçları

Merkezi Olmayan Talep Bilgili Envanter Yönetimi (Formül Sonuçları)																					
	L=1			L=2			L=3			L=4			L=6			L=8			L=10		
	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4	k=2	k=3	k=4
p=2	13,0	169,0	2197	5,0	25,0	125	9	72	614	13	169	2197	25	625	15625	41	1681	68921	61	3721	226981
p=3	7,2	52,2	377	3,2	10,4	33	5	25	125	7	52	377	13	169	2197	21	423	8685	30	893	26701
p=4	5,0	25,0	125	2,5	6,3	16	4	13	48	5	25	125	9	72	614	13	169	2197	19	342	6332
p=5	3,9	15,1	58	2,1	4,5	10	3	9	25	4	15	58	6	39	248	9	87	810	13	169	2197
p=6	3,2	10,4	33,5	1,9	3,6	6,7	3	6	16	3	10	33	5	25	125	7	52	377	10	98	967
p=8	2,5	6,3	15,6	1,6	2,6	4,3	2	4	8	3	6	16	4	13	48	5	25	125	7	44	291
p=10	2,1	4,5	9,5	1,5	2,2	3,2	2	3	6	2	4	10	3	9	25	4	15	58	5	25	125
p=15	2,1	2,8	4,7	1,5	1,7	2,2	2	2	3	2	3	5	3	4	10	4	7	18	5	10	33

Çünkü $k = 3$ için, daha önce simülasyon ile elde ettiğimiz sonuçlarla birlikte formül sonuçlarından elde ettiğimiz değerler bulunmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi formül sonuçları simülasyon sonuçlarının altında yer almaktadır. Çünkü formülasyon ile elde ettiğimiz değerler kabul ettiğimiz varsayımlar altında bizim için alt sınırı teşkil etmektedir. Aynı şekilde gerek formülasyon sonuçları gerekse simülasyon sonuçlarından merkezi talep bilgisinin, merkezi olmayan talep bilgisine göre değişkenliği azalttığı görülmektedir. Buradan da yola çıkarak merkezi talep bilgili envanter yönetimi merkezi olmayana göre daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Ayrıca şekil 4.18’de $k = 4$ için sonuçları görmekteyiz.



Şekil 4.17 $k = 3$ için Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Simülasyon ve Formül Sonuçları

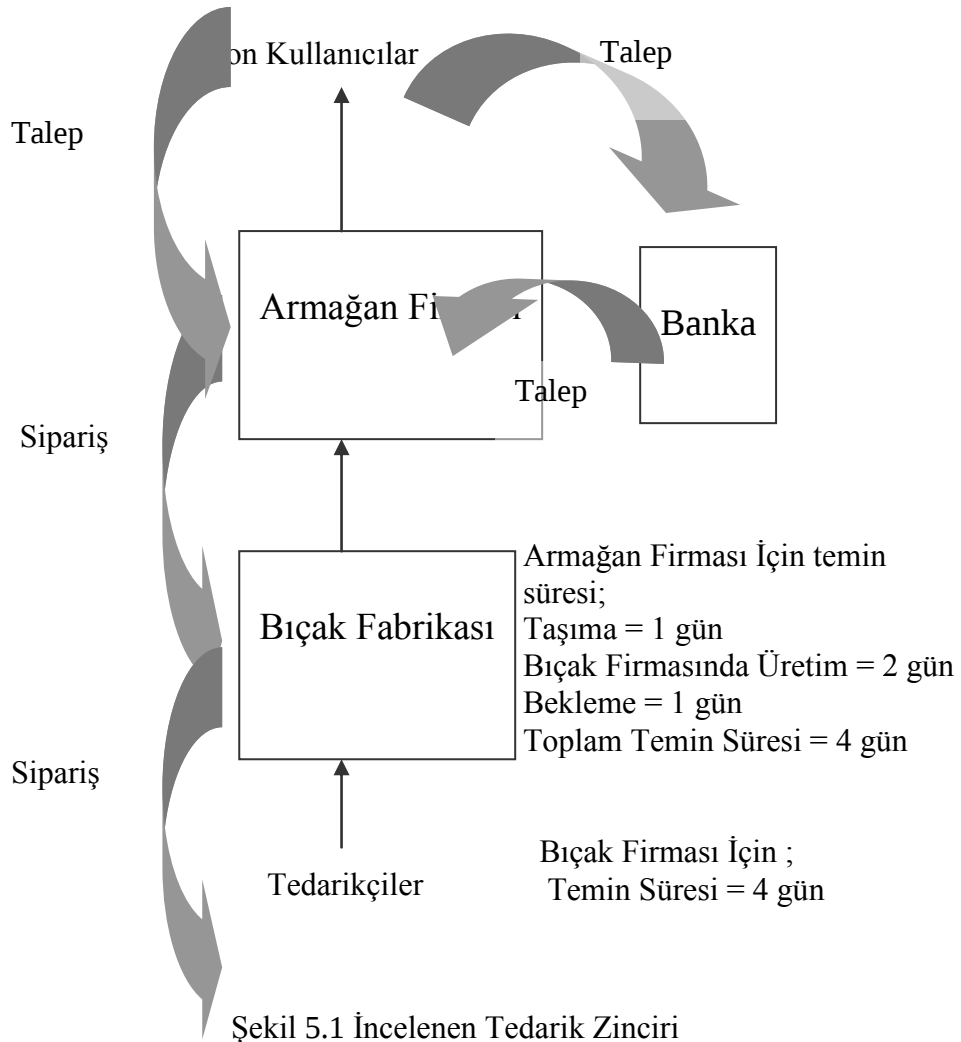


Şekil 4.18 $k = 4$ için Merkezi ve Merkezi Olmayan Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Simülasyon ve Formül Sonuçları

5 UYGULAMA

5.1 Tedarik Zinciri Yönetiminde Çeşitli Envanter Modelleri

Şekil 5.1’de çeşitli envanter modellerinin uygulandığı tedarik zincirimiz görülmektedir. Tedarik zincirimiz bir adet armağan firması, bıçak fabrikası, banka, bıçak fabrikasının tedarikçileri ve müşterilerden oluşmaktadır. Ayrıca armağan firmasından müşterilere taşıma işlemini gerçekleştiren bir de kargo şirketi bulunmaktadır. Bu zincirin kuruluşundaki amaç bankanın kredi kartı müşterilerine, kredi kartlarını kullanımı sonucunda elde ettikleri puanları karşılığında çeşitli hediyelerin bu son kullanıcılara gönderilmesidir. Bu işlemleri organize eden firma ise armağan firmasıdır.



Armağan firması bu işlemi gerçekleştirmek için yapmış olduğu işlemleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- 1) Ürünlerin seçilmesi,
- 2) Ürünler için katalog hazırlanması,
- 3) Son kullanıcı taleplerine göre ürünlerin dağıtılması.

Armağan firması bu işler için geniş bir ürün portföyü bulundurmaktadır. Bizim incelemiş olduğumuz tedarik zincirinde bu ürünlerden biri olan bıçak seti göz önüne alınmıştır. Bu ürünü seçmemizdeki en önemli sebebi, yapmış olduğumuz ABC sınıflandırması sonucunda A sınıfı ürün grubuna girmiştir. Bilindiği üzere A sınıfı ürünler envanter kontrolü açısından sıkı kontrolü gerektirmektedir. Ayrıca bıçak firmasının yapmış olduğu üretimin büyük bir çoğunluğunu armağan firmasına yapmış olduğu bıçak setlerinin oluşturması bu ürünü seçmemizdeki ikinci faktördür.

Tablo 5.1 İncelenen Tedarik Zincirinde Performansı Artırmak İçin İzlenebilecek Stratejiler. (Dogan ve diğerleri, 2002)

Operasyonel Etkinlik	Kanal Düzenleme	Bilgi Paylaşımı
Armağan Firmasındaki Talep Tahminindeki Doğruluğun Artırılması	Direkt Dağıtım (Direct Busines Model)	Eş Zamanlı Talep Bilgisi
Armağan Firmasının Merkezi Deposu İçin Kanban Uygulaması	Satıcı Yönetimli Envanter	Satıcı Performans Değerlendirme
Bıçak Fabrikası İçin Hücrelerin Oluşturulması		
Armağan Firması İçin Faaliyet Tabanlı Maliyetin Uygulanması		
Aşamalı Stok Politikası		

Sistemin işleyişi şu şekildedir : müşteriler siparişlerini ya armağan firmasına ya da bankaya iletmekte, banka da kendisine gelen siparişleri armağan firmasına iletmektedir. Armağan firması da yapmış olduğu talep tahminine göre siparişlerini bıçak firmasına iletmekte, bıçak firması da aynı şekilde siparişlerini tedarikçilerine iletmektedir. Mevcut durumda bıçak firması stoka üretim yapmakta ve yüklü miktarda ürün stoku bulundurmaktadır. Bıçak firmasını fazla stok bulundurmaya iten faktörleri ise, bıçak çeşidinin fazla olması, yerleşim düzeninden ve üretim teknolojisinden kaynaklanan gecikmeler, tedarikçilerden kaynaklanan gecikmeler şeklinde sıralayabiliriz. Burada saymış olduğumuz sebepler ürün temin süresinin de uzamasına

sebeup olmakta, bu da siparişe göre üretim yapmaya engel teşkil etmektedir. Ayrıca tedarik zincirinde mevcut durum da herhangi bir bilgi paylaşımı söz konusu değildir. Yapmış olduğumuz incelemede bilgi paylaşımının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi de ayrıca incelenmiştir.

İncelenen tedarik zincirinin performansında ve dolayısıyla kamçı etkisinde gelişme kaydetmek için incelenen politikalar Tablo 5.1’de gösterilmektedir. Burada politikalar operasyonel etkinlik, kanal düzenleme ve bilgi paylaşımı yönünden incelenecektir. Tezin ilerleyen bölümlerinde operasyonel düzeyde kaydedilen iyileşmelerden özellikle bıçak firmasında hücrelerin oluşturulması incelendikten sonra, kanal düzenleme ve bilgi paylaşımının tedarik zinciri üzerindeki etkileri yapılan senaryolarla simüle edilecektir.

Bunun için biz de yapmış olduğumuz çalışmada, öncelikle bıçak fabrikasında siparişe göre üretimi gerçekleştirmek için yapmış olduğumuz düzenlemeler, daha sonra da bu düzenlemeler çerçevesinde tedarik zinciri içerisinde uygulanabilecek envanter modelleri ve bu modellerin birbirleri ile karşılaştırılması anlatılacaktır.

5.2 Bıçak Fabrikası

Bu bölümde bıçak fabrikasının siparişlere göre üretimi gerçekleştirebilmesi için yapılan düzenlemeler anlatılmıştır. Bu düzenlemeler yapılırken sadece armağan firmasının vermiş olduğu siparişler düşünülmemiş, bıçak firmasına gelen bütün siparişler göz önüne alınmıştır. Bıçak fabrikasının üretimini yapmış olduğu bıçakları üç ürün grubuna ayırabiliriz. Bu ürünler için gerçekleşen yıllık talepler;

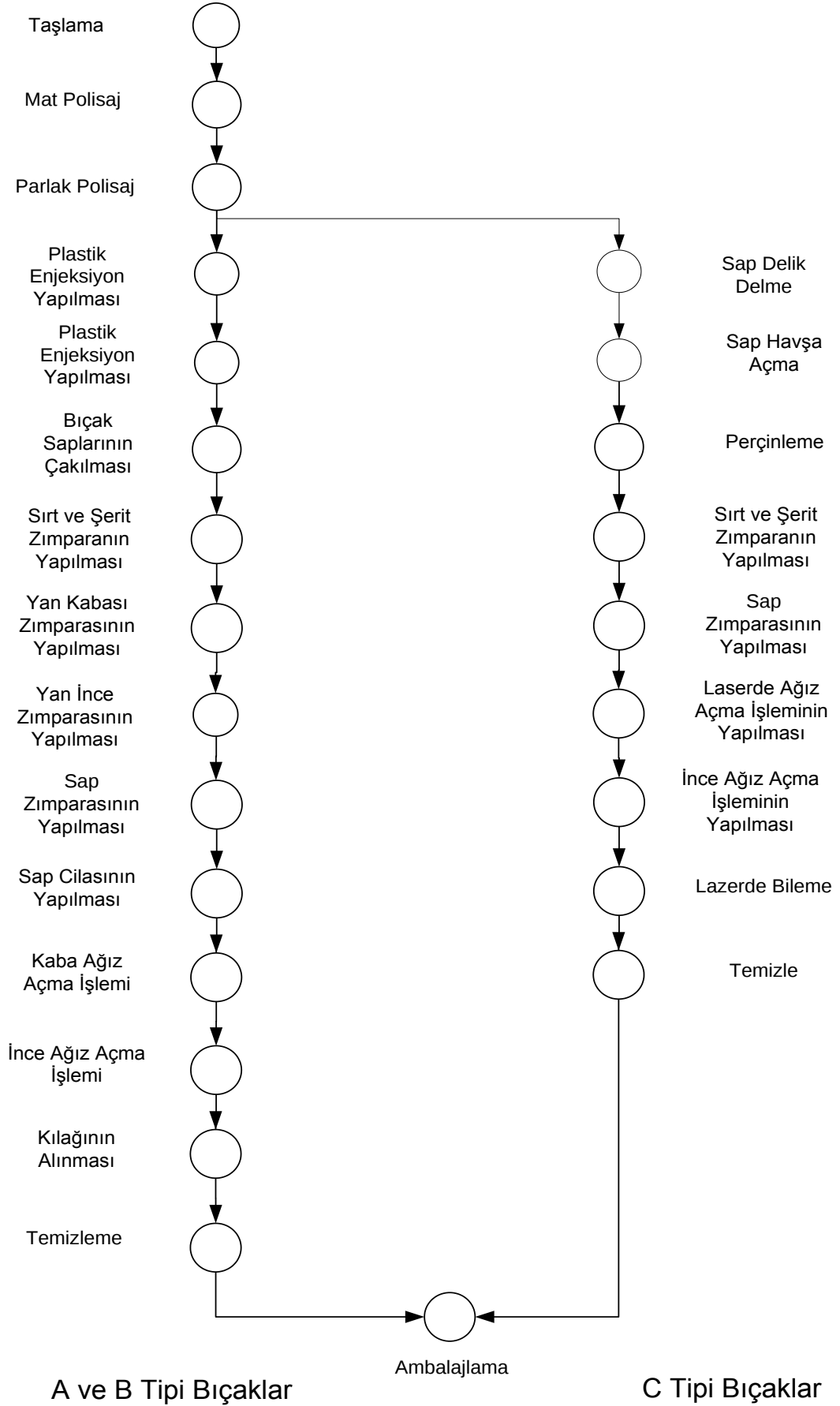
A tipi bıçak = 8000 adet/yıl

B tipi bıçak = 6000 adet/yıl

C tipi bıçak = 2000 adet/yıl’dır.

Bunlardan A ve B tipi bıçaklar plastik enjeksiyonda işlem gören fakat boyutları farklı bıçaklardır. C tipi bıçak ise tahta saplı bıçaklardır. C tipi bıçakla A ve B tipi bıçaklar üretimde belli bit noktaya kadar aynı prodesten geçmektedirler. A ve B tipi bıçaklar ise tamamen aynı üretim sürecinden geçmektedir. B ve C tipi bıçakların ise boyutları aynıdır. Dolayısıyla B ve C tipi bıçaklarda kullanılan çelik plakaların boyutları aynıdır.

Mevcut yerleşim düzeni ve ürünler için akış diyagramı Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de görülmektedir. Mevcut durum daha önceden de belirtildiği gibi stoka üretim



Şekil 5.3 Bıçak Tipleri İçin Akış Diyagramları

yapılmakta ve temin süresi oldukça fazladır. Yapmış olduğumuz çalışmada, son kullanıcıların taleplerinin stoktan karşılanması yerine, siparişe göre üretim gerçekleştirebilmek için bıçak firmasının yerleşim düzeninde değişiklik yapılmıştır. Başka bir deyişle amacımız temin süresini düşürerek son kullanıcıların ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde yanıt verebilmek. Bunun için hücresel üretim yöntemi kullanılarak yeni bir yerleşim düzeni önerilmiştir. Bunun için öncelikle her bir ürün grubu takt süresini belirleyecek olursak;

Günlük Çalışma Süresi 540 dk

Molalar 20 dk

Hazırlık ve Takım Değiştirme 60 dk

Fiili Çalışma Süresi 460 dk

Fiili Çalışma Süresi = Günlük Çalışma Süresi – (Molalar + Hazırlık ve Takım Değiştirme)

Bıçak çeşitleri için üretilmesi gereken günlük miktarlar;

A tipi = $8000 / 22 = 364$ adet / gün

B tipi = $6000 / 22 = 273$ adet/gün

C tipi = $2000 / 22 = 91$ adet/gün

Buna göre ürünler için takt süreleri

A tipi = $\frac{460 * 60}{364} = 76$ sn , B tipi = $\frac{460 * 60}{273} = 102$ sn

C tipi = $\frac{460 * 60}{91} = 304$ sn

Buna göre sistemden her 76 saniyede bir A tipi bıçak, her 102 saniyede bir B tipi bıçak ve her 304 saniyede bir C tipi bıçak üretilmesi gerekmektedir. Ayrıca ürünler için gerekli üretim süreleri, gerekli işlemler ve bu işlemlerin hangi makinelerde gerçekleştirildiği Tablo A.1. ve Tablo A.2’de buna göre oluşturulan hücreler Tablo 5.2, Tablo 5.3, Tablo 5.4, Tablo 5.5 ve Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.2 Yeni Yerleşim Düzeninde 1 Nolu Hücre ve İşlemler

Hücre 1	Üretilecek Ürün Sayısı (A veya B+C) = 7 adet		
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre (sn / 7 adet)
10	Taşıma	1,5	10,5
20	Taşıma İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sol + Sağ Yan Taşıma)(B+C)	15	105
30	Taşıma	1,5	10,5
40	Taşıma İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sol Yan Taşıma) (A)	10	70
50	Taşıma	1,5	10,5
60	Taşıma İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sağ Yan Taşıma) (A)	10	70
70	Taşıma	2	14
80	Polisaj için kalıba yerleştirme	45	45
90	Taşıma	4	4
100	Mat Polisaj	50	50
110	Taşıma	4	4
120	Parlak Polisaj	50	50
130	Taşıma	4	4
140	Son Kontrol	50	50
Toplam Geçen Süre		497,5	
İstenen Hücre Çevrim Süresi		532	
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı		3	

Tablo 5.2’de görüldüğü gibi, kurulan 1 Nolu Hücrede A, B ve C tipi bıçaklardan üçünün de üretimi söz konusudur. B ve C tipi bıçakların çelik plakaların boyutları da aynı olduğundan ve toplam üretim içindeki payları üretim miktarının yarısı olduğundan ((6000+2000)/16000), aynı taşıma tezgahında işlem görürler. Mat ve parlak polisaj işlemi için ise bıçak tipi önemli olmamakta, aynı anda bütün bıçak tipleri işlenebilmektedir. Görüldüğü gibi 1 nolu hücrede sadece iki farklı tip yarı mamul bulunmaktadır (Büyük veya küçük boy çelik plakalar) . Her bir çevrim sonucunda 7 adet büyük boy 7 adette küçük boy çelik levha üretilmektedir.

1 nolu hücreden çıkan küçük boy çelik levhalar, ya 2 nolu hücrede işlem görerek tahta saplı (C tipi) bıçak veya 3 ve daha sonraki hücrelerde işlem görerek plastik saplı (B tipi) bıçak olmaktadır. Büyük boy çelik levhaların tamamı ise B ile aynı rotayı izleyerek plastik saplı A tipi bıçak olmaktadır.

Tablo 5.3 Yeni Yerleşim Düzeninde 2 Nolu Hücre ve İşlemler

Hücre 2	Üretilen ürün sayısı = 1		
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre
190	Taşıma	2	2
200	Sap delik delme	10	10
210	Taşıma	1,5	1,5
220	Sap havşa açma	14	14
230	Taşıma	1,5	1,5
240	Perçinleme	85	85
250	Taşıma	1,5	1,5
260	Sırt ve Şerit Zımpara	16	16
270	Taşıma	1,5	1,5
280	Sap Zımpara	15	15
290	Taşıma	1,5	1,5
300	Sap cilası	20	20
310	Taşıma	1,5	1,5
320	Laserde ağız açma işlemi	38	38
330	Taşıma	1,5	1,5
340	Ağız açma işlemi (ince)	38	38
350	Taşıma	1,5	1,5
360	Lazer Bileme	12	12
370	Taşıma	1,5	1,5
380	Silme ve Temizleme	35	35
390	Taşıma	1,5	1,5
Toplam Geçen Süre		300	
İstenen Hücre Çevrim Süresi		304	
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı		3	

1 nolu hücrede 532 saniyelik çevrim(Tablo 5.2) sonucunda üretilen 14 adet çelik levhadan Tablo 5.3’de görüldüğü gibi 2 nolu hücre her 304 saniyede bir adet küçük boy levha ve Tablo 5.4’de görüldüğü gibi 3 nolu hücre de her 132 saniyede 3’er adet ya büyük boy veya küçük boy levhalardan almaktadır. A ve B tipi bıçakların taleplerindeki farklılıktan dolayı 3 nolu hücrede A ve B tipi bıçaklarının üretimi belli bir sistematığe göre yapılması gerekmektedir. 3 nolu hücrenin her bir çevriminde 3 adet parça bu hücrede üretilmektedir. Yalnız kullanılan kalıptan dolayı bu 3 adet parçanın da aynı bıçak türüne ait olması gerekmektedir. A tipi bıçaktan 8000 adet/ay, B tipi bıçaktan ise 6000 adet/ay üretilmesi gerektiğinden aralarında 8/6 oranı

Tablo 5.4 Yeni Yerleşim Düzeninde 3 Nolu Hücre ve İşlemler

Hücre 3	Üretilecek ürün sayısı = 3		
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre (sn/3 adet)
150	Taşıma	6	6
160	Enjeksiyon ile Pres Sapının Basılması	15	15
170	Taşıma	2	2
180	Perçinleme İşlemi	36	108
Toplam Geçen Süre			125
İstenen Hücre Çevrim Süresi			132
Hücre 3	Üretilecek ürün sayısı = 1		
400	Taşıma	2	2
410	Sırt ve Şerit Zımpara	16	16
420	Taşıma	1,5	1,5
430	Yan Kaba	11	11
440	Taşıma	1,5	1,5
450	Yan İnce	11	11
Toplam Geçen Süre			43
İstenen Hücre Çevrim Süresi			44
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı			2

bulunmaktadır. 1 nolu hücre bir çevriminde 3 nolu hücre $\frac{532}{132} = 4,03 \cong 4$ çevrim

yapmaktadır. Yukarıda belirtilen A/B ürün oranının tutturulması için A ve B ürünlerin üretim sırası belli sırayı takip etmelidir. Buna göre 3 nolu hücrenin 1 nolu hücreden çekeceği ürün sırası Şekil 5.3'teki gibi olmalıdır.

○ 3 adet A parçası

△ 3 Adet B parçası



Şekil 5.4 3 Nolu Hücrenin 1 Nolu Hücreden Çekeceği Ürün Sırası

Burada 1 nolu hücrenin yapacağı 7 çevrim sırasında 3 nolu hücre 28 çevrim yapacak ve $16 \cdot 4 = 64$ parça A parçası ve $12 \cdot 3 = 36$ parça B parçası üretecektir.

Diğer hücrelerimiz ve bu hücrelerdeki işlemler Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'daki gibi olacaktır.

Tablo 5.5Yeni Yerleşim Düzeninde 4 - 5 Nolu Hücreler ve İşlemleri

Hücre 4	Üretilcek ürün sayısı = 1		
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre
400	Taşıma	2	2
410	Sırt ve Şerit Zımpara	16	16
420	Taşıma	1,5	1,5
430	Yan Kaba	11	11
440	Taşıma	1,5	1,5
450	Yan İnce	11	11
Toplam Geçen Süre		43	
İstenen Hücre Çevrim Süresi		44	
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı		3	
Hücre 5	Üretilcek ürün sayısı	1	
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre
460	Taşıma	2	2
470	Sap Zımpara	15	15
480	Taşıma	1,5	1,5
490	Sap Cilası	20	20
Toplam Geçen Süre		38,5	
500	Taşıma	2	2
510	Ağız Açma (Kaba)	40	40
Toplam Geçen Süre		42	
520	Taşıma	2	2
530	Ağız Açma (İnce)	40	40
Toplam Geçen Süre		42	
İstenen Hücre Çevrim Süresi		44	
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı		3	
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı		3	

Yeni hücelere göre yerleşim düzenimiz Şekil 5.5'teki gibidir. Üretimdeki belirsizlikleri önlemek için her bir hücre arasında da belli bir miktar stok tutulmaktadır. Stok alanlarında tutulan stoklar şu şekildedir:

Stok No	Açıklama
Stok 1	8 adet A, 8 adet B
Stok 2	8 adet A, 6 adet B
Stok 3	8 Adet A, 6 adet B
Stok 4	8 Adet A, 6 adet B
Stok 5	2 Adet C

Tablo 5.6 Yeni Yerleşim Düzeninde 6 Nolu Hücre ve İşlemleri

Hücre 6	Üretilecek ürün sayısı = 1		
İşlem No	İşlem	Süre/birim	Toplam Süre
540	Taşıma	2	2
550	Kıtağın Alınması	40	40
Toplam Geçen Süre			42
560	Taşıma	2	
570	Silme ve Temizleme	20	20
580	Taşıma	1,5	1,5
590	Ambalajlama	20	20
Toplam Geçen Süre			43,5
İstenen Hücre Çevrim Süresi			44
Hücre İçerisindeki İşgören Sayısı			2

Bıçak firması hediye firması için bir bıçak seti üretmektedir. Setin içerisinde 4 adet A, 3 adet B ve 2 adet C bıçağı bulunmaktadır. Hediye firmasının haftalık olarak 100 adet sipariş vereceğini göz önüne aldığımız temin süresini şu şekilde hesaplarız :

Temin süresi malzemenin sipariş verilmesinden son ürün olarak çıkıncaya kadar geçen süredir. Burada malzemenin hazır olarak geldiği ve malzeme teminin sonsuz bir kapasite sağlandığı varsayımını yapacağız. Bir bıçak setinin üretilmesi için geçen süre;

$$\text{Temin süresi} = 8 * 38 + 16 * 38 + 1 * 304 + 2 * 304 + 7 * 44 + 7 * 44 + 14 * 44 + 7 * 44 + 7 * 44 + 7 * 44 + 14 * 44 + 7 * 44 + 8 * 38 = 5208 \text{ sn} = 87 \text{ dk}$$

Yani ilk defa hammadde üretime girdiği zaman 87 dk sonra ilk bıçak setini üretmiş olacağız. Bundan sonra her bir 304 sn'de bir set bıçak üretilecektir. Buna göre ortalama 100 adetlik sipariş için geçecek ortalama imalat süresi $87 + (99 * 304) / 60 = 589 \text{ dk}$ olacaktır. Bu da yukarıdaki hesaplamalarda kullandığımız 460 dk'lık fiili

çalışma süresine göre $\frac{589}{460} = 1,28$ gün yapar. Yani gerekli hammaddenin üretim

esnasında hazır bulunduğunu düşündüğümüzde hediye firmasından 100 adetlik bir sipariş sipariş alındığında, bu siparişin karşılanması için üretimde geçecek süre 1,28 gündür.

Bıçak Fabrikasında hücrelerin kurulması ile gerçekleştirilen bir başka gelişmede de üretim alanında sağlanan iyileşme de olmuştur. Alandan 160 m^2 'lik bir tasarruf sağlanmıştır.

Bıçak fabrikasını üretim yapısını incelememizin temel nedeni müşteri ihtiyaçlarını hızlı bir şekilde yanıtlamasını sağlamak için yapılması gerekli düzenlemeleri incelemektir. Mevcut yapı içerisinde bıçak fabrikası çok büyük oranda stok tutmakta ve gelen müşteri, dolayısıyla hediye firmasının taleplerini bu stoktan karşılamaktadır. Kullanılan üretim tekniği esnek olmayıp müşterinin taleplerindeki değişiklikler çok miktarda tutulan gerek mamul, gerek üretim içi gerekse de hammadde stokları ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla bıçak fabrikasındaki katma değerli sürenin, temin süresine oranı oldukça düşüktür. Ayrıca fabrika içerisinde makinelerin yerleşim düzeni ve işlerin makinelerde gezdiği rotalar göz önüne alındığında tesis içerisinde çok fazla malzeme taşıma söz konusudur. Tesis içerisinde kapasite planlaması yapılmadığından da yapılan iş yoğunluğuna göre çalıştırılan personel sayısının da etkin bir şekilde kullanılmadığı gözükmemektedir. Bütün bu sebepler bizi bu bıçak fabrikası için yeni bir yerleşim düzeni hazırlamaya iten sebeplerdir.

5.3 Tedarik Zincirinde Envanter Modelleri Simülasyonları

Yukarıdaki çalışmamızın sonucunda da görüldüğü üzere armağan firması bıçak fabrikasına ortalama 100 adetlik bir sipariş verdiğinde bu sipariş 1,28’günde karşılanacaktır. Bulmuş olduğumuz bu süre bıçak fabrikasının üretim temin süresidir. Aşağıda yapacağımız simülasyonlarda çeşitli belirsizliklerden dolayı (üretim, miktar veya kalite) bu süre 2 gün olarak alınacaktır.

Bu bölümde de Şekil 5.1’de incelemiş olduğumuz tedarik zinciri modelimiz için çeşitli envanter modelleri geliştirerek bu modellerin sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırması yapılacaktır. Bizi böyle bir çalışma iten asıl nedenin, bölüm 4’te de anlatıldığı gibi tedarik zincirinde çeşitli sebeplerden dolayı oluşan değişkenliğin, tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini göstermektir. Bunun için de Tablo 5.7’de gösterildiği gibi farklı senaryolar geliştirilerek bu senaryolarda tedarik zincirinin performansı incelenmiştir. Yapılan çalışmada performans kriteri olarak sadece değişkenlik göz önüne alınmamış, bunun yanında son kullanıcıların taleplerinin karşılanma oranı, toplam sistem maliyeti ve ortalama stok düzeyleri de karşılaştırılmıştır. Tablo 5.7’de de bu senaryoları, Tablo 5.8.’de de bu senaryoların açıklamaları gösterilmektedir.

Tablo 5.7 Simüle Edilen Senaryolar

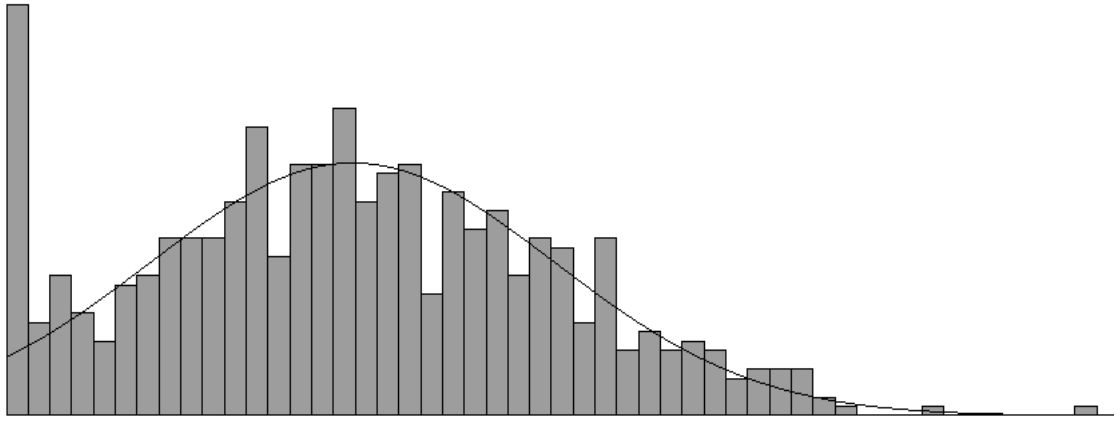
Senaryolar	
Senaryo 1	Merkezi Olmayan Stok Yönetimi
Senaryo 2	Eş Zamanlı Talep Bilgili Doldurmalı Stok Yönetimi
Senaryo 3	Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Stok Yönetimi
Senaryo 4	Merkezi Stok Yönetimi
Senaryo 5	Direkt Dağıtım

Tablo 5.8 Senaryoların Açıklamaları

Senaryoların Açıklaması	
Senaryo 1	Bıçak fabrikası son kullanıcı talebinden habersiz ve her firma kendi stok politikasını (doldurmalı envanter yönetimini) uygulamaktadır.
Senaryo 2	Bıçak fabrikası son kullanıcı talebinden eş zamanlı olarak haberdar fakat armağan firmasının yapmış olduğu talep tahmininden habersiz ve doldurmalı stok yönetimi uygulanmaktadır.
Senaryo 3	Bıçak fabrikası son kullanıcı talebinden eş zamanlı olarak haberdar fakat armağan firmasının yapmış olduğu talep tahmininden habersiz ve aşamalı stok yönetimi uygulanmaktadır.
Senaryo 4	Bıçak fabrikası son kullanıcı talebinden ve armağan firmasının yapmış olduğu talep tahmininden eş zamanlı olarak haberdar ve aşamalı stok yönetimi uygulanmaktadır.
Senaryo 5	Bu senaryoda sadece bıçak fabrikasında stok tutulmakta ve bıçak setleri doğrudan müşteriye bıçak firmasından iletilmektedir.

Her bir senaryoda kullanılan ortak verileri ise şu şekilde sıralayabiliriz;

Talep Yapısı : Son kullanıcılar taleplerini armağan firmasına veya bankaya iletmektedir. Bankada talepleri armağan firmasına iletmektedir. Armağan firmasına bıçak seti için gelecek talepler sadece kredi kartı kullanıcılarından geleceği için, bankanın sahip olduğu kredi kartı müşterisi sayısı talebi etkilemektedir. Fakat bizim yapmış olduğumuz simülasyonda kredi kartı müşteri sayısının zamanla değişmediği göz önüne alınmıştır. İncelen günlük talep verilerine göre talebin 15 ortalama, 9 standart sapma ile normal dağıldığı varsayılmıştır. Talebin iki kanaldan geliyor olması değişkenliğin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Şekil 5.6 ve Tablo 5.9’de talebin yapısı görülmektedir.



Şekil 5.6 Talebin Yapısı

Tablo 5.9 Talebin Yapısı

Talebin Yapısı	
Dağılım	Normal
Hata Kare	0,004754
Ortalama	15,3
Standart Sapma	9,28

Sipariş Çevrim Süresi;

Armağan firması için sipariş çevrim süresi, Taşıma, Bıçak fabrikasında üretim ve Bekleme olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Taşıma için 1 gün, üretim için 2 gün ve bekleme için 1 günlük kabulümüzle toplam armağan firması sipariş çevrim süresi 4 gündür. Sadece yapılan senaryolardan ilkinde üretim için 2 gün, bekleme ve taşıma için 1'er gün alınarak toplamda 6 günlük bir sipariş çevrim süresi ile çalıştırılmıştır.

Bıçak firması için sipariş çevrim süresi, ise aynı şekilde tedarikçilerin stok politikasına da bağlı kalarak taşıma, tedarik(üretim) ve bekleme de dahil olmak üzere 4 gün olarak alınmıştır.

Dönem Başı Stok;

Armağan ve bıçak firmaları için simülasyon başlangıcında alınan dönem başı stok miktarı 150'dir.

Talep Tahmini;

Armağan ve bıçak firması talep tahmini yaparken hareketli ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Her iki firmada talep tahminini haftalık dönemlere göre yapılmıştır. Hareketli ortalama kullanılan dönem sayısı olarak beş alınmıştır. Yani önceki beş

haftalık talebe göre talep tahmini yapılmaktadır. Fakat bütün senaryolarda talepler günlük olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 5.10 Armağan Firmasının Faaliyetleri ve Kaynakları

Faaliyet Havuzları	Kaynaklar								
	Ofisler Yönetimi	Depo Yönetimi	Depo Personeli	Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Depo)	Leasing (Depo)	Telefon (Depo)	Mali ve İdari İşler	Üst Yönetim	Sınıflandırılmayan Masraflar (Posta, Su vb.)
Ürün Giriş Kontrolü	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Depolama		✓	✓	✓	✓				✓
Depodan Sevkiyat	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓

Stok Politikası;

Armağan ve bıçak firması sabit periyotlu (T,S) stok politikasını kullanmaktadır. Yani belli periyotlarda stoklar kontrol edilmekte ve maksimum stok düzeyine tamamlanmaktadır. Maksimum stok düzeyi olarak da temin süresi ve stokun kontrol periyodunun talebini karşılayacak stok miktarı seçilmiştir. Stoklar bütün senaryolarda haftalık olarak kontrol edilmektedir.

Tablo 5.11 Bıçak Firması ve Armağan Firması İçin Maliyet ve Veriler

Maliyetler		
Bıçak Fabrikasında	Bıçak Setinin Fiyatı (\$)	32
	Bıçak Setinin Hacmi (m ³)	0,018
	Depolama Maliyeti (\$/m ³ -ay)	0,75
	Sipariş Verme Maliyeti (\$/sipariş)	5
	Taşıma Maliyeti (\$/gönderi)	0,5
	İç Verim Oranı (\$/ay)	0,05
Armağan Firmasında	Bıçak Setinin Fiyatı (\$)	40
	Bıçak Setinin Hacmi (m ³)	0,018
	Depolama Maliyeti (\$/m ³ -ay)	1,03
	Sipariş Verme Maliyeti (\$/sipariş)	3,35
	Taşıma Maliyeti (\$/gönderi)	2,28
	İç Verim Oranı (\$/ay)	0,05

Maliyetler;

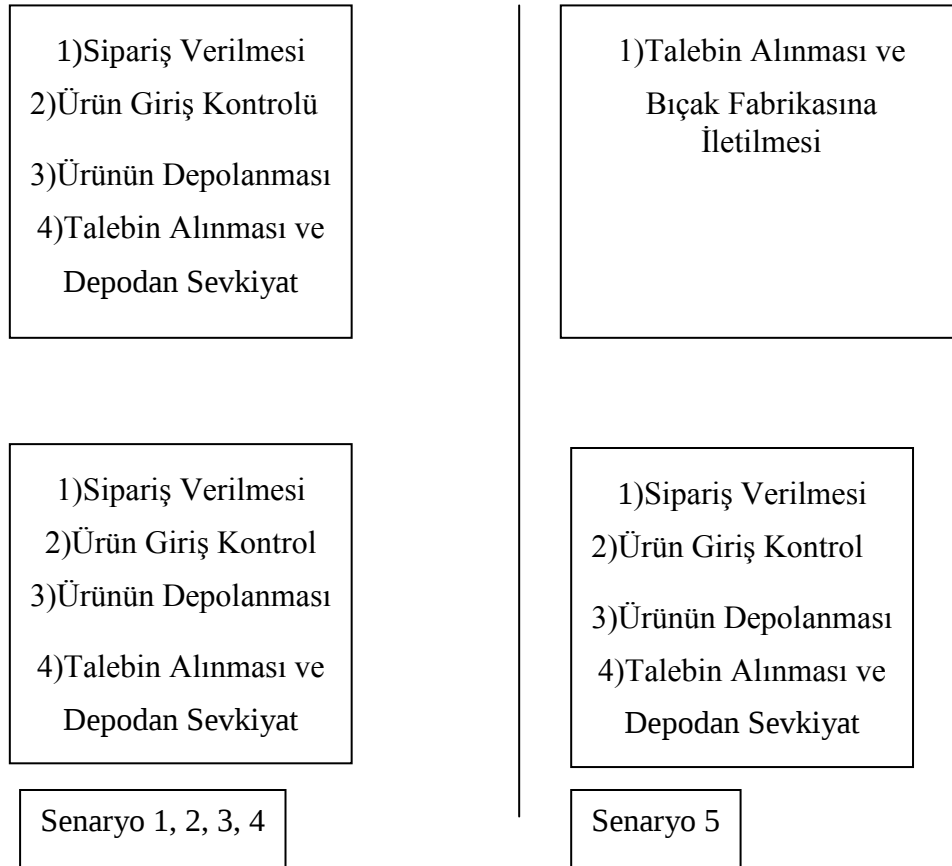
Bıçak firmasının bütün senaryolar için kullanılan maliyetler, faaliyete dayalı maliyetlendirme sayesinde, ürün giriş kontrolü, depolama ve depodan sevkiyat faaliyetlerine göre gruplandıktan sonra eldeki kaynakların bu faaliyetler için ne kadar harcama yaptıkları tespit edildikten sonra hesaplanmıştır. Tablo 5.9’da bu faaliyetler

ve bu faaliyetlerin kullandıkları kaynaklar görülmektedir. Her bir faaliyetin kaynaklardan ne kadar kullandığı ve maliyetlerin elde edilmesinde kullanılan veriler Ek C’de yer almaktadır.

Tablo 5.12 Armağan Firması İçin Maaliyetler

Faaliyet Havuzlarının Toplam Maliyeti Maliyet	
Ürün Giriş Kontrolü	8,11 \$/irsaliye
Depolama	11,91 \$/irsaliye + Ortalama stok * 0,135 \$
Depodan Sevkiyat	0,674 \$/gönderi

Bu maliyetlerin sonucunda oluşan maliyetler Tablo 5.11 ve Tablo 5.12’de özetlenmektedir. Armağan firmasının maliyetlerinin ayrıntılı olarak inceleme sebebi ise, senaryo 5’te incelediğimiz direkt dağıtım sonucunda bazı faaliyetlerin ortadan kalkması veya değişmesinden kaynaklanmaktadır. Buna karşılık bıçak fabrikası maliyetler yönünden armağan firması kadar analiz edilmemiştir. 1., 2., 3. ve 4. Senaryolarda kullanılan maliyetler tamamen birbirinin aynısıdır, fakat 5. Senaryoda ürünlerin artık bıçak fabrikasından son kullanıcılara ulaşmasından bazı faaliyetlerin kalktığı Şekil 5.7’de görülmektedir.



Şekil 5.7 Her Senaryoda Armağan ve Bıçak Firmasında Gerçekleşen Faaliyetler

Hizmet Düzeyi;

Armağan ve bıçak firmaları müşteri taleplerini karşılamak için stok politikalarında % 97,5 güven düzeyi ve buna karşılık gelen $z = 1,96$ değerini kullanmışlardır.

Çalışma süresi;

Armağan firması ve bıçak fabrikasında haftada altı gün çalışıldığı varsayımı yapılmıştır. Bütün senaryolar, iki yıl bir başka deyişle 105 haftalık bir süre için çalıştırılmıştır.

Senaryolarda kullanılan indisler;

j = Haftalık indis

t = Günlük indis

Senaryolarda kullanılan parametreler;

p = Dönem Sayısı

L = Temin Süresi

Senaryolarda kullanılan modeller ise şu şekildedir;

Senaryo 1

Senaryonun genel akışı Şekil 5.8’de gösterilmektedir. Bu senaryoda bıçak fabrikası son kullanıcı talepleri hakkında herhangi bir bilgiye sahip değildir. Bıçak fabrikası talep tahmini ve envanter yönetimini armağan firmasından gelen siparişlere göre yapmaktadır. Başka bir deyişle tedarik zinciri gerek stok kontrolü gerekse talep bilgisi açısından merkezi olmayan bir envanter yönetimi uygulanmaktadır. Armağan ve bıçak firması stoklarını, hafta da bir gün (Pazartesi) kontrol etmektedirler. 1. Senaryo’da kullandığımız değişkenleri ise armağan ve bıçak firması için sıralayacak olursak:

Armağan Firması İçin Değişkenler;

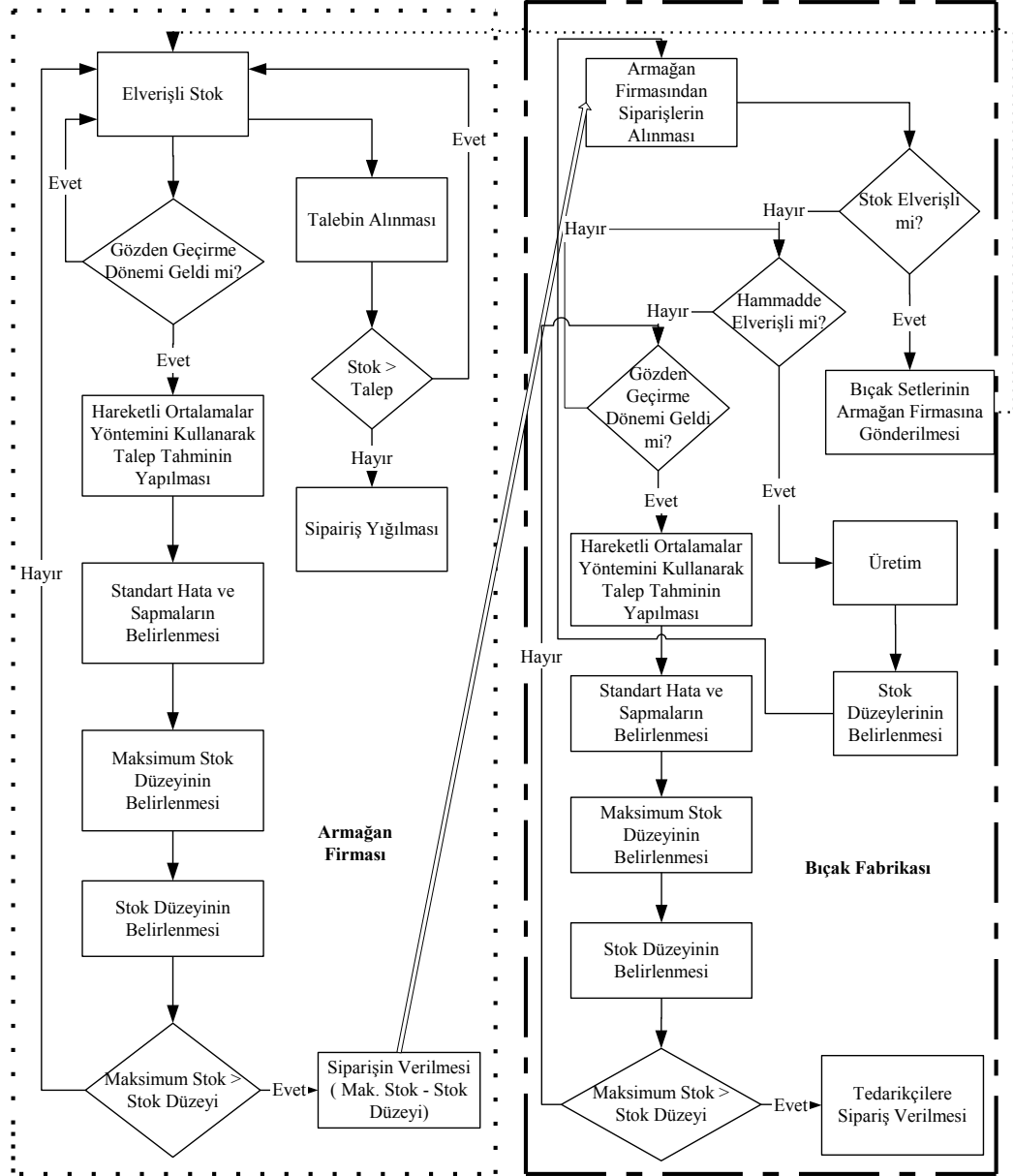
Haftalık Talep = H $j = 1,2,...,105$

Günlük Talep = D $t = 1, 2, ,6$

$$H_j = \sum_{t=1}^6 D_{jt}$$

$$\text{Haftalık Tahmini Talep } (\hat{H}_j) = \frac{\sum_{k=1}^p H_{j-k}}{p}$$

$$\text{Standart Sapma}_j (\sigma_j) = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^p (H_{j-k} - \hat{H}_{j-k})^2}}{p}$$



Şekil 5.8 1. Simülasyon İçin Akış Şeması

Dönem Başı Stok_{jt} = Dönem Sonu Stok_{jt-1}

Maksimum Stok Düzeyi_j = Tahmini Talep_j * (Sipariş Periyodu + Temin Süresi) + σ_j
 * $\sqrt{(S.Peryodu + Temin Süresi)} * z$

Dönem Sonu Stok_{jt} = Dönem Başı Stok_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_{jt} - Gönderim_{jt}

Gelen Ürün Miktarı_{jt} =

Verilen Sipariş Miktarı_{jt-L}, Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt-L} = Bıçak Fabrikası Gönderim_{jt-L}) Bıçak Fabrikası Gönderim_{jt-L}, Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt-L} < Bıçak Fabrikası Gönderim_{jt-L})

Verilen Sipariş Miktarı_j = Maksimum Stok Düzeyi_j – Stok Düzeyi_j

Gönderim_{jt} = Sipariş Yıgılması_{jt}, Eğer(Sipariş Yıgılması_{jt} < (Dönem Başı Stok_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_{jt}) (Dönem Başı Stok_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_{jt}), Eğer(Sipariş Yıgılması_{jt} < (Dönem Başı Stok_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_{jt})

Karşılanamayan Talep_{jt} = Gelen Talep_{jt} – Gönderim_{jt}

Stok Düzeyi_{jt} = Dönem Başı Stok_{jt} + $\sum_{i=1}^L \text{Verilen Sipariş}_{jt-i}$

Ortalama Stok_{jt} = (Dönem Başı Hammadde Stoku_{jt} + Dönem Sonu Stoku_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_{jt}) / 2

Armağan Firması İçin Maliyetler

Depolama Maliyeti_{jt} = Ortalama Stok_{jt} * Depolama Maliyeti + 11,9 \$/irsaliye ;
Eğer(Gelen Ürün Miktarı_{jt} > 0)

Ortalama Stok_{jt} * Birim Depolama Maliyeti Eğer(Gelen Ürün Miktarı_{jt} = 0)

Yatırım Maliyeti = Ortalama Stok_{jt} * İç Verim Oranı

Elde Bulundurma Maliyeti = Depolama Maliyeti_{jt} + Yatırım Maliyeti_{jt}

Ürün Giriş Kontrol Maliyeti_{jt} = Ürün giriş kontrol maliyeti(8,11 \$/irsaliye) ;
Eğer(Gelen Ürün Miktarı_{jt} > 0)

0 ; Eğer (Gelen Ürün Miktarı_{jt} < 0)

Depodan Sevkiyat Maliyeti_{jt} = Gönderim_{jt} * 0,674\$/gönderi

Sipariş Maliyeti_{jt} = Sipariş Verme Maliyeti (3,35 \$/sipariş) ; Eğer(Verilen Sipariş Miktarı_{jt} > 0)

0 ; Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt} = 0)

Envanter Maliyeti_{jt} = Depolama Maliyeti_{jt} + Yatırım Maliyeti_{jt} + Ürün Giriş Kontrol Maliyeti_{jt} + Depodan Sevkiyat Maliyeti_{jt} + Sipariş Maliyeti_{jt}

Taşıma Maliyeti_{jt} = Gönderim_{jt} * Taşıma Maliyeti_{jt} (2,28 \$/adet)

$$\text{Toplam Maliyet}_{jt} = \text{Envanter Maliyeti}_{jt} + \text{Taşıma Maliyeti}_{jt}$$

Bıçak Fabrikası İçin Değişkenler

$$\text{Talep}_{jt} = \text{Armağan Firması Tarafından Verilen Sipariş Miktarı}_{jt}$$

$$\text{Tahmini Talep}_j = \frac{\sum_{k=1}^p \text{Talep}_{j-k}}{p}$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma_j) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^p (\text{Talep}_{j-k} - \text{Tahmini Talep}_j)^2}{p}}$$

$$\text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_{jt} = \text{Dönem Sonu Hammadde Stoku}_{jt-1}$$

$$\text{Dönem Sonu Hammadde Stoku}_{jt} = \text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_{jt} + \text{Verilen Sipariş Miktarı}_{jt-L} - \text{Gönderim}_{jt}$$

$$\text{Maksimum Stok Düzeyi}_j = \text{Tahmini Talep}_j * (\text{Sipariş Peryodu} + \text{Temin Süresi}) + \sigma_j * \sqrt{(S.Peryodu + \text{Temin Süresi})} * z$$

$$\text{Verilen Sipariş Miktarı}_j = \text{Maksimum Stok Düzeyi}_j - \text{Stok Düzeyi}_{jt}$$

$$\text{Sipariş Yığılması}_{jt} = \text{Sipariş Yığılması}_{jt-1} + \text{Talep}_{jt} - \text{Gönderim}_{jt}$$

$$\text{Gönderim}_{jt} = \text{Sipariş Yığılması}_{jt} ; \text{Eğer } (\text{Sipariş Yığılması}_{jt} < \text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_{jt} + \text{Verilen Sipariş Miktarı}_{jt-L})$$

$$(\text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_{jt} + \text{Verilen Sipariş Miktarı}_{jt-L}) ; \text{Eğer } (\text{Sipariş Yığılması}_{jt} > \text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_{jt} + \text{Verilen Sipariş Miktarı}_{jt-L})$$

$$\text{Stok Düzeyi}_{jt} = \text{Dönem Başı Stok}_{jt} + \sum_{i=1}^L \text{Verilen Sipariş}_{jt-i}$$

Bıçak Fabrikası İçin Maliyetler

$$\text{Depolama Maliyeti}_{jt} = \text{Ortalama Stok}_{jt} * \text{Depolama Maliyeti}$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = \text{Ortalama Stok}_{jt} * \text{İç Verim Oranı}$$

$$\text{Elde Bulundurma Maliyeti} = \text{Depolama Maliyeti}_{jt} + \text{Yatırım Maliyeti}_{jt}$$

Tablo 5.13 Armağan Firmasının Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde Stokları (Senaryo 1)

Hafta / Gün		Talep	Haftalık Talep	Tahmini Talep	Standart Sapma (σ)	Dönem Başı Stok	Dönem Sonu Stok	Gelen Ürün Miktarı	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş Yığılması	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	0	66	76	24	150	150	0	99	249	43	0	43	150	150
	2	23			21	150	107	0	0	259	23	0	23	249	129
	3	0			19	107	50	0	0	249	0	0	0	207	79
	4	5			19	50	45	0	0	249	5	0	5	149	47
	5	23			10	45	121	0	0	188	23	0	23	144	83
	6	14			11	121	107	0	0	194	14	0	14	121	114
2	1	25	76	66	9	107	81	0	49	156	25	0	25	107	94
	2	12			0	81	70	0	0	0	12	0	12	131	76
	3	14			0	70	56	0	0	0	14	0	14	119	63
	4	3			0	56	153	99	0	0	3	0	3	105	154
	5	0			0	153	152	0	0	0	0	0	0	202	152
	6	22			0	152	131	0	0	0	22	0	22	152	141

Tablo 5.14 Bıçak Fabrikasının Merkezi Olmayan Envanter Yönetiminde Stokları (Senaryo 1)

Zaman		Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Hammadde Stoku	Dönem Sonu Hammadde Stoku	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş yığılması (B _i)	Stok Düzeyi	Güvenlik Stoku	Ortalama Stok
1	1	99	80	0	150	150	8	160	0	99	99	152	0	150
	2	0	0	11	150	150	0	31	0	0	99	158	0	150
	3	0	0	10	150	150	0	27	0	0	99	158	0	150
	4	0	0	9	150	51	0	24	99	0	99	158	0	100
	5	0	0	8	51	59	0	22	0	0	0	59	0	55
	6	0	0	7	59	59	0	20	0	0	0	59	0	59
2	1	25	99	7	59	33	159	218	25	0	25	59	17	46
	2	0	0	26	33	33	0	71	0	0	0	192	0	33
	3	0	0	24	33	33	0	67	0	0	0	192	0	33
	4	0	0	24	33	33	0	67	0	0	0	192	0	33
	5	0	0	24	33	192	0	67	0	0	0	192	0	192
	6	0	0	23	192	192	0	65	0	0	0	192	0	192

Tablo 5.15 Merkezi Olmayan Envanter Modelinde Armağan Firması İçin Maliyetler (Senaryo 1)

Hafta / Gün		Ürün Giriş Kontrol Maliyeti	Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Depodan Sevkiyat Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0.0	0.1	12.5	12.6	28.7	3.4	57.3	97.4	154.7
	2	0.0	0.1	10.7	10.8	15.8	0.0	37.4	53.4	90.8
	3	0.0	0.1	6.6	6.6	0.0	0.0	13.2	0.0	13.2
	4	0.0	0.0	3.9	4.0	3.5	0.0	11.5	11.9	23.4
	5	0.0	0.1	6.9	7.0	15.5	0.0	29.5	52.5	82.0
	6	0.0	0.1	9.5	9.6	9.6	0.0	28.8	32.6	61.4
2	1	0.0	0.1	7.8	7.9	17.2	3.4	36.4	58.2	94.6
	2	0.0	0.1	6.3	6.4	7.9	0.0	20.6	26.9	47.5
	3	0.0	12.0	5.2	17.2	9.1	0.0	43.5	30.9	74.4
	4	8.1	0.1	12.8	13.0	2.0	0.0	36.0	6.7	42.6
	5	0.0	0.1	12.7	12.8	0.2	0.0	25.9	0.8	26.7
	6	0.0	12.0	11.8	23.8	14.5	0.0	62.1	49.2	111.4

Tablo 5.16 Merkezi Olmayan Envanter Yönetimi İçin Bıçak Firmasında Maliyetler (Senaryo 1)

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0.08	10.00	10.08	5.00	15.08	0.00	15.08
	2	0.08	10.00	10.08	0.00	10.08	0.00	10.08
	3	0.08	10.00	10.08	0.00	10.08	0.00	10.08
	4	0.06	6.69	6.74	0.00	6.74	49.67	56.42
	5	0.03	3.64	3.68	0.00	3.68	0.00	3.68
	6	0.03	3.91	3.95	0.00	3.95	0.00	3.95
2	1	0.03	3.07	3.10	5.00	8.10	12.60	20.70
	2	0.02	2.23	2.25	0.00	2.25	0.00	2.25
	3	0.02	2.23	2.25	0.00	2.25	0.00	2.25
	4	0.02	2.23	2.25	0.00	2.25	0.00	2.25
	5	0.11	12.83	12.94	0.00	12.94	0.00	12.94
	6	0.11	12.83	12.94	0.00	12.94	0.00	12.94

Sipariş Verme Maliyeti_{jt} = Sipariş Verme Maliyeti (5 \$/sipariş) ; Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt}>0)

0 ; Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt}=0)

Envanter Maliyeti_{jt} = Depolama Maliyeti_{jt} + Yatırım Maliyeti_{jt} + Sipariş Maliyeti_{jt}

Taşıma Maliyeti_{jt} = Gönderim_{jt} * Taşıma Maliyeti_{jt} (0,5 \$/adet)

Toplam Maliyet_{jt} = Envanter Maliyeti_{jt} + Taşıma Maliyeti_{jt}

Sistem Maliyeti_{jt} = Aramağan Firması Toplam Maliyet_{jt} + Bıçak Firması Toplam Maliyet_{jt}

Tablo 5.13 ve 5.14’de yukarıdaki parametrelere göre çalıştırılan simülasyon ekranı görülmektedir. Tablo 5.13 armağan firması için ve Tablo 5.14’te bıçak firması için bize stok durumları hakkında bilgi vermektedir. Tablo 5.15 ve 5.16’te ise sırasıyla armağan firması ve bıçak fabrikası için gerçekleşen maliyetler görülmektedir

2. Senaryoda ise armağan firması günlük olarak son kullanıcı taleplerini gözlemlemekte ve haftalık olarak talep tahminlerini yapmaktadır. Armağan firması stoklarını her pazartesi, bıçak fabrikası ise her cuma kontrol etmektedir. Armağan firması stok politikasına göre vermiş olduğu siparişleri de bıçak firmasına iletmektedir. Bıçak firması bu senaryoda son kullanıcı taleplerine eş zamanlı olarak ulaşabilmektedir. Dolayısıyla bıçak firması, son kullanıcıların armağan firmasına verdikleri talebi pazartesi den perşembeye kadar gözlemlemekte, cuma ve cumartesi taleplerini de tahmin ederek stok politikasını düzenlemektedir. Bıçak firmasının burada ki amacı gelecek dönem için bıçak firmasının siparişlerini tahmin etmektir. Bölüm 3’e anlatılan doldurmalı stok politikası (sistemdeki bütün stokların göz önüne alınmadığı envanter yönetimi) uygulanmaktadır.

Senaryo 2’de kullanılan parametreler Senaryo 1’dekilere oldukça benzemektedir. Farklı olarak ;

Bıçak Fabrikası İçin Değişkenler

Talep_{jt} = Armağan Firması Tarafından Verilen Sipariş Miktarı_{jt}

$$\text{Tahmini Talep}_j = \sum_{t=1}^4 \text{Talep}_{j,t} + \frac{\sum_{t=1}^4 \text{Talep}_{j,t}}{4} * 2$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma_j) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^p (\text{Talep}_{j+1-k} - \text{Tahmini Talep}_{j-k})^2}{p}}$$

Dönem Başı Hammadde Stoku_{jt} = **Dönem Sonu Hammadde Stoku_{jt-1}**’dur

Tablo 5.17 Armağan Firmasında Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetimi (Senaryo 2)

Zaman		Gelen talep	Haftalık talep	Tahmini Talep	Standart Sapma (σ)	Dönem Başı Stok	Dönem Sonu Stok	Gelen Ürün Miktarı	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş Yığılması	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	0	66	76	24	150	107	0	37	187	0	0	0	150	129
	2	23			20	107	107	0	0	52	23	0	23	144	107
	3	0			18	107	107	0	0	45	0	0	0	144	107
	4	5			17	107	102	0	0	43	5	0	5	144	105
	5	23			5	102	79	0	0	12	23	0	23	139	91
	6	14			0	79	65	0	0	0	14	0	14	79	72
2	1	25	76	66	0	65	39	0	45	110	25	0	25	65	52
	2	12			0	39	65	37	0	0	12	0	12	84	70
	3	14			0	65	51	0	0	0	14	0	14	109	58
	4	3			0	51	48	0	0	0	3	0	3	96	50
	5	0			0	48	93	45	0	0	0	0	0	93	93
	6	22			0	93	71	0	0	0	22	0	22	93	82

Tablo 5.18 Bıçak Firmasında Eş Zamanlı Talep Bilgisi Durumunda Envanter Yönetimi (Senaryo 2)

Zaman		Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Hammadde Stoku	Dönem Sonu Hammadde Stoku	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş yığılması	Stok Düzeyi	Güvenlik Stoku	Ortalama Stok
1	1	37	0	0	150	150	0	0	0	37	37	152	0	300
	2	0	0	0	150	150	0	0	0	0	37	150	0	300
	3	0	0	0	150	150	0	0	0	0	37	150	0	300
	4	0	0	0	150	113	0	0	37	0	37	150	0	263
	5	0	57	0	113	113	0	95	0	0	0	113	0	226
	6	0	0	5	113	113	0	12	0	0	0	113	0	226
2	1	45	0	0	113	68	0	0	45	0	45	113	0	181
	2	0	0	0	68	68	0	0	0	0	0	68	0	68
	3	0	0	0	68	68	0	0	0	0	0	68	0	68
	4	0	0	0	68	68	0	0	0	0	0	68	0	68
	5	0	84	4	68	68	82	150	0	0	0	68	0	68
	6	0	0	0	68	68	0	0	0	0	0	150	0	68

Tablo 5.19 Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Armağan Firmasında Maliyetler

Zaman		Ürün Giriş Kontrol Maliyeti	Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Depodan Seviyat Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0	0,10	10,72	10,82	-	3,35	25,00	-	25,00
	2	0	0,08	8,95	9,03	15,76	-	33,82	53,41	87,23
	3	0	0,08	8,95	9,03	-	-	18,06	-	18,06
	4	0	0,08	8,73	8,81	3,51	-	21,13	11,89	33,02
	5	0	0,07	7,56	7,63	15,50	-	30,75	52,53	83,28
	6	0	0,06	6,00	6,06	9,63	-	21,75	32,64	54,39
2	1	0	0,04	4,35	4,39	17,17	3,35	29,29	58,20	87,49
	2	8	11,96	5,87	17,84	7,92	-	51,71	26,85	78,56
	3	0	0,04	4,82	4,86	9,12	-	18,85	30,92	49,78
	4	0	0,04	4,13	4,17	1,97	-	10,31	6,67	16,98
	5	8	11,98	7,74	19,72	0,23	-	47,79	0,80	48,58
	6	0	0,06	6,83	6,89	14,53	-	28,31	49,24	77,54

Tablo 5.20 Eş Zamanlı Talep Bilgili Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasında Maliyetler

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0,17	20	20	0	20	0	20
	2	0,17	20	20	0	20	0	20
	3	0,17	20	20	0	20	0	20
	4	0,15	18	18	0	18	18	36
	5	0,13	15	15	0	15	0	15
	6	0,13	15	15	0	15	0	15
2	1	0,10	12	12	0	12	22	35
	2	0,04	5	5	0	5	0	5
	3	0,04	5	5	0	5	0	5
	4	0,04	5	5	0	5	0	5
	5	0,04	5	5	5	10	0	10
	6	0,04	5	5	0	5	0	5

Tablo 5.17 ve 5.18’de eş zamanlı talep bilgili doldurmalı envanter yönetimi durumunda armağan ve bıçak firmalarında iki haftalık stok durumlarını .

Tablo 5.21 Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Armağan Firması Stok Durumu (Senaryo 3)

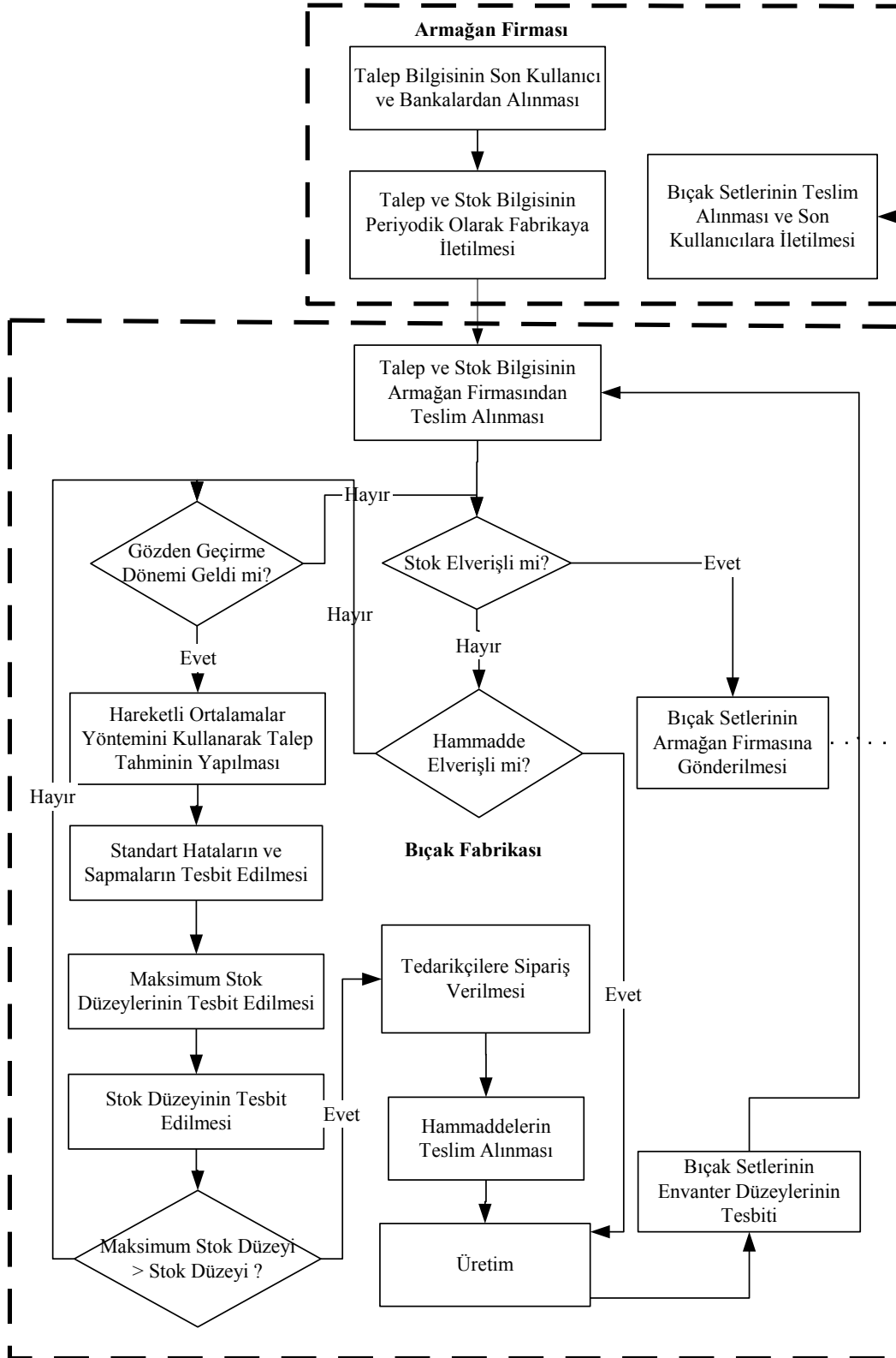
Zaman			Gelen talep	Haftalık Talep	Tahmini Talep	Standart Sapma (σ)	Dönem Başı Stok	Dönem Sonu Stok	Gelen Ürün Miktarı	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş yığılması (Bt)	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	0	66	76	24	150	107	0	37	187	0	0	0	0	150	129
	2	23			20	107	107	0	0	0	23	0	23	144	107	
	3	0			18	107	107	0	0	0	0	0	0	144	107	
	4	5			17	107	102	0	0	0	5	0	5	144	105	
	5	23			5	102	79	0	0	0	23	0	23	139	91	
	6	14			0	79	65	0	0	0	14	0	14	79	72	
2	1	25	76	66	0	65	39	0	45	110	25	0	0	25	65	52
	2	12			0	39	65	37	0	0	12	0	12	84	70	
	3	14			0	65	51	0	0	0	14	0	14	109	58	
	4	3			0	51	48	0	0	0	3	0	3	96	50	
	5	0			0	48	93	45	0	0	0	0	0	93	93	
	6	22			0	93	71	0	0	0	22	0	22	93	82	

Tablo 5.22 Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasının Stok Durumu (Senaryo 3)

Zaman	Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Hammadde Stoku	Dönem Sonu Hammadde Stoku	Aşamalı Stok	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş yığılması (Bt)	Stok Düzeyi	Güvenlik Stoğu	Ortalama Stok
1	1	37	0	0	150	150	300	0	0	0	37	37	302	300
	2	0	0	0	150	150	234	0	0	0	0	37	234	300
	3	0	0	0	150	150	257	0	0	0	0	37	257	300
	4	0	0	0	150	113	252	0	0	37	0	37	252	263
	5	0	57	0	113	113	229	0	95	0	0	0	229	226
	6	0	0	5	113	113	215	0	12	0	0	0	215	226
2	1	45	0	0	113	68	189	0	0	45	0	45	189	181
	2	0	0	0	68	68	178	0	0	0	0	0	178	68
	3	0	0	0	68	68	164	0	0	0	0	0	164	68
	4	0	0	0	68	68	161	0	0	0	0	0	161	68
	5	0	84	4	68	68	161	47	208	0	0	0	161	68
	6	0	0	0	68	68	139	0	0	0	0	0	186	68

göstermektedir. Tablo 5.19 ve 5.20’da ise bu haftalar için gerçekleşen maliyetler görülmektedir.

Senaryo 3 için akış şeması Şekil 5.9’da gösterilmektedir



Şekil 5.9 3. Senaryo İçin Akış Şeması

Senaryo 3'te ise, senaryo 2'den farklı olarak eş zamanlı talep bilgili aşamalı envanter yönetimi modeli incelenmektedir.. Başka bir deyişle stok politikasının belirlenmesinde tedarik zincirindeki bütün stokların göz önüne alındığı yapı söz konusudur. Bir önceki senaryodan farklı olan parametreler ise;

Talep_j = Armağan Firması Tarafından Verilen Sipariş Miktarı_j

$$\text{Tahmini Talep}_j = \sum_{t=1}^4 \text{Talep}_{j,t} + \frac{\sum_{t=1}^4 \text{Talep}_{j,t}}{4} * 2$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma_j) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^p (\text{Talep}_{j+1-k} - \text{Tahmini Talep}_{j-k})^2}{p}}$$

Aşamalı Stok_{jt} = Dönem Başı Stok_{jt} + Armağan Firması Dönem Başı Stok_{jt} +

$$\sum_{k=1}^L \text{Gönderim}_{j,t-k} - \text{Son Kullanıcı Talebi}_{jt}$$

Maksimum Stok Düzeyi_j = Tahmini Talep_j * (Sipariş Peryodu + Armağan Firması

Temin Süresi + Bıçak Fabrikası Temin Süresi) + σ_j * (Sipariş periyodu + Armağan Firması Temin Süresi + Bıçak Fabrikası Temin Süresi)^{0,5} * z

Aşamalı Stok Düzeyi_{jt} = Aşamalı Stok_{jt} + $\sum_{i=1}^L \text{Verilen Sipariş}_{jt-i}$ 'dir.

Tablo 5.21 ve 5.22'de eş zamanlı talep bilgili aşamalı envanter yönetimi durumunda armağan ve bıçak firmalarında iki haftalık stok durumlarını göstermektedir. Tablo 5.23 ve 5.24'da ise bu haftalar için gerçekleşen maliyetler görülmektedir.

Tablo 5.23 Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Armağan Firması İçin Maliyetler

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Depodan Seviyat Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0,10	10,72	10,82	0,00	3,35	25,00	0,00	25,00
	2	0,08	8,95	9,03	15,76	0,00	33,82	53,41	87,23
	3	0,08	8,95	9,03	0,00	0,00	18,06	0,00	18,06
	4	0,08	8,73	8,81	3,51	0,00	21,13	11,89	33,02
	5	0,07	7,56	7,63	15,50	0,00	30,75	52,53	83,28
	6	0,06	6,00	6,06	9,63	0,00	21,75	32,64	54,39
2	1	0,04	4,35	4,39	17,17	3,35	29,29	58,20	87,49
	2	11,96	5,87	17,84	7,92	0,00	51,71	26,85	78,56
	3	0,04	4,82	4,86	9,12	0,00	18,85	30,92	49,78
	4	0,04	4,13	4,17	1,97	0,00	10,31	6,67	16,98
	5	11,98	7,74	19,72	0,23	0,00	47,79	0,80	48,58
	6	0,06	6,83	6,89	14,53	0,00	28,31	49,24	77,54

Tablo 5.24 Eş Zamanlı Talep Bilgili Aşamalı Envanter Yönetiminde Bıçak Firması İçin Maliyetler

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0,17	20	20	0	20	0	20
	2	0,17	20	20	0	20	0	20
	3	0,17	20	20	0	20	0	20
	4	0,15	18	18	0	18	18	36
	5	0,13	15	15	0	15	0	15
	6	0,13	15	15	0	15	0	15
2	1	0,10	12	12	0	12	22	35
	2	0,04	5	5	0	5	0	5
	3	0,04	5	5	0	5	0	5
	4	0,04	5	5	0	5	0	5
	5	0,04	5	5	5	10	0	10
	6	0,04	5	5	0	5	0	5

Senaryo 4'te de bıçak firması, son kullanıcıların taleplerini eş zamanlı olarak gözlemlemekte ve aynı zamanda armağan firmasının yapmış olduğu talep tahminlerine direkt olarak ulaşabilmektedir. Dolayısıyla armağan firması ve bıçak firmaları stok politikalarında aynı standart sapmayı ve talebi kullanmaktadır. Kullanılan parametreler ise;

Talep_j = Son Kullanıcı Talebi_j

Tahmini Talep_j = Armağan Firması Tahmini Talebi_j

$$\text{Standart Sapma } (\sigma_j) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^p (Talep_{j+1-k} - Tahmini Talep_{j-k})^2}{p}}$$

Aşamalı Stok_{jt} = Dönem Başı Stok_{jt} + Armağan Firması Dönem Başı Stok_{jt} +

$$\sum_{k=1}^L Gönderim_{j,t-k} - \text{Son Kullanıcı Talebi}_{jt}$$

Maksimum Stok Düzeyi_j = Tahmini Talep_j * (Sipariş Peryodu + Armağan Firması Temin Süresi + Bıçak Fabrikası Temin Süresi) + σ_j * (Sipariş periyodu + Armağan Firması Temin Süresi + Bıçak Fabrikası Temin Süresi)^{0,5} * z

$$\text{Aşamalı Stok Düzeyi}_{jt} = \text{Aşamalı Stok}_{jt} + \sum_{i=1}^L VerilenSipariş_{jt-i}$$

Tablo 5.25 ve 5.26'da merkezi envanter yönetimi durumunda armağan ve bıçak firmalarında iki haftalık stok durumlarını göstermektedir. Tablo 5.27 ve 5.28'da ise bu haftalar için gerçekleşen maliyetler görülmektedir.

Tablo 5.25 Merkezi Envanter Yönetiminde Armağan Firmasının Stok Durumu (Senaryo 4)

Zaman		Talep	Haftalık Talep	Tahmini Talep	Standart Sapma (σ)	Dönem Başı Stok	Dönem Sonu Stok	Gelen Ürün Miktarı	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş Yığılması (Bt)	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	0	66	76	24	150	107	0	99	249	43	0	43	150	129
	2	23			20	107	84	0	0	227	23	0	23	207	96
	3	0			18	84	84	0	0	210	0	0	0	183	84
	4	5			17	84	79	0	0	206	5	0	5	183	81
	5	23			5	79	56	0	0	130	23	0	23	178	67
	6	14			0	56	42	0	0	100	14	0	14	56	49
2	1	25	76	66	0	42	16	0	68	110	25	0	25	42	29
	2	12			5	16	4	0	0	12	12	0	12	84	10
	3	14			5	4	57	66	0	12	14	0	14	73	63
	4	3			5	57	54	0	0	12	3	0	3	125	55
	5	0			4	54	129	76	0	11	0	0	0	122	129
	6	22			3	129	107	0	0	8	22	0	22	129	118

Tablo 5.26 Merkezi Envanter Yönetiminde Bıçak Firmasının Stok Durumu (Senaryo 4)

Zaman		Armağan Firmasının Talebi	Haftalık Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Hammadde Stoku	Dönem Sonu Hammadde Stoku	Kademeli Stok	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş Yığılması (Bt)	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	99	66	76	7	150	150	300	0	197	0	76	66	302	300
	2	0	0	0	8	150	150	234	0	24	0	0	66	234	300
	3	0	0	0	7	150	150	234	0	21	0	0	66	234	300
	4	0	0	0	6	150	150	229	0	19	0	0	66	229	300
	5	0	0	0	6	150	84	206	0	17	66	0	66	206	234
	6	0	0	0	5	84	84	192	0	16	0	0	0	192	168
2	1	68	76	66	5	84	9	166	2	168	76	0	76	166	46
	2	0	0	0	6	9	9	154	0	17	0	0	0	157	9
	3	0	0	0	5	9	9	141	0	16	0	0	0	143	9
	4	0	0	0	5	9	9	138	0	15	0	0	0	140	9
	5	0	0	0	4	9	11	137	0	13	0	0	0	140	11
	6	0	0	0	3	11	11	118	0	9	0	0	0	118	11

Tablo 5.27 Merkezi Envanter Modelinde Armağan Firması İçin Maliyetler

Zaman		Ürün Giriş Kontrol Maliyeti	Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Depodan Sevkiyat Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti
1	1	0	0,10	10,72	10,82	28,74	3,35	53,73	53,41
	2	0	0,07	7,97	8,05	15,76	0,00	31,85	0,00
	3	0	0,06	7,00	7,06	0,00	0,00	14,13	11,89
	4	0	0,06	6,78	6,84	3,51	0,00	17,20	52,53
	5	0	0,05	5,61	5,66	15,50	0,00	26,82	32,64
	6	0	0,04	4,05	4,09	9,63	0,00	17,81	58,20
2	1	0	0,02	2,40	2,42	17,17	3,35	25,36	26,85
	2	0	0,01	0,85	0,85	7,92	0,00	9,63	30,92
	3	8	11,96	5,28	17,24	9,12	0,00	51,71	6,67
	4	0	0,04	4,59	4,64	1,97	0,00	11,24	0,80
	5	8	12,01	10,76	22,77	0,23	0,00	53,88	49,24
	6	0	0,09	9,85	9,94	14,53	0,00	34,40	45,16

Tablo 5.28 Merkezi Envanter Yönetiminde Bıçak Firması İçin Maliyetler

Zaman		Güvenlik Stoku	Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	21	0,2	20,0	20,2	0,0	20,2	0,0	20,2
	2	0	0,2	20,0	20,2	0,0	20,2	0,0	20,2
	3	0	0,2	20,0	20,2	0,0	20,2	0,0	20,2
	4	0	0,2	20,0	20,2	0,0	20,2	0,0	20,2
	5	0	0,1	15,6	15,7	0,0	15,7	32,9	48,7
	6	0	0,1	11,2	11,3	0,0	11,3	0,0	11,3
2	1	15	0,0	3,1	3,1	5,0	8,1	37,8	45,9
	2	0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
	3	0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
	4	0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
	5	0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7
	6	0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7

Senaryo 5’te armağan firması sadece son kullanıcı taleplerini bıçak firmasına iletmekte ve tedarik zincirinde sadece bıçak firmasında stok tutulmaktadır. 5. Senaryo akış şeması Şekil 5.10’da gösterilmektedir. Son kullanıcıların talepleri bıçak firmasından karşılanmaktadır. Bıçak firmasında ise belirli bir süre ihtiyacı karşılayacak son mamul ve hammadde stoku bulundurulmaktadır. Son mamul stoku için temin süresi olarak ta aynı şekilde 2 gün üretim süresi ve 2 günde çeşitli belirsizlikler ve beklemler için ayrılmıştır. Buna göre direkt dağıtım için parametreleri son mamul ve hammadde olarak ikiye ayrılmıştır. Son mamul için parametreler;

Talep_t = Son Kullanıcı Talebi_t

$$\textbf{Tahmini Talep}_t = \frac{\sum_{i=1}^p \textbf{Talep}_{t-i}}{p}$$

$$\textbf{Standart Sapma } (\sigma_t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (\textbf{Talep}_{t-i} - \textbf{Tahmini Talep}_{t-i})^2}{p}}$$

Dönem Başı Stok_t = Dönem Sonu Stok_{t-1}

Dönem Sonu Stok_t = Dönem Başı Stok_t + Üretim Talebi_t – Gönderim_t

Gelen Ürün Miktarı_{jt} = Üretim_{t-L},

Üretim Talebi_t = Maksimum Stok Düzeyi_t – Stok Düzeyi_t

Maksimum Stok Düzeyi_t = Tahmini Talep_t * (Temin Süresi) + $\sigma_t * \sqrt{(\text{Temin Süresi})} * z$

Gönderim_t = Sipariş Yığılması_t, Eğer(Sipariş Yığılması_t < (Dönem Başı Stok_{jt} + Gelen Ürün Miktarı_t) (Dönem Başı Stok_t + Gelen Ürün Miktarı_t), Eğer(Sipariş Yığılması_t < (Dönem Başı Stok_t + Gelen Ürün Miktarı_t)

Karşılanamayan Talep_t = Gelen Talep_t – Gönderim_t

Sipariş Yığılması_t = Sipariş Yığılması_{t-1} + Talep_t - Gönderim_{t-1}

Stok Düzeyi_t = Dönem Başı Stok_t + $\sum_{i=1}^L \textbf{Üretim talebi}_{t-i}$

Ortalama Stok_t = (Dönem Başı Hammadde Stoku_t + Dönem Sonu Stoku_t + Gelen Ürün Miktarı_t) / 2

Hammadde Stoku İçin Değişkenler

Talep_t = Son Kullanıcı Talebi_t

Tahmini Talep_t = Ürün Tahmini Talebi_t

Standart Sapma_t = Ürün Standart Sapması_t

Dönem Başı Hammadde Stoku_t = Dönem Sonu Hammadde Stoku_{t-1}

Dönem Sonu Hammadde Stoku_t = Dönem Sonu Hammadde Stoku_t + Verilen Sipariş Miktarı_{t-L} – Üretim_t

$$\text{Verilen Sipariş Miktarı}_t = \text{Maksimum Stok Düzeyi}_t - \text{Stok Düzeyi}_t$$

$$\text{Üretim}_t = \text{Sipariş Yığılması}_t, \text{ Eğer}(\text{Sipariş Yığılması}_t < (\text{Dönem Başı Stok}_t + \text{Gelen Ürün Miktarı}_t)) (\text{Dönem Başı Stok}_t + \text{Gelen Ürün Miktarı}_t), \text{ Eğer}(\text{Sipariş Yığılması}_t < (\text{Dönem Başı Stok}_t + \text{Gelen Ürün Miktarı}_t))$$

$$\text{Maksimum Stok Düzeyi}_t = \text{Tahmini Talep}_t * (\text{Sipariş Periyodu} + \text{Temin Süresi}) + \sigma_t * \sqrt{(S.Peryodu + \text{Temin Süresi})} * z$$

$$\text{Sipariş Yığılması}_t = \text{Sipariş Yığılması}_{t-1} + \text{Üretim Talebi}_t - \text{Üretim}_{t-1}$$

$$\text{Stok Düzeyi}_t = \text{Dönem Başı Stok}_t + \sum_{i=1}^L \text{Verilen Sipariş}_t$$

$$\text{Verilen Sipariş Miktarı}_j = \text{Maksimum Stok Düzeyi}_j - \text{Stok Düzeyi}_j$$

$$\text{Ortalama Stok}_t = (\text{Dönem Başı Hammadde Stoku}_t + \text{Dönem Sonu Stoku}_t + \text{Verilen Sipariş Miktarı}_{t-L}) / 2 \text{ 'dir.}$$

Maliyet yapısı da önceki senaryolara göre oldukça farklıdır. Şekil 5.7’de direkt dağıtım sırasında yapılan faaliyetler görülmektedir. Buna göre direkt dağıtım sırasında oluşacak maliyetler;

Hammedde stoku için maliyetler;

$$\text{Depolama Maliyeti}_{jt} = \text{Ortalama Stok}_t * \text{Birim Depolama Maliyeti}$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = \text{Ortalama Stok}_t * \text{İç Verim Oranı}$$

$$\text{Elde Bulundurma Maliyeti} = \text{Depolama Maliyeti}_t + \text{Yatırım Maliyeti}_t$$

$$\text{Envanter Maliyeti}_{jt} = \text{Depolama Maliyeti}_t + \text{Yatırım Maliyeti}_t$$

$$\text{Taşıma Maliyeti}_{jt} = \text{Gönderim}_t * \text{Taşıma Maliyeti}_t (2,28 \$/\text{adet})$$

$$\text{Toplam Maliyet}_{jt} = \text{Envanter Maliyeti}_t + \text{Taşıma Maliyeti}_t$$

Mamul stoku için maliyetler;

$$\text{Depolama Maliyeti}_t = \text{Ortalama Stok}_t * \text{Depolama Maliyeti}$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = \text{Ortalama Stok}_t * \text{İç Verim Oranı}$$

$$\text{Elde Bulundurma Maliyeti} = \text{Depolama Maliyeti}_t + \text{Yatırım Maliyeti}_t$$

Tablo 5.29 Direkt Dağıtımda Bıçak Firmasında Mamul Stok Durumu

Zaman		Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Stok	Dönem Sonu Stok	Gelen Ürün Miktarı	Üretim Talebi	Maksimum Stok Düzeyi	Gönderim	Karşılanamayan Talep	Sipariş yığılması (Bt)	Stok Düzeyi	Ortalama Stok
1	1	0	10	24	150	107	0	0	87	43	0	43	150	129
	2	23	21	21	107	84	0	0	98	23	0	23	107	96
	3	0	22	18	84	84	0	74	158	0	0	0	84	84
	4	5	8	20	84	79	0	0	111	5	0	5	158	81
	5	23	14	12	79	130	74	0	105	23	0	23	153	141
	6	14	10	12	130	115	0	0	88	14	0	14	130	122
2	1	25	13	12	115	90	0	0	100	25	0	25	115	103
	2	12	14	8	90	78	0	0	85	12	0	12	90	84
	3	14	13	8	78	65	0	4	82	14	0	14	78	71
	4	3	15	7	65	62	0	15	84	3	0	3	69	63
	5	0	12	10	62	66	4	6	87	0	0	0	81	66
	6	22	12	10	66	59	15	1	88	22	0	22	87	70

Tablo 5.30 Direkt Dağıtımda Bıçak Firmasında Hammadde Stok Durumu

Zaman	Talep	Tahmini Talep	σ	Dönem Başı Hammadde Stoku	Dönem Sonu Hammadde Stoku	Verilen Sipariş Miktarı	Maksimum Stok Düzeyi	Üretim	Üretim Talebi	Sipariş Yığılması	Stok Düzeyi	Ortalama Stok	
1	1	0	10	24	150	150	97	249	0	0	0	152	150
	2	23	21	21	150	150	0	335	0	0	0	247	150
	3	0	22	18	150	76	0	330	74	74	74	247	113
	4	5	8	20	76	76	0	204	0	0	0	174	76
	5	23	14	12	76	174	0	218	0	0	0	174	174
	6	14	10	12	174	174	0	177	0	0	0	174	174
2	1	25	13	12	174	174	33	207	0	0	0	174	174
	2	12	14	8	174	174	0	185	0	0	0	207	174
	3	14	13	8	174	169	0	178	4	4	4	207	171
	4	3	15	7	169	154	0	186	15	15	15	202	162
	5	0	12	10	154	181	0	182	6	6	6	187	184
	6	22	12	10	181	180	0	183	1	1	1	181	181

Tablo 5.31 Direkt Dağıtımda Mamul Stoku İçin Oluşan Maliyetler

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Depodan Sevkiyat Maliyeti	Envanter Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0,10	10,72	10,82	12,79	23,61	97,40	121,01
	2	0,07	7,97	8,05	7,01	15,06	53,41	68,47
	3	0,06	7,00	7,06	-	7,06	-	7,06
	4	0,06	6,78	6,84	1,56	8,41	11,89	20,29
	5	0,11	11,76	11,87	6,90	18,77	52,53	71,29
	6	0,09	10,21	10,30	4,29	14,59	32,64	47,23
2	1	0,08	8,55	8,63	7,64	16,27	58,20	74,47
	2	0,06	7,00	7,06	3,53	10,59	26,85	37,44
	3	0,06	5,94	6,00	4,06	10,06	30,92	40,98
	4	0,05	5,26	5,31	0,88	6,18	6,67	12,85
	5	0,05	5,48	5,53	0,10	5,63	0,80	6,43
	6	0,05	5,83	5,88	6,47	12,34	49,24	61,58

Tablo 5.32 Direkt Dağıtımda Hammadde Stokundan Kaynaklanan Maliyetler

Zaman		Depolama Maliyeti	Yatırım Maliyeti	Elde Bulundurma Maliyeti	Sipariş Verme Maliyeti	Envanter Maliyeti	Toplam Maliyet
1	1	0,08	10,00	10,08	0,00	10,08	10,08
	2	0,08	10,00	10,08	0,00	10,08	10,08
	3	0,06	7,54	7,60	0,00	7,60	7,60
	4	0,04	5,08	5,12	0,00	5,12	5,12
	5	0,10	11,57	11,67	0,00	11,67	11,67
	6	0,10	11,57	11,67	5,00	16,67	16,67
2	1	0,10	11,57	11,67	0,00	11,67	11,67
	2	0,10	11,57	11,67	0,00	11,67	11,67
	3	0,10	11,43	11,53	0,00	11,53	11,53
	4	0,09	10,78	10,87	0,00	10,87	10,87
	5	0,10	12,28	12,39	0,00	12,39	12,39
	6	0,10	12,05	12,15	5,00	17,15	17,15

Sipariş Verme Maliyeti_{jt} = Sipariş Verme Maliyeti (5 \$/sipariş) ; Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt}>0)

0 ; Eğer (Verilen Sipariş Miktarı_{jt}=0)

Envanter Maliyeti_{jt} = Depolama Maliyeti_t + Yatırım Maliyeti_t + Sipariş Maliyeti_t

Taşıma Maliyeti_{jt} = Gönderim_t * Taşıma Maliyeti_t (0,5 \$/adet)

Toplam Maliyet_{jt} = Envanter Maliyeti_t + Taşıma Maliyeti_t'dir.

Tablo 5.29 ve 5.30'de eş zamanlı talep bilgili doldurmalı envanter yönetimi durumunda armağan ve bıçak firmalarında iki haftalık stok durumlarını

göstermektedir. Tablo 5.31 ve 5.32’de ise bu haftalar için gerçekleşen maliyetler görülmektedir.

5.4 Senaryo Sonuçları

Yukarıda yapmış olduğumuz senaryoları karşılaştırma yapacağımız ana kriterimiz, tedarik zinciri içerisindeki “kamçı etkisi” olarak adlandırılan değişkenliktir. Tablo 5.33’de tedarik zinciri içerisinde yer alan firmaların vermiş oldukları siparişlerin standart sapmaları ile son kullanıcıların taleplerinin standart sapmaları görülmektedir. Son kullanıcıların standart sapması 24,4 iken tedarik zincirin ilerleyen aşamalarında bu değişkenliğin arttığını, örneğin senaryo 1’de bıçak fabrikasının vermiş olduğu siparişlerin standart sapmasının 101,2 olduğu bulunmuştur. Tablo 5.34’te de her bir aşamadaki firmanın vermiş olduğu siparişlerin varyansının, son kullanıcıların vermiş olduğu siparişlere oranı görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi 1.senaryoda yani, merkezi olmayan envanter yönetiminde bu oranın başka bir deyişle değişkenliğin en büyük değerleri aldığını görmekteyiz. Son kullanıcı talep bilgilerinin bıçak fabrikası tarafından da eş zamanlı olarak gözlemlenen diğer senaryolarda bu oran çok daha düşük olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla eş zamanlı talep bilgisi, yani tedarik zinciri içerisindeki bütün firmaların son kullanıcı taleplerini bildiği durumda kamçı etkisi azalmaktadır.

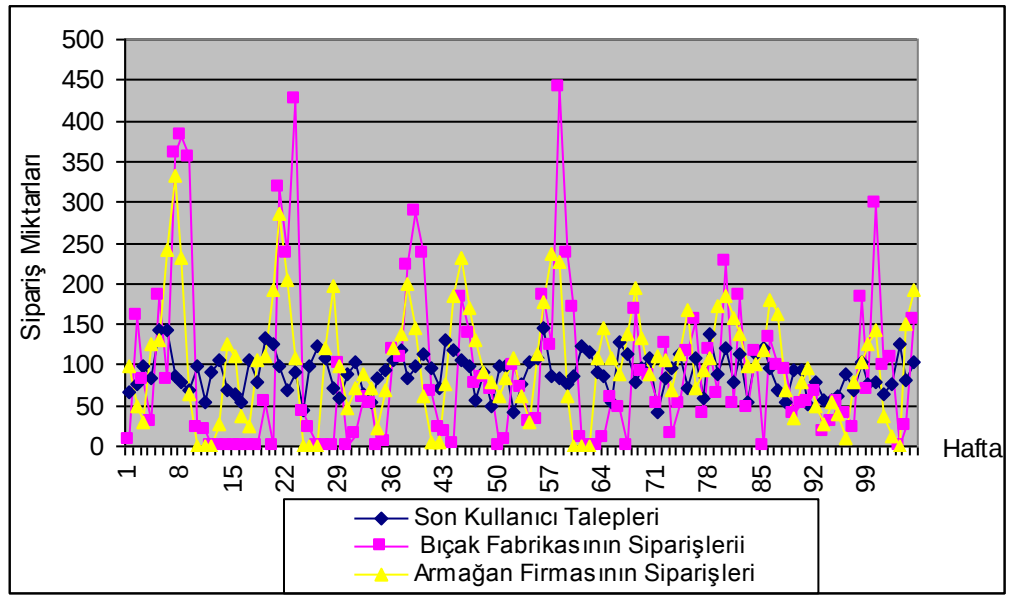
Tablo 5.33 Armağan ve Bıçak Firmalarının Siparişlerinin Standart Sapması

SENARYOLAR	Firmaların Vermiş Oldukları Siparişlerdeki Standart Sapmalar		
	Armağan Firması	Bıçak Fabrikası	Son Kullanıcı
Senaryo 1	69,9	101,2	24,451
Senaryo 2	53,71	78,73	
Senaryo 3	61,88	73,73	
Senaryo 4	58,59	44,4	
Senaryo 5	-	53,42	

Tablo 5.34 Son Kullanıcı Taleplerinin Varyansının Firmaların Vermiş Olduğu Siparişlerin Varyansına Oranı

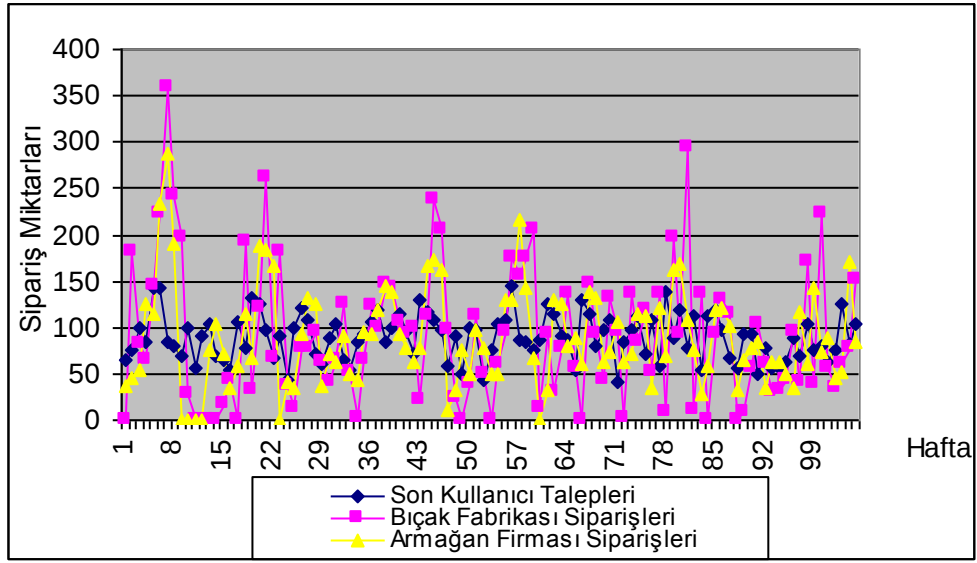
SENARYOLAR	Son Kullanıcı Talebi Varyansının Firmanın Vermiş Olduğu Siparişlerin Varyansına Oranı	
	Armağan Firması	Bıçak Fabrikası
Senaryo 1	8,19	17,15
Senaryo 2	4,83	10,37
Senaryo 3	6,40	9,09
Senaryo 4	5,74	3,30
Senaryo 5	-	4,77

Senaryo 2 ve 3’e bakacak olursak tedarik zincirimizin son aşamasında olan bıçak fabrikası için aşamalı envanter yönetimi uygulanan Senaryo 3’de kamçı etkisinin azaldığını görmekteyiz. Aynı şekilde bıçak fabrikası tarafından hem talep bilgilerinin hem de talep tahminlerinin bilindiği senaryo 4’te en düşük değişkenlikle karşılaşmaktayız. Direkt dağıtım da tedarik zincirinde bir aşamanın by-pass olmasından dolayı kamçı etkisini azaldığını ve bıçak firmasının değişkenliğinin senaryo 1’deki armağan firmasının değişkenliği ile aynı sonucu verdiğini görmekteyiz.



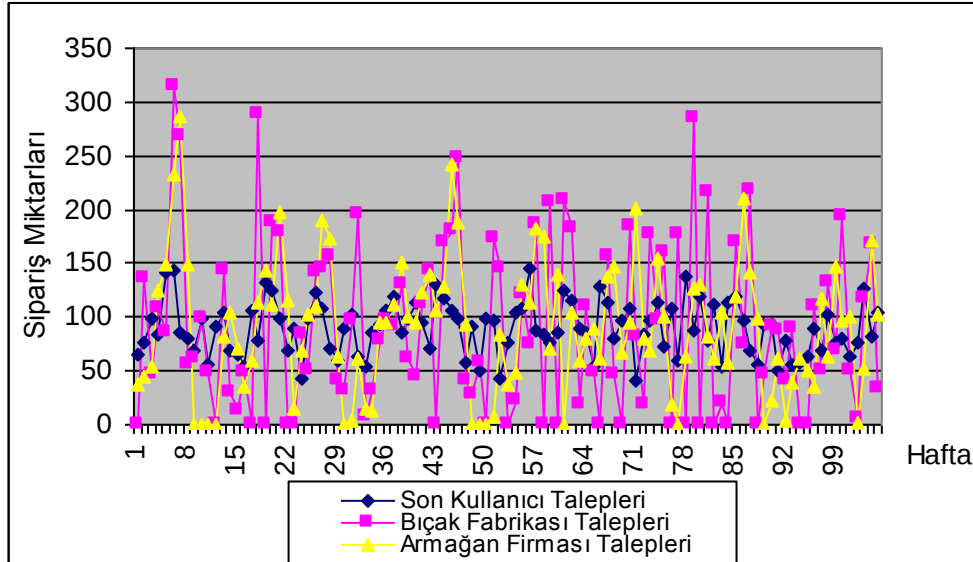
Şekil 5.11 1. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları

Şekil 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 ve 5.15’de sırasıyla senaryo 1, 2, 3, 4 ve 5’te tedarik zinciri içerisindeki her bir firmanın verdikleri sipariş miktarları görülmektedir. Şekil 5.11’de merkezi olmayan tedarik zincirinde firmaların vermiş oldukları sipariş miktarından da gördüğümüz gibi, son kullanıcı talepleri çok büyük dalgalanmalar göstermemesine rağmen bıçak firmasının taleplerinde büyük dalgalanmalar söz konusudur. Buna karşılık Şekil 5.12’de bu dalgalanmaların daha da azaldığını görmekteyiz.

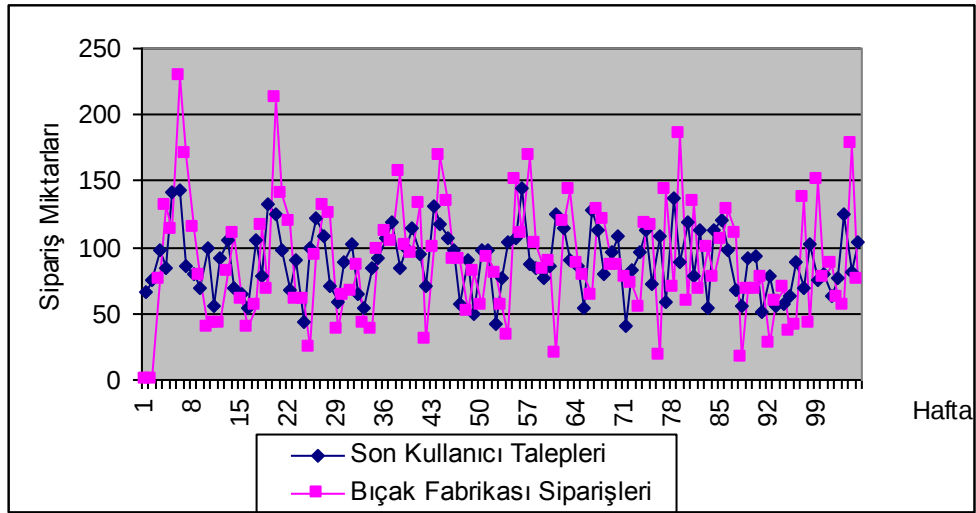


Şekil 5.12 2. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları

Şekil 5.13 ve Şekil 5.14’te ise eş zamanlı talep bilgisi, doldurmalı ve aşamalı envanter yönetimleri arasındaki farkları görmekteyiz. Şekil 5.13’deki doldurmalı envanter yönetiminde stok politikasında bıçak firmasının vermiş oldukları siparişler, Şekil 5.14’deki aşamalı envanter yönetimine göre verdiği siparişlerden daha büyük dalgalanma göstermektedir.

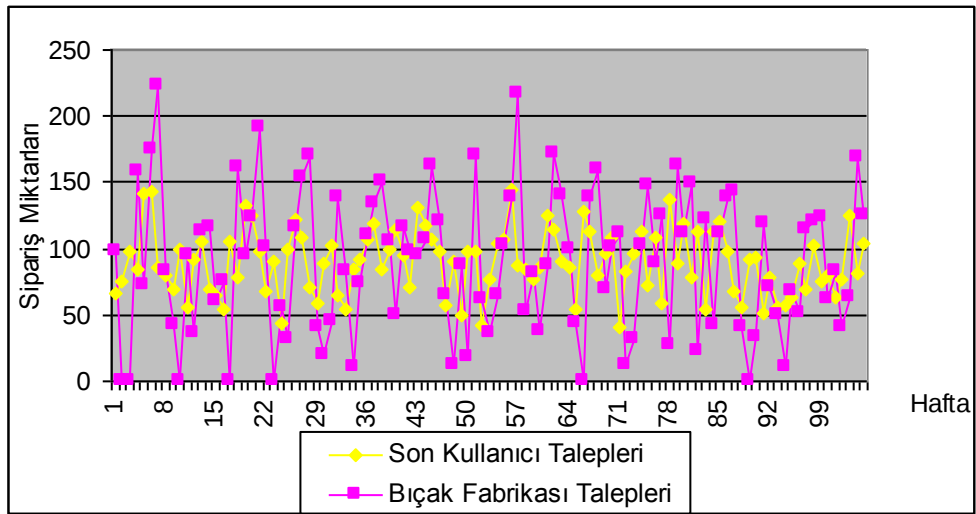


Şekil 5.13 3. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları



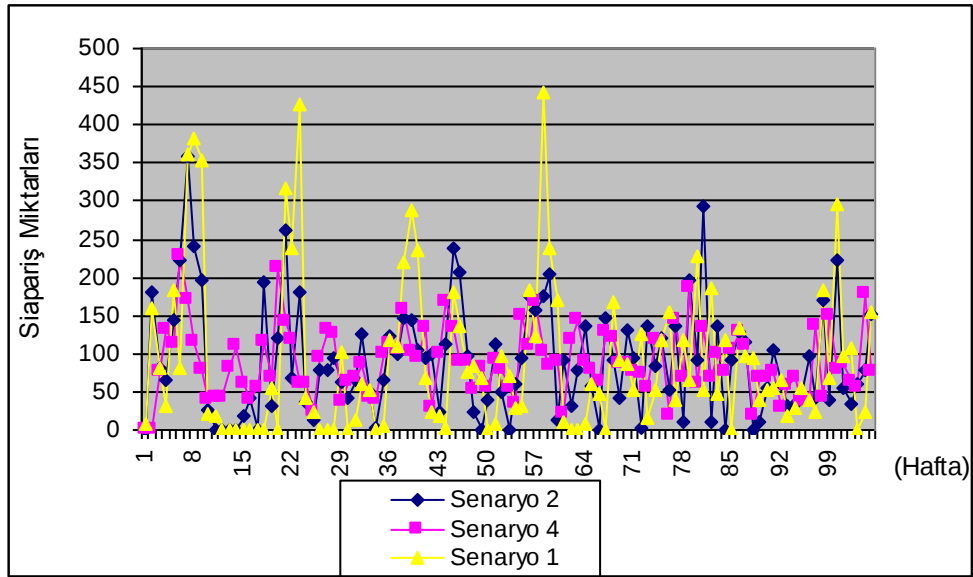
Şekil 5.14. 4. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları

Şekil 5.15’de de direkt dağıtım politikasına göre tek aşamalı tedarik zincirinde değişkenliği görmekteyiz. Direkt dağıtımla da değişkenliğin (kamçı etkisinin) azaldığını görmekteyiz.



Şekil 5.15 5. Senaryo İçin Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarları

Şekil 5.16’deki grafikte de merkezi olmayan (Senaryo 1), eş zamanlı talep bilgili doldurulmalı envanter yönetimi (Senaryo 2) ve merkezi envanter yönetimi (Senaryo 4)’te görülmektedir. Buna en az değişkenli Senaryo 4’ün daha sonra da Senaryo 2’nin verdiğini görmekteyiz. Senaryo 1 ise değişkenliğin en fazla olduğu politikadır.



Şekil 5.16 Firmaların Vermiş Oldukları Sipariş Miktarlarına Göre Senaryoların Karşılaştırılması

Tablo 5.35 Son Kullanıcı Taleplerinin Armağan Firması Tarafından Stoktan Karşılanamayanların Sayısı

Senaryolar	Son Kullanıcı Talebinin Armağan Firması Tarafından Karşılanamayan Kısmı (Adet)
Senaryo 1	308
Senaryo 2	279
Senaryo 3	238
Senaryo 4	211
Senaryo 5	5

Tablo 5.35'te de taleplerin stoktan karşılanamayanların sayısı verilmiştir. Değişkenliğin en fazla olduğu Senaryo 1'de bu sayının en büyük olduğunu görmekteyiz. Değişkenliğin daha az olduğu Senaryo 3 ve 4'te daha iyi sonuçlar aldığı görülmektedir. Direkt dağıtımda taleplerin karşılanamama sayısı ise sadece beştir.

Tablo 5.36 Senaryoların Ortalama Stok Miktarları Bakımından Karşılaştırılması

SENARYOLAR	Ortalama Stok (Adet)	
	Armağan Firması	Bıçak Fabrikası
Senaryo 1	191	221
Senaryo 2	121	136
Senaryo 3	139	72
Senaryo 4	84	60
Senaryo 5	59	102

Tablo 5.36’te de senaryoların ortalama stok miktarlar yönünden karşılaştırmasını görmekteyiz. Aynı şekilde en yüksek stok değişkenliğinin en fazla olduğu Senaryo 1’de tutulmaktadır. Değişkenliğin azaldığı diğer senaryolarda da tedarik zincirinde tutulan ortalama stokunda azaldığı görülmektedir.

Tablo 5.37 ve Tablo 5.38’de senaryoların maliyet yönünden karşılaştırılmaları görülmektedir. Tablo 5.37’de senaryoların sadece elde bulundurma maliyeti yönünden karşılaştırması yapılmıştır. Burada da merkezi talep bilgisinin, aşamalı envanter düzeyinin elde bulundurma ve toplam sistem maliyetlerini düşürdüğü görülmektedir. Her iki maliyet yönünden ise en iyi sonucu tedarik zincirinde son kullanıcıların ihtiyaçlarının direkt olarak üreticiden sağlandığı 5. Senaryo vermiştir.

Tablo 5.37 Senaryoların Stokun Elde Bulundurma Maliyetleri Yönünden Karşılaştırılması

SENARYOLAR	Elde Bulundurma Maliyetleri (\$)		
	Armağan Firması	Bıçak Fabrikası	Toplam
Senaryo 1	11.455	9.288	20.743
Senaryo 2	7.933	5.744	13.677
Senaryo 3	8.901	3.058	11.959
Senaryo 4	5.995	2.663	8.658
Senaryo 5	3.074	4.293	7.367

Tablo 5.38 Senaryoların Toplam Sistem Maliyetleri Yönünden Karşılaştırılması

SENARYOLAR	Toplam Maliyetler (\$)		
	Armağan Firması	Bıçak Fabrikası	Sistem Maliyeti
Senaryo 1	52.037	14.404	66.441
Senaryo 2	44.698	10.899	55.597
Senaryo 3	46.618	8.171	54.790
Senaryo 4	46.618	7.877	54.496
Senaryo 5	-----	31.199	31.199

6 SONUÇLAR

Yapmış olduğumuz çalışmamızda tedarik zinciri üzerinde performansı artıracak ve değişkenliği azaltacak stratejiler üzerinde durulmuştur. Genel olarak stratejileri operasyonel düzeyde, kanal düzenleme ve bilgi paylaşımı olmak üzere üç grupta toplayabiliriz.

Operasyonel düzeyde simüle edilen çalışmalarından en önemlisi bıçak fabrikasına uygulanmış olan hücrelerin oluşturulmasıdır. Oluşturulan iyileşmeler sonucunda operasyonel anlamda büyük bir gelişme kaydedilmiş ve temin süresi 1,6 güne düşürülmüştür. Ayrıca üretim alanında 160 m²'lik bir iyileşme de gerçekleştirilmiştir.

Operasyonel anlamda gerçekleştirilen bir başka çalışma da armağan firmasında yapılan faaliyete dayalı maliyetlendirme çalışmasıdır. Bununla birlikte bıçak firması endirekt maliyetlerini ve faaliyetlere bu maliyetlerden ne kadar ayırdığını gözlemlemiştir. Bu maliyetler aynı zamanda daha sonra yapılan senaryo çalışmalarında da kullanılmıştır.

Kanal düzenleme ve bilgi paylaşımı yönüyle de beş adet senaryo oluşturularak, her bir olgunun tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Burada göz önüne alınan olgular ise tedarik zincir üzerinde bilgi paylaşımı ve envanter yönetimi olmuştur.

Tedarik zinciri yönetiminde bilgi paylaşımının önemi çok büyüktür. Tedarik zincirinde bir aşamadan diğer bir aşamaya geçildiğinde meydana gelen bilgi sapması ve kaybolması tedarik zincirinin performansını büyük ölçüde etkilemektedir. 5. bölümde geliştirilen simülasyon modellerinden de görüldüğü talep bilgisinin merkezi olduğu yapıda, tedarik zinciri daha iyi bir performans gerçekleştirmektedir. Tedarik zincirinde her bir aşamanın bölgesel talep bilgilerini kullanmaları durumunda, tedarik zinciri içerisinde oluşan değişkenliğinin önüne geçmek için direkt dağıtım önerisi yapılmış ve incelenmiştir. Son kullanıcı ihtiyaçlarının perakendecinin by-pass edilerek üreticiden karşılandığı direkt dağıtımla senaryo 5'te yapılan incelemede, değişkenliğin büyük oranda azaldığı gösterilmiştir.

Tedarik zinciri yönetiminde merkezi talep bilgisi kadar önemli olan bir başka olgu da envanter yönetimidir. 5. bölümde uygulanan senaryolarda da aşamalı envanter yönetimi ve doldurmalı envanter yönetiminin etkileri gösterilmeye çalışılmıştır. Tedarik zincirindeki her bir aşamanın stok politikasını ve sipariş edeceği miktarı belirlerken kullandığı aşamalı stok politikası, sadece kendi stoklarını göz önüne aldığı doldurmalı stok politikasına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Gerek envanter modelleri gerekse bilgi paylaşımı yönünden envanter modelleri aşağıdaki kriterlere göre incelenmiştir;

1. Ortalama Stok
2. Elde Bulundurma Maliyeti
3. Toplam Sistem Maliyeti
4. Siparilerin Karılanma Oranı

Merkezi bilgi paylaşımı ve aşamalı envanter yönetimi sayesinde ortalama stokun düşürüldüğü ve dolayısıyla da bu stoklar için gerekli olan yatırım maliyetlerinin azaldığı yapılan çalışma sonucunda gözlemlenmiştir. Ayrıca toplam sistem maliyetlerinde iyileşme gözlemlenmiş ve son kullanıcıların siparilerinin karşılanma yüzdesi artmıştır.

KAYNAKLAR

- Baganha, M.P ve Cohen A.M**, 1998. The Stabilizing Effect of Inventory in Supply Chains, *Operations Research*, **3**, 72-83
- Bensau, M.**, 1999. Portfolios of Buyer Supplier Relationships, *Sloan Management Science*, 35-44
- Bourland, K.E, Powell, S.G ve Pyke, D.F**, 1996, Exploiting Timely Demand Information to Reduce Inventories, *European Journal of Operational Research*, **92**, 239-253
- Cachon, P.G** 1999. Managing Supply Chain Demand Variability with Scheduled Ordering Policies, *Management Science*, **45**, 843-856.
- Carlson, C. ve Fuller, R.** 2001. Reducing the bullwhip effect by means of intelligent, soft computing methods, Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences, 1-10
- Chen, F.**, 1999. Decentralized Supply Chains Subject to Information Delays, *Management Science*, **45**, 1076-1090
- Chen, F., Ryan, J.K. ve Simchi-Levi, D.** 2000. The Impact of Exponential Smoothing Forecasts on The Bullwhip Effect, *Naval Research Logistics*, **47**, 269-286
- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J.K. ve Simchi-Levi, D.** 2000, Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information
- Chopra, S. ve Meindl, P.** 2001. Supply Chain Management Strategy, Planning and Operation, Prentice Hall, New Jersey.
- Copacino, W.C**, 1997. Supply Chain Management The Basics and Beyond, The Educational Society for Resource Management, Virginia.

- Corbett, C.J, Blackburn, J.D ve Wassenhove L.N.V** ,1999. Case Study Partnerships to Improve Supply Chains, *Sloan Management Review*, 71-82.
- Dogan, İ., Durmusoğlu, M., B. ve Kulak, O.,** 2002, “Responsive Manufacturing” Sempozyumunda sunulacak ve basılacak.
- Ellinger, E.A, Daugherty, P.J ve Plair, Q.J** 1999. Customer Satisfaction and Loyalty In Supply Chain: The Role of Communication, *Transportation Research*, **35**, 121-134
- Fisher, M.** 1997. What is The Right Supply Chain for Your Product, *Harward Business Review*, March-April, 105-114.
- Fransoo, J. C,** 2000. Measuring the bullwhip effect in the supply chain, *MCB Supply Chain Management*, **5**, 1-10
- Fredebdall, L. D,** 2001. Basics of Supply Chain Management, The Resource Society For Resource Management, Virginia.
- Handfield, B.R. ve Nichols, E. L.,** 1999. Introduction to Supply Chain Management, Prentice Hall, New Jersey.
- Kim, B.** 2000. Coordinating an Innovation In Supply Chain Management, *European Journal of Operational Research* , **123**, 568-584
- Lee, H.L , Padmanabhan V. ve Whang, S.** 1997. Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhipp Effect, *Management Science*, **43**, 546-558.
- Lee, H.L , Padmanabhan V. ve Whang, S.** 1997. The Bullwhip Effect In Supply Chains, *Sloan Management Review*, 95-102.
- Lee, H.L ve Billington, C.,** 1993. Material Management In Decentralized Supply Chains, *Operations Research*, **41**, 835-847
- Levy, D.L** 1997. Lean Production in an International Supply Chain, *Sloan Management Review*, Winter, 94-102
- Lim, D. ve Palvia, P.C,** 2001 EDI in Strategic Supply Chain: Impact On Customer Service, *International Journal of Information Management*, **21**, 193-211

- Mabert, A.V ve Venkataramanan, M.A**, 1998. Special Research Focus on Supply Chain Linkages: Challenges for Design and Management in the 21st Century, *Decisions Sciences*, 29, 537-552.
- Metters, R** 1997 Quantifying the bullwhip effect in supply chains, *Journal of Operations Management*, **15**, 89-100
- Ross, D. F**, 1998. Competing Through Supply Chain Management Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- Silver, E.A. , Pyke D.F ve Peterson, R.S.**, 1998. Inventory Management and Production Planning and Scheduling, John Willey & Sons, New York.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. ve Simchi-Levi E.**, 2000. Designing and Management the Supply Chain, Irwin McGraw-Hill, Boston.
- Viswanathan, S. ve Piplani, R.** 2001. Coordinating Supply Chain Inventories Through Common Replenishment Epochs, *European Journal of Operational Research* ,**129**, 277-286
- Xu, K., Dong Y. ve Evers, P.T**, 2001. Towards better coordination of the supply chain, *Transportation Research*, **37**, 35-54.
- Yao, A.C. ve Carlson, J.G**, 1999. The Impact of Real Time Data Communication on Inventory Management, *Int. J. Production Economics*, 213-219

EKLER

Ek A

Tablo A.1. A ve B Tipi Bıçaklar İçin İşlemler ve Süreleri

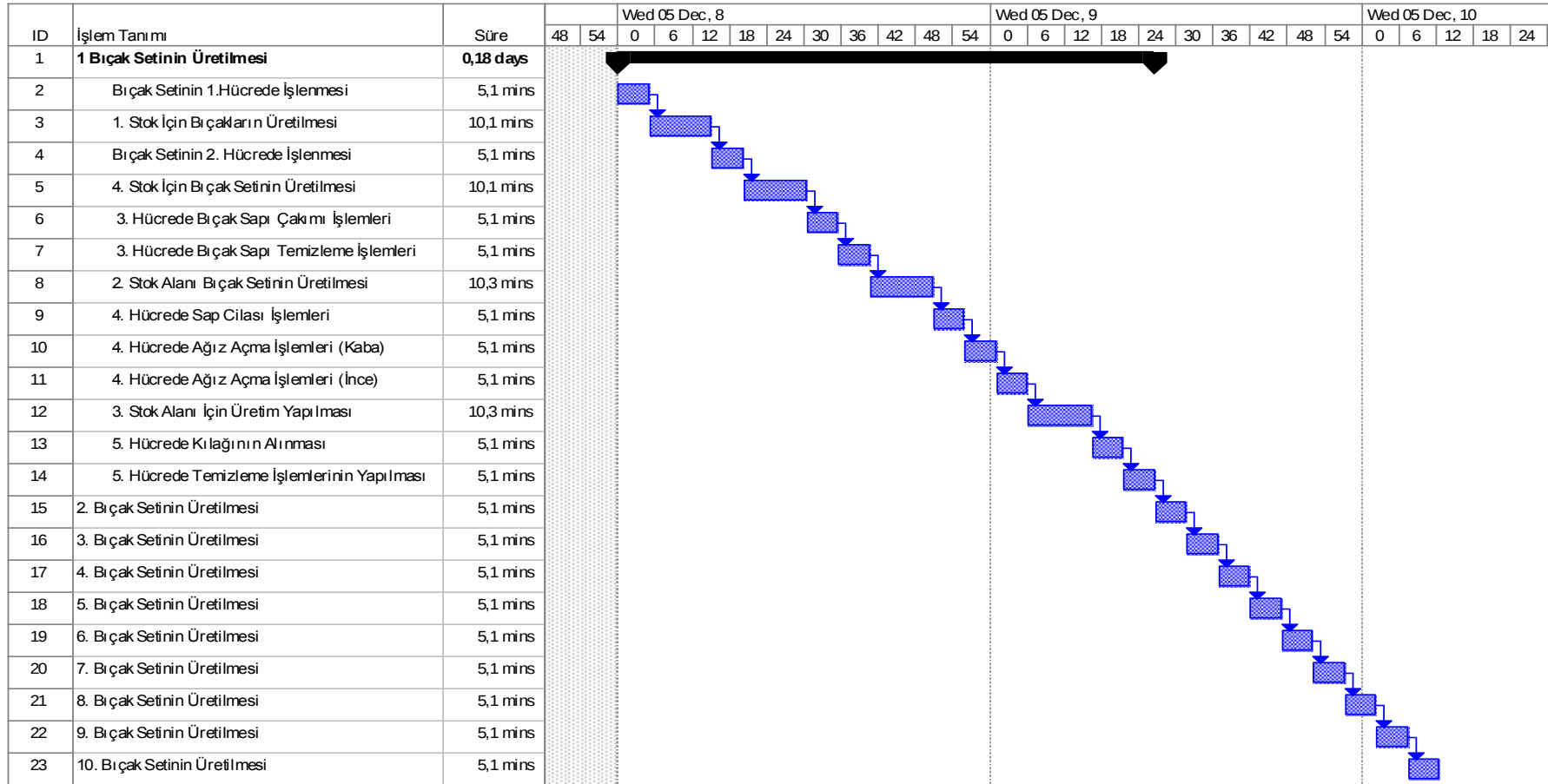
Parça Tipi = A ve B				
İşlem	Manuel Süre	Makine Süresi	Miktar (adet)	Kullanılan Tezgah
Taşılama İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sol + Sağ Yan Taşılama)(B)	15	20	1	Taşılama Makinesi
Taşılama İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sol Yan Taşılama) (A)	10	25	1	Sol Yan Taşılama
Taşılama İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sağ Yan Taşılama) (A)	10	25	1	Sağ Yan Taşılama
Polisaj için kalıba yerleştirme	45		7	
Mat Polisaj	50	90	7	Mat Polisaj
Parlak Polisaj	50	90	7	Parlak Polisaj
Son Kontrol	50		7	
Enjeksiyon ile Pres Sapının Basılması	15	15	3	Enjeksiyon
Perçinleme İşlemi	36		1	
Sırt ve Şerit Zımpara	16	15	1	Taş Motoru
Yan Kaba	11	11	1	Sulu/Kuru Dik Şerit Zımpara
Yan İnce	11	11	1	Sulu/Kuru Dik Şerit Zımpara
Sap Zımpara	15	15	1	Taş Motoru
Sap Cilasası	20	20	1	Sap Cila Makinesi
Ağız Açma (Kaba)	40	40	1	Taş Motoru
Ağız Açma (İnce)	40	40	1	Taş Motoru
Kılağın Alınması	40	40	1	Sisal Motoru
Silme ve Temizleme	20		1	
Ambalajlama	20		1	

Tablo A.2. C Tipi Bıçaklar İçin İşlemler ve Süreleri

Parça Tipi = C				
İşlem	Manuel Süre	Makine Süresi	Miktar (adet)	
Taşılama İle Bıçağın Genel Şeklinin Verilmesi (Sol + Sağ Yan Taşılama)	15	20	1	Taşılama Makinesi
Polisaj için kalıba yerleştirme	45		7	
Mat Polisaj	50	90	7	Mat Polisaj
Parlak Polisaj	50	90	7	Parlak Polisaj
Son Kontrol	50		7	
Sap delik delme	10	10	1	Matkap
Sap havşa açma	14	14	1	Matkap
Perçinleme	85		1	Sap Çakma Tezgahı
Sırt ve Şerit Zımpara	16	16	1	Şerit Zımpara
Sap Zımpara	15	15	1	Taş Motoru
Sap Cilasının Yapılması	20	20	1	Sap Cila Makinesi
Laserde Ağız Açma İşlemi	38	38	1	Lazer Makinesi
Ağız Açma İşlemi (ince)	38	38	1	Taş Motoru
Lazer Bileme	12	12	1	Sisal Motoru
Silme ve Temizleme	35	35	1	
Ambalajlama	20	20	1	

Ek B

Tablo B.1 Bıçak Seti İçin Temin Süresi



Ek C

Tablo C.1. Depo Hareketleri

Depo Hareketleri	
Ürün Paketi (gönderi/ay)	18587
Sevkiyat Partisi (sevkiyat/ay)	200
İrsaliye Sayısı (İrsaliye/ay)	758
Hareketli Ürün Kalemi Sayısı (ürünkalemi/ay)	1000

Tablo C.2. ABC Göre Oluşturulan Kaynaklar ve Kaynak Maliyet Anahtarları

Kaynaklar (Masraf Sınıfları)	Maliyet (\$/ay)	Kaynak Maliyet Anahtarları
Ofisler Yönetimi	29.661	Süre (saat)
Ofisler Personeli	56.016	Süre (saat)
Depo Yönetimi	1.707	Süre (saat)
Depo Personeli	6.826	Süre (saat)
Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Ofisler)	10.000	Alan (m ²)
Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Depo)	12.000	Hacim (m ³)
Leasing (Ofisler)	12.578	Alan (m ²)
Leasing (Depo)	2.600	Hacim (m ³)
Telefon (Ofisler)	4.500	Konuşma Süresi (Kontör)
Telefon (Depo)	1.000	Konuşma Süresi (%)
Amortisman	10.000	Alan (m ²)
Mali ve İdari İşler	16.878	Süre (saat)
Üst Yönetim	47.693	Süre (saat)
Sınıflandırılmayan Masraflar (Posta, Su vb.)	10.000	Personel Sayısı
Toplam	221.460	

Tablo C.3. Personel Sayı Bilgileri

Personel Sayı Bilgileri	
Ofisler Yönetimi	21
Ofisler Personeli	71
Depo Yönetimi	2
Depo Personeli	12
Mali ve İdari İşler	27
Üst Yönetim	11
Toplam	144

Tablo C.4. Kaynakların Toplam Değerleri

Kaynaklar (Masraf Sınıfları)	Kaynak Maliyet Anahtarları	Toplam Değer	Birim Maliyet
Ofisler Yönetimi	Süre (saat)	3.696	8,0 \$/saat
Ofisler Personeli	Süre (saat)	12.496	4,5 \$/saat
Depo Yönetimi	Süre (saat)	352	4,9 \$/saat
Depo Personeli	Süre (saat)	2.112	3,2 \$/saat
Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Ofisler)	Alan (m ²)	1.750	5,7 m2/saat
Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Depo)	Hacim (m ³)	14.300	0,8 m3/saat
Leasing (Ofisler)	Alan (m ²)	1.750	7,2 m2/saat
Leasing (Depo)	Hacim (m ³)	12.650	0,2 m3/saat
Telefon (Ofisler)	Konuşma Süresi (Kontör)	469.971	0,0096 \$/kontör
Telefon (Depo)	Konuşma Süresi (%)	100	
Amortisman	Alan (m ²)	1.750	5,7 m2/saat
Mali ve İdari İşler	Süre (saat)	4.752	3,6 \$/saat
Üst Yönetim	Süre (saat)	1.936	24,6 \$/saat
Sınıflandırılmayan Masraflar (Posta, Su vb.)	Personel Sayısı	144	69,4 \$/personel

Tablo C.5. Sınıflandırılmayan Masrafların Maliyeti Personel Sayı Bilgileri

Sınıflandırılmayan Masraflar (Posta, Su vb.)			
Faaliyetler	Ortalama Personel Sayısı	Kullanım Yüzdesi	Maliyet
Ürün Giriş Kontrolü	5	0,035	0,459 \$/irsaliye
Depolama	10	0,069	0,917 \$/irsaliye
Depodan Sevkiyat	4	0,028	0,015 \$/gönderi

Tablo C.6. Ofis Faaliyetleri İçin Genel Bilgiler

Ofis Faaliyetleri Ortalama Eleman Sayıları ve Alan Bilgileri		
Faaliyet Havuzu	Ortalama Eleman Sayısı	Alanı (m ²)
Matbu ve Dijital Talep Etme (Onay Öncesi)	12	190
Matbu ve Dijital Talep Etme (Onay Sonrası)	12	21
Satın Alma	4	53
Diğer Faaliyetler	92	1.486
Toplam	120	1.750

Tablo C.7. Depo Faaliyetleri İçin Genel Bilgileri

Depo Faaliyetleri Ortalama Eleman Sayıları ve Hacim Bilgileri		
Faaliyet Havuzu	Ortalama Eleman Sayısı	Hacmi (m ³)
Ürün Giriş Kontrolü	5	225
Depolama	10	10.185
Depodan Sevkiyat	4	750
İade ve Emanet	1	375

Tablo C.8. Ürün Giriş Kontrolü İçin Maliyet Değerleri

Ürün Giriş Kontrolü	Depo Yönetimi (saat/irsaliye)	Depo Personeli (saat/irsaliye)	Ofisler Yönetimi (saat/irsaliye)
Ürün Giriş Kontrolü Toplamı	0,287	0,756	0,165
Maliyet (\$/İrsaliye)	1,392	2,444	1,324
Ürün Giriş Kontrolü Personel Maliyeti	5,16 \$/irsaliye		

Tablo C.9. Depolama Faaliyeti İçin Maliyetler

Depolama	Depo Yönetimi (saat/irsaliye)	Depo Personeli (saat/irsaliye)
Depolama Toplamı (saat)	0,39	0,390
Maliyet (\$/İrsaliye)	1,385204316	9,6075225
Depolama Personel Maliyeti	4,29 \$/irsaliye	

Tablo C.10. Depodan Sevkiyat Faaliyeti İçin Maliyet Bilgileri

Depodan Sevkiyat	Depo Yönetimi (saat/sevkiyat partisi)	Depo Personeli (saat/gönderi)	Depo Personeli (saat/ürün kalemi)	Depo Personeli (saat/sevkiyat partisi)	Ofisler Yönetimi (saat/sevkiyat partisi)
Depodan Sevkiyat Toplamı	0,014	0,016	0,066	0,001	0,011
Maliyet (\$/gönderi)	0,068	0,053	0,213	0,003	0,086
Depodan Sevkiyat Personel Maliyeti	0,424 \$/gönderi				

Tablo C.11. Üst Yönetim İçin Maliyet Bilgileri

Üst Yönetim			
Faaliyet	Saat	Maliyet (\$/ay)	Maliyet
Ürün Giriş Kontrolü	25	615	1,06 \$/irsaliye
Depolama	0	0	0
Depodan Sevkiyat	158	3886,8	0,21 \$/gönderi

Tablo C.12. Mali ve İdari İşler İçin Maliyet Bilgileri

Mali ve İdari İşler			
Faaliyet	Saat	Maliyet (\$/ay)	Maliyet
Ürün Giriş Kontrolü	92	331,2	0,57 \$/irsaliye
Depolama	0	0	0
Depodan Sevkiyat	92	331,2	0,018 \$/gönderi

Tablo C.13. Depo Telefon Bilgileri

Depo Telefon Bilgileri (%)			
Faaliyet	%	\$/ay	Maliyet
Ürün Giriş Kontrolü Kullanımı	65	650	0,86 \$/irsaliye
Depodan Sevkiyat Kullanımı	15	150	0,008 \$/gönderi

Tablo C.14. Depodan Sevkiyat Faaliyeti İçin Maliyet Bilgileri

Depo Faaliyetleri Leasing ve Kira-Bina Yönetim Giderleri		
Faaliyet Havuzu	Kira ve Bina Yönetim Giderleri (Depo)	Leasing (Depo)
Kullanılan Toplam Hacim	11.160	11.160
Ürün Hacmi (m ³)	0,018	0,018
Maliyet (\$/adet)	168,5706	0,0159

Tablo C.15. Sipariş Verme Maliyetleri

SİPARİŞ MALİYETLERİ						
Kısım	Faaliyet	Personel (insan - dakika)			Kırtasiye (\$/sipariş)	Telefon ve Diğer (\$/sipariş)
		Satın Alma (dak.)	Depo (dak.)	Telefon (dak.)		
Satın Alma	Siparişin Hazırlanması (2 kişi, ikincisi Logo'ya giriş yapmakta)	10			0,15	
	Tedarikçiye Bildirilmesi (Bir tedarikçiye birden fazla ürün gönderilebilir)	2		2	0,1	0,05
	Sipariş Takibi (Telefon görüşmeleri)	8		7		0,2
Depo	Ürün Gelişi / Sipariş Kontrolü (Ürün kamyonunda)		3			
	Teslim Alış, Ürün Kontrolü	5	20	5	0,15	0,1
Satın Alma	Fatura Kontrolü	5	1	1		0,05
	TOPLAM	30	24	15	0,4	0,4

Tablo C.16. Sipariş ve Ürün Depolama Maliyetleri

Sipariş ve Ürün Depolama Maliyeti	
Giydirilmiş Ortalama İşgören Maliyeti (\$/insan-ay)	500
Aylık Çalışma Saati	225
Giydirilmiş Ortalama İşgören Maliyeti (\$/insan-dak.)	0,037
Sipariş Maliyeti (\$/sipariş)	3,35
Armağan Firması İç Verim Oranı (%/ay)	5
Depo Kirası (\$/ay)	10000
Depo Etketif Hacmi (m ³)	12000
Ürün Depo Kira Maliyeti (\$/m ³ -ay)	0,83
Ürünün Sigorta, Isınma ve İşçilik Maliyetleri (\$/m ³ -ay)	0,2
Ürünün Depolama Maliyeti (\$/m³-ay)	1,03

Tablo C.17. Taşıma Maliyetleri

Bıçak Setinin Taşıma Maliyeti			
Taşımanın Yapılacağı Yer	Yüzde	Birim Maliyet (\$/gönderi)	Maliyet (\$/gönderi)
İstanbul – Avrupa	25	1,76	0,44
İstanbul – Anadolu	20	2,21	0,44
Ankara - İzmir/Bursa	35	2,44	0,85
Samsun - Adana/Antalya	10	2,43	0,24
Diyarbakır - Malatya/Trabzon	10	3,05	0,31
Toplam			2,28

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Kayseri’de doğdu. 1994 yılında İstanbul Haydarpaşa Anadolu Teknik Lisesi Elektronik Bölümü, 1998 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1999 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesinde yabancı dil eğitimini tamamladı. 2000’de İ.T.Ü Endüstri Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı zamanda bu bölümde 2000’den beri araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.