

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**TEDARİK ZİNCİRİNDE MÜŞTERİ HİZMET
DÜZEYİ – STOK OPTİMİZASYONU**

Yüksek Lisans Tezi

CEM AYDIN

İSTANBUL, 2009

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

**TEDARİK ZİNCİRİNDE MÜŞTERİ HİZMET
DÜZEYİ – STOK OPTİMİZASYONU**

Yüksek Lisans Tezi

Cem AYDIN

Tez Danışmanı: PROF. DR. MEHMET TANYAŞ

İSTANBUL, 2009

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

Tezin Başlığı: Tedarik Zincirinde Müşteri Hizmet Düzeyi – Stok Optimizasyonu

Öğrencinin Adı Soyadı: Cem Aydın

Tez Savunma Tarihi: 01 / 07 / 2009

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Bülent ÖZGÜLER
Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ

Yrd.Doç.Dr. Ahmet BEŞKESE

Dr. Demet Özgür ÜNLÜAKIN

TEŐEKKÜR

Bir endüstri mühendisi olarak lojistik alanında yapılabilecek pek çok geliştirme olduğunu 2004 yılında aldığım ilk lojistik dersinde düşünmüştüm. O tarihten bu yana bir çok seminer, eğitim ve konferansa katıldım. Ancak alanında uzmanlaşmak için iyi bir yüksek lisans eğitimi gerektiğini anlamam çok uzun sürmedi.

Lojistik bir ömür boyu uğraştığım, kafa yorduğum, geliştirmekten zevk aldığım alan olacak. Bu yolculuktaki en önemli kilometre taşlarından biri olan yüksek lisans eğitimimi alırken bana destek olan Sn. Sait Tosyalı, Sn. Mete Sunay, Sn. Aşkım Budur ve Sn. Haydar Lafcı'ya; çalışmalar sırasında gerek fikren gerekse benimle birlikte çalışarak bana yardımcı olan kardeşim Cezmi Erođlu ve bana hep destek olan ve inanan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

TEDARİK ZİNCİRİNDE MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYİ – STOK OPTİMİZASYONU

Aydın Cem

Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

Temmuz 2009, 41

Günümüzde müşteri memnuniyeti sağlamanın en önemli koşullarından biri müşteri taleplerine zamanında ve istenen miktarda yanıt verebilmektir. Firmaların bu talepleri karşılamadaki oranları müşteri hizmet düzeylerini gösterir. Düşük müşteri hizmet düzeyi müşterinin memnun olmamasına neden olur; müşteri siparişlerini sık sık zamanında veya istediği miktarda alamazsa doğal olarak tedarikçisini değiştirmeyi düşünecektir.

Diğer yandan tüm talepleri zamanında ve yeterli miktarda karşılayacak kadar yüksek müşteri hizmet düzeyine sahip olmak için stokların o derece yüksek olması gerekir. Böylece büyük stoklar sayesinde siparişlere her zaman yanıt verilebilir. Ancak stok tutmanın bir maliyeti olduğuna göre, müşteri memnuniyetini yükseltmek için stok maliyetlerinin artması gerektiği kesindir.

O halde müşteri hizmet düzeyinin müşteriyi memnun edecek kadar iyi olması ve ancak stok maliyetlerini çok yükseltmemesi gerekir. Bu iki önemli çözümlerin dengelenmesi, hem müşteri

memnuniyeti sağlayarak hem de maliyetleri kontrol ederek firmanın yaşamına devam etmesini sağlayacaktır.

Stok ile müşteri hizmet düzeyinin dengelenmesinde yöntem olarak yöneylem araştırması kullanılmıştır. Doğrusal olmayan bir model kurularak stok maliyeti, kaçırılan siparişler ve ceza maliyetlerinden oluşan toplam maliyet, minimum hizmet düzeyi ve maksimum stok değerleri kısıtları altında minimize edilmiştir.

Ürünlerin optimum müşteri hizmet düzeyleri belirlenirken Tamamlayıcı Mallar kavramı çerçevesinde bir yaklaşım oluşturulmuştur. İki veya daha fazla farklı ürünü bir arada almak isteyen bir müşteri, ürünlerden birini alıp diğerlerinin stoklarda olmadığını öğrendiğinde memnun olmayacaktır. O halde bir sipariş içinde birlikte satın alınmak istenen ürünlerin müşteri hizmet düzeyleri eşit olmalıdır. Sonuç olarak bu ürünler gruplanarak grup hizmet düzeyi tanımlanmıştır. Kurulan modelin uygulaması, müşteri profilini çoğunlukla sanayicilerin oluşturduğu bir üretim firmasında yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tamamlayıcı mallar, Stok yönetimi, Grup müşteri hizmet düzeyi

ABSTRACT

CUSTOMER SERVICE LEVEL VS. STOCK OPTIMIZATION IN SUPPLY CHAIN

Aydın Cem

Supply Chain and Logistics Management

Supervisor: Prof.Dr. Mehmet Tanyaş

July 2009, 41

In today's business world, one of the most important condition for maintaining customer satisfaction is responding customer demands in full and on time. Success of companies in fulfilling customer demands show their customer service levels. Low customer service level results in unhappy customers; in case customers do not get their orders in full and on time, they would start thinking about changing the supplier as a consequence.

On the other hand, if the company wishes responding all customer demands in full and on time and therefor having a high customer service level, they have to keep corresponding high level of stocks. This big amount of stocks provide them with responding all orders on time. But, since stock keeping leads to stocking costs, high level of customer service level requires big inventory costs.

Under these circumstances, customer service level must be as high as satisfying customers, but not increasing inventory costs too high. Balancing these two very important indicators, would result in high performance of company by maintaining customer satisfaction and controlling costs.

Operations research is the method used when optimizing the stocks and customer service level. A nonlinear model is established with objective function minimizing total cost under minimum service level and maximum stocks constraints. Total cost is comprised of three components: inventory holding costs, missed order costs and penalty costs.

While determining optimum customer service levels of products, a new approach related with “complementary goods” concept is given. A customer, who likes to get two distinct products together, would be unhappy when he is replied that one the product is on shelf but other one is not available. Thus, products demanded together in a purchase order must have same level of customer service level. Consequently, these complementary products are grouped and customer service levels are defined for groups. The mathematical model is implemented in a production company of which customers are mainly industrial firms.

Keywords: Complementary goods, Stocks management, Group customer service level

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	x
EKLER.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR	4
2.1. TEDARİK ZİNCİRİ.....	4
2.1.1. Tedarik Zincirinin Gelişimi.....	7
2.1.2. Tedarik Zinciri Bileşenleri	8
2.2. LOJİSTİK.....	9
2.2.1. Temel Lojistik Faaliyetler	10
2.2.2. Lojistiğin Çeşitleri.....	12
2.3. TEDARİK ZİNCİRİNDE MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYİ.....	14
2.3.1. Müşteri Hizmet Düzeyi Nedir?	14
2.3.2. Tedarik Zincirinde Müşteri Hizmet Düzeyinin Önemi	15
2.3.3. Hesaplama Yöntemleri	15
2.4. STOK YÖNETİMİ.....	16
2.4.1. Stok Çeşitleri	16
2.4.2. Stok Yönetiminin Nedenleri ve Amaçları	17
2.4.3. Stok Maliyetleri.....	18
2.4.3.1. Stok Tutma Maliyeti.....	18
2.4.3.2. Hazırlık Maliyeti	18
2.4.3.3. Stok Tutmama / Ceza Maliyeti.....	19
2.5. SİPARİŞ VERME SİSTEMLERİ.....	19
2.6. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	22

3.	MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYİ – STOK OPTİMİZASYONU	25
3.1.	HİZMET DÜZEYİ İLE STOĞUN DENGELENMESİNİN ÖNEMİ	25
3.2.	MODEL.....	26
3.3.	UYGULAMA.....	28
3.3.1.	Genel	28
3.3.2.	Matematik Model	29
3.3.3.	Çözüm	32
4.	SONUÇLAR	36
5.	TARTIŞMA	38
	KAYNAKÇA	39

TABLÖLAR

Tablo 3.1 : Ürün-grup matrisi	33
Tablo 3.2 : Grupların minimum hizmet düzeyleri	33
Tablo 3.3 : Ürünlerin stokları	35
Tablo 4.1 : Grup müşteri hizmet düzeyleri	36
Tablo 4.2 : Ürün müşteri hizmet düzeyleri	36

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 : Hizmet düzeyine göre ciro, stok maliyeti ve kar	2
Şekil 2.1 : Tedarik zincirinde temel süreçler	5
Şekil 2.2 : Dışsal tedarik zincirinde örümcek yapısı	6
Şekil 2.3 : Tedarik zinciri şemsiye yapısı	6
Şekil 2.4 : Yük miktarının taşıma türlerine göre maliyeti	12
Şekil 2.5 : Ürün yaşam çevrimi	13
Şekil 2.6 : Talep dağılım fonksiyonu	14
Şekil 2.7 : Taşıma miktarının birim maliyete etkisi	18
Şekil 2.8 : ESM maliyet kalemleri	20
Şekil 2.9 : ESM yaklaşımında stok hareketleri	21
Şekil 2.10 : Farklı birim fiyatlara göre toplam maliyet	22
Şekil 3.1 : Stokların hizmet düzeyine göre değişimi	25
Şekil 3.2 : Tamamlayıcı ürün grupları	27
Şekil 3.3 : Problemin çözümünde Excel Solver uygulaması	34

KISALTMALAR

Anahtar Performans Göstergesi (Key Performance Indicator)	:	KPI
Ekonomik Sipariş Miktarı	:	ESM
Emniyet Stoğu	:	ES
İlk giren ilk çıkar (First In First Out)	:	FIFO
Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)	:	ERP
Müşteri Hizmet Düzeyi	:	MHD
Sipariş Gerçekleştirme Oranı	:	SGO
Son giren ilk çıkar (Last In First Out)	:	LIFO
Stok Tutma Birimi (Stok Keeping Unit)	:	SKU
Tam Zamanında Üretim (Just In Time)	:	JIT
Tedarik Zinciri Yönetimi	:	TZY
Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals)	:	CSCMP
Türk Dil Kurumu	:	TDK

EKLER

EK 1-Tablo 1 Ürün parametre değerleri	42
EK 2-Tablo 1 Ürünlerin gruplara göre aldığı MHD değerleri ve en büyüğü	44
EK 3-Tablo 1 Sonuçlar	45
EK 4-Tablo 1 Excel Solver Raporları	47
EK 5-Özgeçmiş	50

1. GİRİŞ

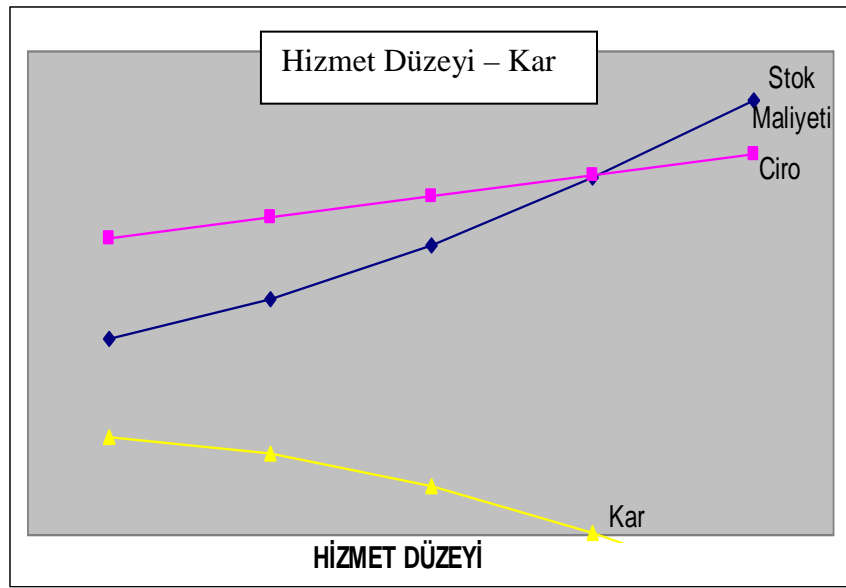
On dokuzuncu yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimi, erken yirminci yüzyılda Henry Ford tarafından geliştirilen seri üretim sistemlerinin öncülüğünde "fordizm" ve bu asrın ikinci bölümünde gelişimi hızlanan bilgi teknolojileri sayesinde günümüz iş dünyasında şirketler, global, hızla değişen ve rekabetçi bir pazarda kendilerine yer edinmeye çalışmaktadır. Müşteri, şirketler için evrenin merkezi haline gelmiş; önce müşteri memnuniyeti sağlamak, sonrasında da sadık müşteri yaratmak tüm firma içi faaliyetlerde en öncelikli hedefler arasına girmiştir.

Firmalar, müşteri memnuniyetini, onların temel gereksinimleri ve asgari müştereklerin ötesindeki beğenilerini karşılamak üzere ürün ve hizmet sağlamak anlayışı içinde değerlendirmektedir. Bu bağlamda satış öncesi ürün veya hizmet tasarımından başlayan ve satış sonrası hizmetlere kadar devam eden süreçte mükemmelleşmeye çalışılmaktadır. Bu süreçte, müşterinin pazarda ürünü almak istediği anda, kendisine en yakın bir yerde ve istediği miktarda bulabilmesi, müşteri memnuniyeti için kilit rol oynamaktadır. Çünkü ürün ya da hizmet, satın alınmak istenen anda mevcut ya da yeterli değilse, ürün ya da hizmet müşterinin isteklerine en iyi biçimde cevap verse de ya da satış sonrası hizmetler mükemmel olsa da ürün ya satılamamış ya da müşteri, tüm ihtiyacını karşılayamadığı için memnuniyetsizlik yaşamıştır. Dolayısıyla sunulan ürün veya hizmetin gerektiği anda yeterli miktarda bulunması müşteri memnuniyetini doğrudan ve en yüksek derecede etkileyecektir.

Günümüzün global iş ortamı, şirketlerin rekabet edebilmesi için maliyetlerini sürekli kontrol ederek minimize etmelerini şart koşmaktadır. Ürün ve hizmetlerin maliyetlerinde hammadde, işçilik ve lojistik faaliyetler büyük paya sahiptirler. Satınalma ile hammadde maliyetleri düşürülürken üretim planlama ile işgücü ve diğer kaynaklardan optimum şekilde faydalanılmasına çalışılmaktadır. Lojistik faaliyetler ise nakliye, depolama, elleçleme gibi birçok süreci kapsamaktadır. Her bir sürecin diğerleri ile ilişkili olması ise toplam lojistik maliyetlerinin kontrol edilmesini güçleştirir. Buna karşılık iş dünyası bu alandaki iyileşme fırsatlarının farkına varmış ve lojistiği 21. yüzyılın en çok gelişecek üç alanından biri olarak göstermiştir.

Endüstride müşteri memnuniyeti sağlanabilmesi için müşterinin istediği ürün, talep ettiği anda satış noktalarında yeterli miktarda olmak zorundadır. Bunu sağlamak içinse ana depolar ve

aktarma merkezleri dahil olmak üzere, tüm satış ağındaki ürün gamındaki bütün ürünlerin stoklanması gerekmektedir. Ancak stoklanan her bir ürünün stok maliyeti olduğu dikkate alındığında, satış ağındaki tüm noktalarda stoklanan ürünlerin çok büyük miktarda maliyet oluşturacağı kesindir (bkz. Şekil 1.1) Bu ise şirketin rekabet gücünü doğrudan etkileyen maliyetlerin azaltılması hedefiyle çelişmektedir. Bu çalışmanın amacı, “**stok maliyetlerini kontrol ederek müşteri memnuniyeti sağlayacak yeterli ve gerekli müşteri hizmet düzeyi ne olmalıdır?**” sorusuna yanıt bulmaktır.



Şekil 1.1 : Hizmet düzeyine göre ciro, stok maliyeti ve kar

Konu ve anlatım bütünlüğü sağlanması amacıyla konuyla ilgili terimler, genel tanımlar ve literatür araştırması ikinci bölümde verilecektir.

Sorunun ele alınmasında öncelikle “tamamlayıcı mallar” kavramı çerçevesinde, birbirini tamamlayan ürünlerin oluşturduğu “ürün grupları” kavramı sunulmuştur. Bu ürün gruplarında bulunan ve birbirini tamamlayan malların müşteri hizmet düzeylerinin eşit olması gerekmektedir.

Problemin çözümünde yöneylem araştırması yöntemi kullanılmıştır. Gruplar için minimum ve maksimum müşteri hizmet düzeyleri, ürünler için maksimum stok seviyeleri ve ürün grubu içindeki müşteri hizmet düzeylerinin eşitliği kısıtlar olarak sunulmuştur. Bu kısıtlar altında

stok maliyetleri, kaçırılan kazanç (kar kaybı) maliyeti ve siparişi karşılamama ceza maliyeti toplamının minimize edilmesi hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR

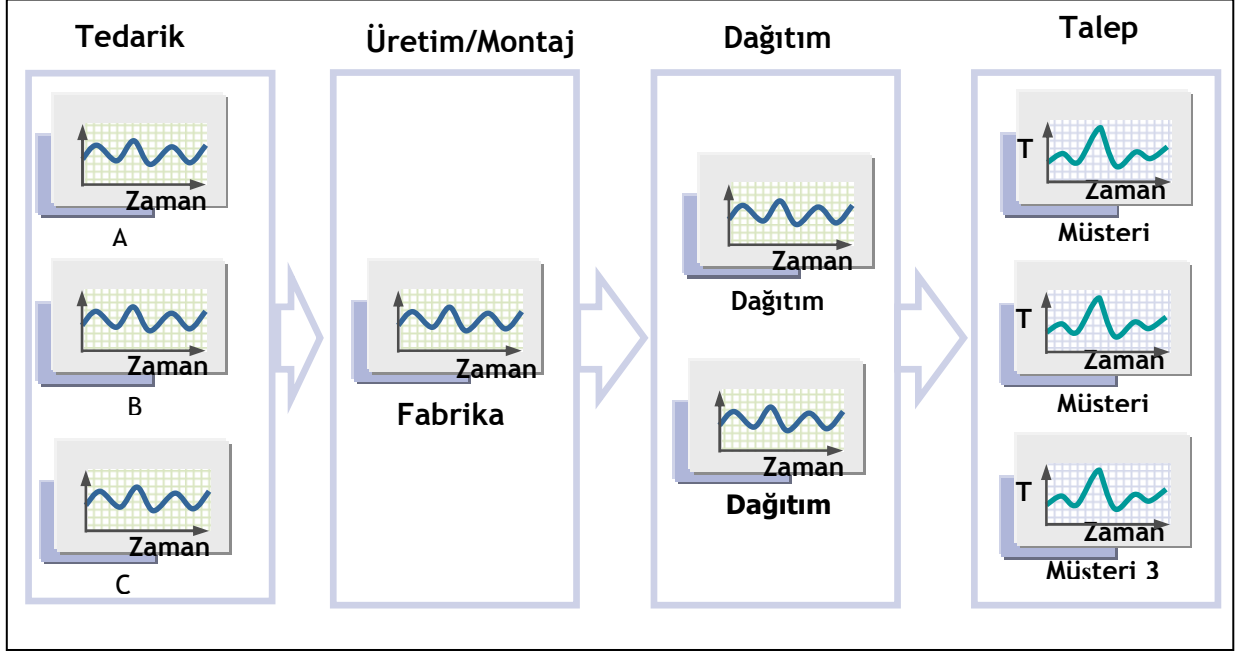
2.1. TEDARİK ZİNCİRİ

İş dünyasında 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren sıkça kullanılmaya başlanan “tedarik zinciri” teriminin birçok kaynakta sayısız tanımı bulunmaktadır. Lee ve Billington 1993 yılında “tedarik zinciri, malzemelerin tedarik edilmesi, tedarik edilen malzemelerin yarı mamul veya nihai ürünlere dönüştürülmesi ve nihai ürünlerin müşterilere dağıtım fonksiyonunu yerine getiren tedarikçiler, fabrikalar, depolar, dağıtım merkezleri ve perakendeciler ağıdır” tanımını getirmiştir. 1999 yılında Standford Tedarik Zinciri Forumu’nda ise “Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve müşterilerden oluşan ağın içindeki malzeme, bilgi ve finans akışının yönetimi ile ilgilenir” şeklinde tanımlanmıştır (Nahmias 2004, s.307). Bu tanıma kadar akışın sadece ürün şeklinde olduğu yönünde birçok tanım yapılmasına karşın (Simchi, Levi 1999) bilgi ve kaynakların da bu akış içinde olması gerektiği anlaşılmıştır. M.Erdal (2008) ise tedarik zincirini kısaca “hammaddeden müşteriye kadar uzanan zincirin planlanması ve kontrol edilmesidir” cümlesiyle ifade etmiştir.

Konuda bilirkşi rolünü üstlenebilecek kurumlardan olan Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (CSCMP) ise güncel tanımı şu şekilde yapmaktadır: TZY, kaynak bulma ve satınalma, üretim ve lojistik yönetimi kapsamındaki tüm faaliyetlerinin yönetimi ve planlanmasını kapsar. Tedarikçi, aracı, üçüncü parti hizmet sağlayıcı ve müşteri gibi kanal iş ortaklarının koordinasyonu ve işbirliğini de sağlar. Temelde TZY, şirket içindeki ve şirketler arasındaki arz ve talep yönetimlerini entegre eder¹. Bu bağlamda şirket içi ya da şirketler arası ana faaliyetleri birbirine bağlar (bkz. Şekil 2.1). Üretim ve lojistik TZY’nin alt başlıkları olarak kabul edilirken satış, pazarlama, ürün geliştirme gibi alanlardaki faaliyetleri kontrol ve koordine eder.

¹ <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>

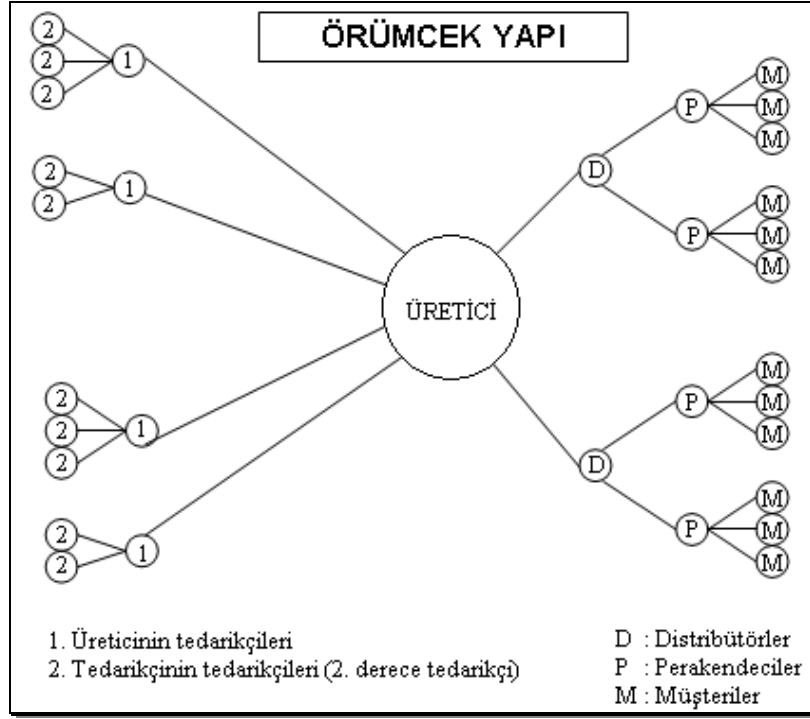
Uluslararası birçok kaynakta tedarik zinciri ifadesinin lojistik ile eş anlamlı olarak kullanıldığı görülmektedir. CSCMP ise bu konuyla ilgili olarak lojistiğin, tedarik zincirinin bir alt kümesi olarak değerlendirildiğini belirtmiştir.



Şekil 2.1 : Tedarik zincirinde temel süreçler

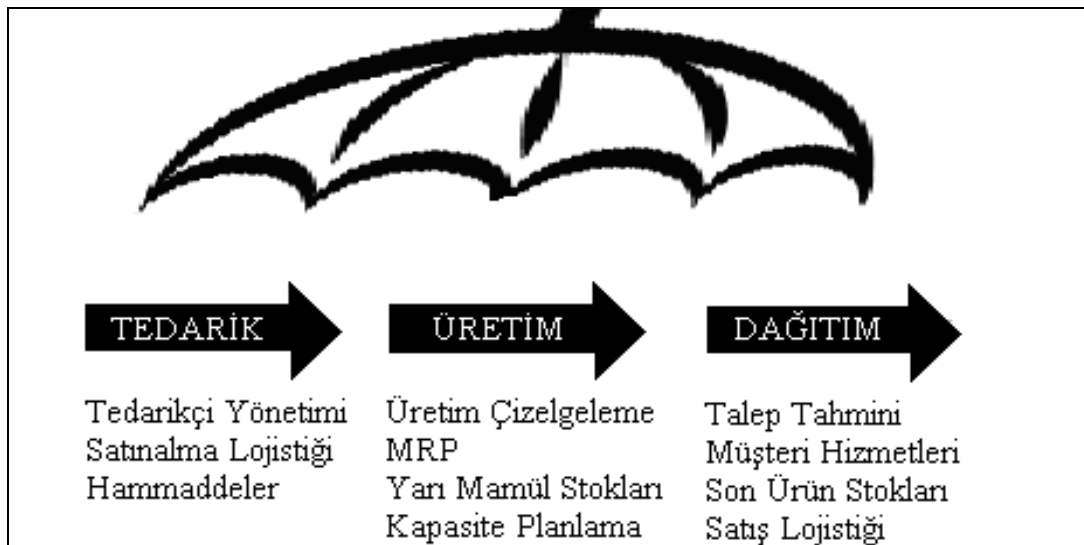
Yukarıdaki tanımlarda belirtildiği üzere tedarik zinciri, şirket içi ve şirketlerarası operasyonları planlar. Şirket içi operasyonlar *içsel tedarik zinciri*, şirketlerarası operasyonlar ise *dışsal tedarik zinciri* olarak adlandırılır.

Şekil 2.2’de görülebileceği üzere üretici firma sadece kendi tedarikçileri ile değil, tedarikçilerinin tedarikçileri ile koordine olarak tüm akışı planlamaktadır. Benzer şekilde sadece kendi müşterileri değil, varsa müşterilerinin müşterilerinden gelen talepleri toplamak, üretim ve tedarik planlarını bu taleplere göre yapmak durumundadır.



Şekil 2.2 : Dışsal tedarik zincirinde örümcek yapısı

İçsel tedarik zincirinde ise bölümler arası koordinasyon sağlanmaktadır. Geçmiş verilere ve pazardan gelen bilgilere göre talep tahminlerinin yapılması, buna göre üretim ve malzeme ihtiyaç planlaması, hammadde tedariki, gerekiyorsa işgücü veya makine kapasite arttırımı, üretim, depolama, nakliye ve geri toplama gibi birçok süreci firma bünyesinde planlar. Nahmias, içsel ve dışsal tedarik zincirini Şekil 2.3'deki şemsiyeye benzeterek özetlemiştir.



Şekil 2.3 : Tedarik zinciri şemsiye yapısı

2.1.1. Tedarik Zincirinin Gelişimi

Üretimin en basit halinden günümüzdeki karmaşık yapısına kadar gerçekleşen üretim biçimi değişimlerini Huberman dört ana aşamada tanımlamıştır²:

- Bireysel ihtiyaçları karşılamak için evde yapılan küçük miktarda üretim
- Ortaçağda usta-çırak ilişkisi içinde yapılan küçük ölçekli pazara satış amaçlı yapılan üretim
- Evde, üretilen parça başına ücret kazanılan üretim
- Sanayi devrimi ile fabrikalarda yapılan büyük ölçekli kar amaçlı üretim.

Özellikle sanayi devriminden sonra üretim sistemlerindeki gelişmeler hızlanmıştır. İkame edilebilir parçalar ile standardizasyonun sağlanması, üretimin hızlanmasını sağlamış; Taylor, işgücünün kontrolü için üretim sistemlerini bilimsel olarak incelemiş; Henry Ford, 1908 yılında Ford fabrikasında ilk montaj hatlarını kurmuştur (Tanyaş, Baskak 2006, s.20).

Taylor ve Ford'un etkilediği sanayi üretimi 1970'lere kadar yığın ve seri üretim olarak, işbölümü ve işte uzmanlaşmanın etkili olduğu bir biçimde yapılmıştır. Ancak bu akımlar, 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren değişen müşteri ihtiyaçlarına cevap veremediği için Post Fordist yaklaşım üretimi etkisi altına almıştır. Buna göre pazardaki hızlı değişime kısa sürede yanıt verebilmek için yalın üretim yapılanması oluşturulmuştur. Yalın felsefede esnek ürün ve üretim sistemleri, kısa sürede üretim, zamanında teslim ve kaliteli ürün ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda tüm israf ve firelerin azaltılması, gereksiz işlemlerin yapılmaması, müşteri nezdinde memnuniyetsizlik yaratacak hataların azaltılmasını hedefleyen kalite anlayışı önem kazanmıştır.

Tedarik zinciri kavramının ise 1980'lerde Proctor & Gamble (P&G) şirketinin bebek bezlerinin dağıtım kanallarındaki akışını izlemesiyle geliştiği bildirilir³. Bu yıllarda içsel tedarik zincirine odaklanılmış, bilgi teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak 1990'larda kurumsal kaynak planlama (ERP) programları kullanılmaya başlanmış ve hem iç müşteriler hem de iç tedarikçilerdeki süreçler planlanmaya başlanmıştır. 2000'lerde ise dış tedarikçi ve dış müşteri de planlama kapsamına alınarak genişletilmiş TZY uygulamaya geçmiş, bütün tedarik ve dağıtım ağı için entegre planlama yapılmaya başlanmıştır.

² L.Huberman, Feodal Toplumdan Yirminci Yüzyıla, İletişim Yayınları, 1991, s.41

³ S.Nahmias, Production and Operation Analysis, 5th editon, McGraw-Hill, 2004, s.307

Günümüzde rekabet sadece ürün tasarımı ya da fiyat bazında yapılamamaktadır. Müşteri, kendine en kısa sürede yanıt verebilen firmalardan, beklentilerini karşılayabilen ürünleri, iyi hizmetle en düşük fiyata satın almak istemektedir. Buna göre fiyatın dışında kalan ve en az fiyat kadar önemli olan diğer beklentilerin de karşılanması gerekir. Diğer bir deyişle etkin ve çevik bir tedarik zinciri kuramayan firmalar rekabette geride kalırlar. Sonuç olarak rekabet, şirketler ya da ürünler arasında değil, içinde bulunulan tedarik zincirleri arasında yapılmaktadır.

2.1.2. Tedarik Zinciri Bileşenleri

Şirket içi ve şirketlerarası birçok süreci koordine eden TZY'nin doğal olarak çok sayıda bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler şu şekilde verilebilir:

Ürün Tasarımı: Pazarın talebine cevap verebilmek için geliştirilen yeni hizmet veya ürünlerin üretim, stoklama, elleçleme ve nakliye yönleriyle ele alınarak tasarlanması gerekir.

Talep Planlama: Dönemlik üretim ve kapasite planlaması yapmadan önce o dönem gerçekleşmesi beklenen talep miktarı tahmin edilir. Talep tahminlerinde geçmiş dönemlerdeki satış verileri ile güncel beklentiler istatistik yöntemlerle birleştirilir; varsa mevsimsel dalgalanma faktörleri eklenerek gelecek dönemin olası satış rakamları belirlenir.

Üretim Planlama: Yapılan talep tahminlerine göre dönemlik üretim planları belirlenir. Değişen rakamlara göre kapasitenin yeterli olup olmadığı, yetersiz ise kapasitenin nasıl arttırılacağı belirlenir; kapasite, makine, stok alanı, işgücü ya da vardiya ekleme ile arttırılabilir. Diğer taraftan, kapasitede kullanımında düşüş yaşanması bekleniyorsa atıl kapasitenin elden çıkarılması ya da gelecek dönemler düşünülerek mevcut kapasitenin korunması yönünde kararlar alınabilir.

Stok Yönetimi: İmalatta kullanılan hammadde stokları, imalat sürecindeki yarı mamül stokları ve üretimi tamamlanmış nihai ürün stokları tedarik zinciri içinde planlanmak zorundadır. Stoktaki her bir ürün için finansal kaynak, zaman, enerji veya işgücü harcandığı düşünüldüğünde tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadarki tüm zincirdeki stoklarda büyük bir değer bulunmaktadır. TZY kapsamında, bu değerlerin kontrolü, stokların kritik seviyelerin üstünde sürdürülebilirliği, stok fireleri ve stoklama maliyetlerinin en aza indirilmesi konularında çalışılmaktadır.

Kaynak Bulma – Satınalma – İkmal: Firmanın ihtiyaç duyduğu kaynak ve hammaddelerin satın alınmasında fiyat, termin süreleri, garanti vb kriterler doğrultusunda öncelikle tedarikçi bulunmalıdır. İhtiyaç ortaya çıktığında uygun kaynaklardan satınalma yapılır. Tedarik zincirindeki senkronizasyonun sağlanması ve devam ettirilebilmesi içinse ikmalin doğru zamanda yapılması gerekir. Özellikle tam zamanında üretim (JIT) yöntemiyle çalışan işletmelerde senkronun sağlanamaması durumunda ürünler zamanında üretilmez. Bunun sonucu olarak hem müşteri memnuniyeti zedelenmiş olur hem de gecikme süresi boyunca kullanılmayan kapasite, işletme maliyetlerini arttırmaya devam eder. Tedarikçilerin geliştirilmesi ve denetlenmesi ile satınalma ve ikmal konularında büyük adımlar atılabilmektedir.

Depolama: Stokların depolanması, gerek fire oranlarının düşürülmesinde gerekse stok alanlarının verimli kullanılabilmesinde çok önemli rol oynar. Bununla birlikte ambalajlama, paketleme ve elleçleme de depolama faaliyetleri arasındadır.

Dağıtım: Üretimi tamamlanmış ürünlerin müşteriye ulaştırılması ve müşteri ile irtibata geçilen an, genellikle de zincirin son halkası olması nedeniyle dağıtımın tedarik zincirinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Zincir boyunca üretici, aracı, toptancı veya perakendeciler dağıtımdan sorumlu olabilir.

Tedarik zincirinde oluşan maliyetlerin önemli bir kısmı nakliyeden gelmektedir. Bu nedenle dağıtım verimliliği en önde gelen iyileşmeye açık alanlardan biri olarak görülmekte, dağıtımla ilgili anahtar performans göstergeleri (KPI) sürekli izlenmektedir. Nakliye verimliliğinin artması için birçok yazılım kullanıma sunulmuş, farklı yapılarda dağıtım ağları oluşturulmuş, kombine taşımacılık yöntemleri geliştirilmiştir.

2.2. LOJİSTİK

Lojistik, geleneksel olarak askeri terminolojide kullanılan “savaşta ya da askeri bir yürüyüşte yol, haberleşme, sağlık, ikmal gibi hizmetleri sağlayan strateji bölümü” (TDK Türkçe Sözlük, 1974) şeklinde tanımlanan bir terimdir. Daha önce de değinildiği üzere özellikle uluslararası kaynaklarda lojistik ve tedarik zinciri sık sık aynı anlamda kullanılmış ve çok benzer tanımlar yapılmıştır. CSCMP ise lojistik yönetimini şöyle tanımlar: müşterilerin gereksinimlerini

karşılama üzere, her türlü ürün, hizmet ve onlarla ilgili bilginin başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar etkin ve verimli bir şekilde ileri ve ters yönlü akışının gerçekleştirilmesi, depolanması, denetlenmesi ve planlanmasıdır⁴.

Yerli kaynaklarda ise “lojistik, bir malın, ürünün, hizmetin veya bilginin yapıldığı, yetiştiği veya üretildiği yerden kullanıldığı veya tüketildiği son noktaya kadar olan hareketine bağlı olarak gereken birçok fonksiyonu ifade eder. Söz konusu hareket doğru zamanda, doğru yere ve en ekonomik bir biçimde olmalıdır” (Ersoy 2009) ve “Lojistik, malzemeleri ihtiyaç duyulduğu yerde bulundurma işidir.” (Tanyaş 2007) gibi tanımlamalar yapılmıştır. Lojistik kavramının kapsamı, içeriği ve doğuşu dikkate alındığında en kapsamlı tanım Keskin (2006, s.33-34) tarafından yapılmıştır: “Lojistik, canlıların doğada varolması ile eşzamanlı olarak görülen, sadece üretim sektöründe değil insanoğlunun diğer tüm faaliyetlerinin desteklenmesinde kullanılan, ihtiyaçların belirlenmesi ile başlayan hizmet ve/veya ürünlerin ihtiyaçlarının giderilmesinden sonra elden çıkarılması veya gerekiyorsa geri gönderilmesi ile son bulan ve lojistiğin farklı ana faaliyetleri arasında bulunan en az üç operasyonun yönetilmesi şeklinde tanımlanabilir”.

Tanım olarak birbirine yakın olan tedarik zinciri ve lojistiğin temel farkı kapsamlarındadır. Önceki bölümde belirtildiği üzere TZY ilk tedarikçiden son kullanıcıya kadarki tüm ürün veya hizmet akışını planlar. Lojistik ise bu zincir içinde ürün, hizmet veya kaynakları doğru yere ulaştırmayı kapsar. Doğru ürünün, doğru yere, doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru yöntemle ulaştırılmasına lojistiğin beş doğrusu denir ve bu doğrular lojistik faaliyetlerin ana hedefidir.

2.2.1. Temel Lojistik Faaliyetler

Lojistik faaliyetler beş doğru hedefi doğrultusunda birçok işlemi kapsamaktadır. Lojistik şirketi, sayılan bu işlemlerden en az üç adedini yapan şirketlere denir.

Nakliye: Ürün, hammadde, kaynak veya diğer somut maddelerin taşınması işlemine nakliye denir. Tanyaş’a (2007) göre üretim ve tüketim noktaları farklı olduğu sürece taşımacılık her zaman var olacaktır. Lojistik, malların tedarik zinciri içindeki hareketini kapsadığına göre nakliye operasyonları, lojistiğin en temel operasyonudur denebilir.

⁴ <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>

Dış Ticaret: İthalat ve ihracat işlemlerinde, uluslararası nakliyenin yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu noktada gümrükleme, bekleme süresinde antrepo kullanımı, sigorta işlemleri vb. işlemler nakliye faaliyetinin devam edebilmesi için önemli operasyonlardır.

Stok Yönetimi: Müşteriye istediği anda gerektiği kadar ürünle yanıt verebilmek için tedarik zinciri boyunca yeterli stoklara sahip olunmalıdır. Ancak tutulan stok maliyetlerinin, önemli gider kalemlerinden biri olması nedeniyle stoklar aşırı miktarda olmamalıdır. Stok yönetimi, bu dengeyi sağlayarak düşük maliyetle müşteri talebine cevap verebilmeyi planlamaktadır.

Depolama: Zincirdeki hammadde depolarında, yarı mamül depolarında, dağıtıcılarda ve satış noktalarında depolama yapılmaktadır. Depo faaliyetleri arasında elleçleme, etiketleme, satış öncesi son işlemler gibi faaliyetler bulunur. Depolamanın ana amacı müşteri talebinden itibaren en kısa sürede yanıt verebilmek ise depolanan miktarların fire vermemesi, hızlı toplanması ve yüklenebilmesi önem arz etmektedir. Depolar ilk giren ilk çıkar (FIFO) veya son giren ilk çıkar (LIFO) prensiplerine göre dizayn edilebilir.

Sevkiyat Planlama: Lojistik faaliyetlerin en önemlilerinden olan nakliyenin planlanması da aynı derece önem kazanır. Lojistiğin beş doğrusunun aynı anda gerçekleştirilebilmesi şarttır. Çünkü, müşteriye geç ulaşan siparişin ya da doğru zamanda ancak yanlış lokasyona sevk edilen ürünün müşteri memnuniyetsizliği yaratacağı kesindir. Aynı şekilde, doğru yer ve zamanda ancak yanlış getirilen veya gereken miktarın altında gelen siparişin de amacına ulaştığı söylenemez. Dolayısıyla bütün doğruların aynı yapılması gerektiğini, herhangi birinin yanlış olması durumunda diğer doğruların bir anlam taşımadıklarını söylemek mümkündür. Bu doğruların bir arada yapılabilmesi için güçlü sevkiyat planlama süreçlerine ihtiyaç vardır.

Sevkiyat müşteri ile temasa geçilen, bu süreçte yapılan bir hatanın doğrudan müşteriye etkileyen bir faaliyettir. Bunun yanında lojistik faaliyetler içinde maliyeti en yüksek işlemlerden biri olduğu da kesindir. Bu nedenle sevkiyat planlamanın misyonu müşteri taleplerini istekler dahilinde eksiksiz yerine getirmek ve bunu en ekonomik şekilde gerçekleştirmek olmalıdır.

Filo Yönetimi: Nakliyenin yapıldığı araçların sayı ve büyüklüklerinin belirlenmesi, tasarımları ve bakımları filo yönetimi kapsamında sürdürülen faaliyetlerdir. Bununla birlikte

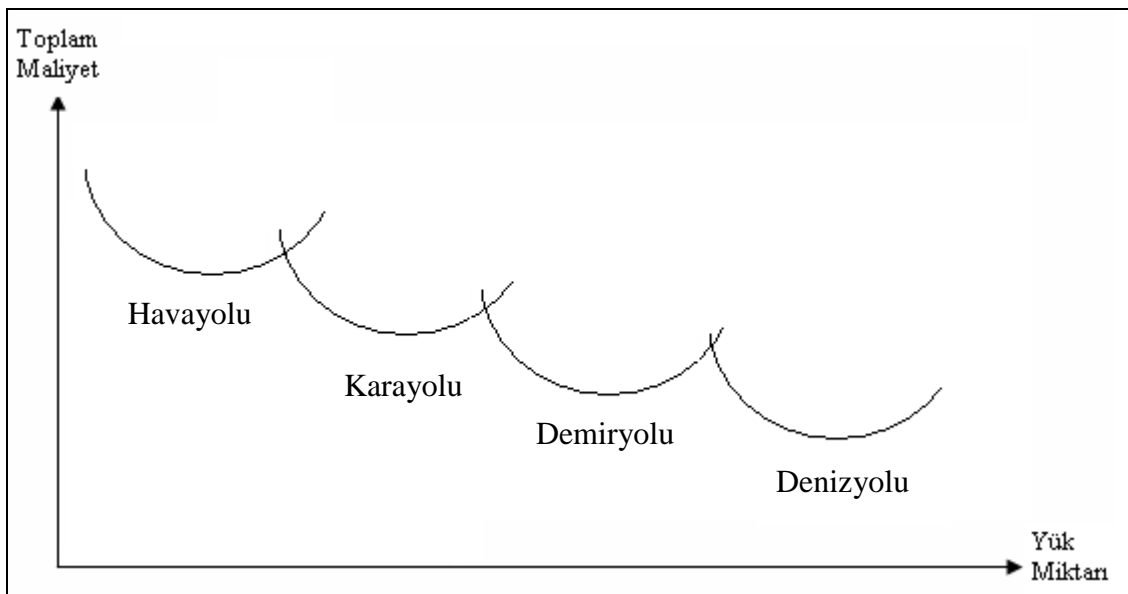
taşımacak malın türüne göre araçtaki donanım belirlenir. Örneğin dondurulmuş gıda taşıyan araçlarda ürünün soğuk kalması için frigofrik kasalar, ağır yük taşıyan araçlarda mobil vinç, akryakıt taşıyan araçların üstünde tanklar bulunabilir.

2.2.2. Lojistiğin Çeşitleri

Lojistiği değişik bakış açılarına göre farklı gruplara ayırabiliriz. Örneğin lojistik faaliyetlerin yapıldığı alan ya da sektöre göre Askeri Lojistik, Hastane Lojistiği, Acil Durum Lojistiği, Bakım-Onarım Lojistiği, Soğuk Zincir Lojistiği gibi gruplandırmalar yapmak mümkündür.

Taşımanın yapıldığı yol türüne göre ise karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu lojistiği olarak dört ana gruba ayrılabilir. Bunların ikili birleşimlerinden Ro-Ro (karayolu – denizyolu) ve Ro-La (karayolu – demiryolu) ve karayolu ile başlayan ve biten üçlü birleşimlerinden kombine taşımacılık (karayolu – demiryolu veya denizyolu – karayolu) yöntemleri geliştirilmiştir. Bazı kaynaklarda boru hatları da bir taşıma türü olarak ele alınmaktadır.

Bu yöntemler taşıma hızına göre hava-kara-demir-deniz olarak sıralanabilir. Ancak birim taşıma maliyetlerinde Şekil 2.4’de görülebileceği üzere tam tersi bir sıra olduğu söylenebilir. Karayolları, daha yaygın olması ve pek çok yere daha kolay erişim sağlamanın yanında büyük yatırım maliyetleri gerektirmektedir. Denizyolu büyük miktarlarda ürün taşınması için en uygun yöntem olarak görünürken demiryolu taşımacılığı, çevre dostu olması nedeniyle ağır yük taşımacılığı ve toplu taşımada sıkça yararlanılan bir yöntemdir.



Şekil 2.4 : Yük miktarının taşıma türlerine göre maliyeti

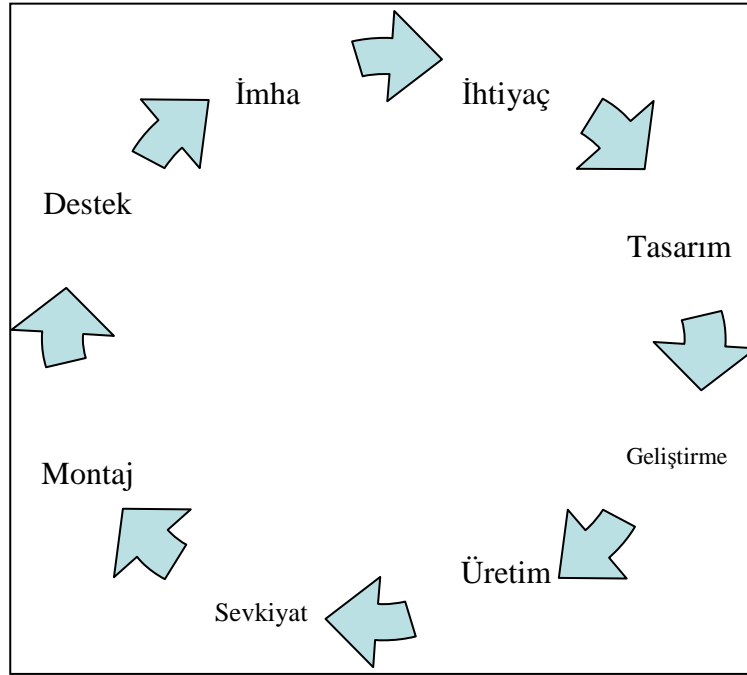
Lojistik akışın gerçekleştiği yön itibarı ile lojistik yine dört ana gruba ayrılabilir:

i. Üretim (Tedarik) Lojistiği: Üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için gereken hammadde, ara malı, makine ve diğer malların tedariği ile ilgilenir. Üretim yapmayan firmalar ve kuruluşlar ise satılacak ticari malların veya kullanılacak malzemelerin ikmalini gerçekleştirir.

ii. Dağıtım Lojistiği: Üretimi tamamlanan ürünlerin ve diğer malların müşteriye ulaştırılmasını kapsar.

iii. Tersine Lojistik: Rafta beklerken son kullanım tarihi geçen, yanlış sevk edilen, hatalı üretilen veya kullanım ömrü sonunda imha edilmesi gereken ürünlerin geri toplanması işlemine tersine lojistik denir. Tersine lojistik tedarik zinciri içinde hatanın/ürünün iade edilmesinin anlaşıldığı noktada başlar, iadenin türüne göre farklı noktalarda biter. Örneğin depodan bir ürün yanlış sevk edildiyse depoya geri döndüğünde tersine lojistik süreci tamamlanmış olur. Ancak hatalı üretim nedeniyle iade ediliyorsa büyük ihtimalle üretim tesisine geri dönecektir.

iv. Ürün Ömür Çevrimi Bazlı Lojistik: Kullanım ömrü uzun olan ve bu sürede nakliye, montaj, yedek parçaların stoklanması, bakım ve imhası gereken ürünlere bu desteklerin verilmesi esasına dayanan lojistik sistemidir (bkz. Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Ürün yaşam çevrimi

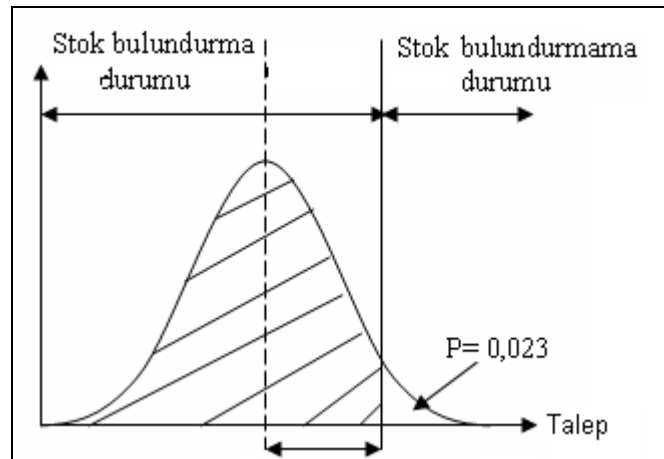
Temel olarak askeri ekipman ve teçhizatların ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilmiştir. ABD Savunma Bakanlığı ise ürün çevrim bazlı lojistik sistemini “kapsamlı, ekonomik ve etkin bir sistem destek stratejisinin planlanması, geliştirilmesi ve yönetimi” olarak tanımlar.⁵

2.3. TEDARİK ZİNCİRİNDE MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYİ

2.3.1. Müşteri Hizmet Düzeyi Nedir?

Firmalar daha fazla ürün veya hizmet satabilmek için müşterilerini memnun etmeyi, bu yolla sadık müşteriler oluşturmayı ve hatta çevrelerindeki insanların da aynı ürün/hizmeti almaları için önermelerini isterler. Bu isteklere ulaşmanın en önemli yolu iyi bir müşteri hizmet düzeyine sahip olmaktır. Schreibfeder (1997)'e göre “müşteri hizmet düzeyi, müşterinin istediği anda istenen ürüne sahip olma sıklığıdır”. Müşteri hizmet düzeyi kısaca bir işletmenin müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılama yeteneği veya istekleri karşılama oranı olarak tanımlanabilir.

Şekil 2.6 talebin geliş olasılığına göre stokların yeterli olup olmamasını göstermektedir. Şekildeki örneğe göre taleplerin yüzde 2,3'ü stok olmadığı için karşılanamayacaktır; bu durumda müşteri hizmet düzeyi %97,7'dir.



Şekil 2.6 : Talep dağılım fonksiyonu

⁵ Defense Acquisition Guidebook, 2006

Müşteri hizmet düzeyi, müşterinin beklentilerinin aşağısında ise müşteri isteklerini karşılama yeteneği düşüktür (Kaydos 1991). Tam tersi, müşteri hizmet düzeyi beklentinin üzerindeyse buna aşırı teklif denir ve net olarak israftır (Valentine 1970).

2.3.2. Tedarik Zincirinde Müşteri Hizmet Düzeyinin Önemi

Rekabetçi piyasa koşullarında yüksek müşteri hizmet düzeylerinde çalışılması firmalar için zorunludur çünkü ürün ve hizmetlerin çok büyük bir kısmı başka firmalar tarafından da sağlanmaktadır. Müşteri istediği anda stoklarınızda o ürün yoksa ya da sipariş anına kadar temin edilemiyorsa, müşteri bu ürün veya hizmeti derhal başka firmalarda arayacaktır. Bu, firma için müşteriyi kendi eliyle rakibine teslim etmek anlamına gelir. Diğer bir deyişle rakip firma satmak için uğraşmadan bu ürün veya hizmeti satmış olacaktır.

Günümüzde en etkili pazarlama yönteminin tanıdıklar tarafından yapılan tavsiyeler olduğu bilinmektedir. Kullandığı bir ürün veya hizmetten memnun kalan müşteri, tanıdıklarına da aynı ürün/hizmeti tavsiye edecektir. Karşıt olarak, üründen memnun olmayan veya aradığı ürünü sürekli bulamayan ve başka ürünler almak zorunda kalan bir müşteri de memnuniyetsizliğini sıkça dile getirir. Dolayısıyla düşük müşteri hizmet düzeyi sadece ciro kaybına değil aynı zamanda bir veya birden çok müşteri kaybına da neden olabilir.

2.3.3. Hesaplama Yöntemleri

Tedarik zincirinde müşteri hizmet düzeyini hesaplamanın birçok yöntemi vardır. Bunlardan ilki **sipariş gerçekleştirme oranı**dır (SGO). SGO, bir dönemdeki stoklardan karşılanan siparişlerin aynı dönemde gelen tüm siparişlere oranı şeklinde hesaplanır:

$$SGO = \frac{\text{stoklardan karşılanan sipariş adedi}}{\text{toplam sipariş adedi}}$$

Bu anahtar performans göstergesi (KPI), merkez depo, satış noktası ya da tedarik zincirindeki herhangi bir noktaya göre hesaplanabilir.

Stoksuz kalma oranı, kullanılabilen diğer bir müşteri hizmet düzeyini hesaplama yöntemidir. Stok kalmadığı için karşılanamayan siparişlerin tüm siparişler oranı ile bulunur. Ancak bu yöntemde diğer sipariş karşılanamama nedenleri dahil edilmediği için kapsamlı bir KPI olarak kabul edilmesi güçtür.

Zamanında teslim edilemeyen siparişlerin tüm siparişlere oranını veren **Gecikmeli sevkiyat oranı** ve henüz karşılanmamış siparişlerin sayısını veren **Bekleyen sipariş adedi**, kullanılan diğer hesap yöntemleridir (Biswas 2000).

Bu hesaplar yapılırken, rutin ve planlı olarak stokta tutulmayan ürünler katılmamalıdır. Bunlar, özel siparişler gibi istisnai durumlar olabileceği için orana dahil edilmezler. Benzer şekilde, örneğin bir perakendeci için, bir sipariş ana distribütörden müşteriye doğrudan sevk edilirse hesaba katılmamalıdır.

2.4. STOK YÖNETİMİ

Stok, “bir sanayi dalında yararlanılan ham, işlenmiş veya yarı işlenmiş maddelerin tümü” olarak tanımlanır⁶. Ancak bu tanımın sadece sanayi için verildiği, bunun dışında kalan sektörlerin dahil edilmediği görülmektedir. Keskin, bu eksikliği “tedarik veya üretim yoluyla elde edilen, kullanılmadan veya müşteriye arz edilmeden önce az veya çok belirli bir süre bekletilen mal” (Keskin 2006, s.65) tanımıyla gidermiştir.

Pek çok kaynak ve uygulamada stok ve envanter kavramlarının eş anlamlı kullanıldığı görülebilir. Bu iki kavram şu şekilde ayrılabilir: stok, mal ve hizmet üretimi ve satışı için gerekli olan malzemeleri, envanter ise daha geniş anlamda, stokla beraber demirbaş malzemeleri belirtmektedir (Tanyaş, Baskak 2006, s.209).

2.4.1. Stok Çeşitleri

Stoklar dört ana grupta sınıflandırılabilir:

Hammadde Stokları: Üretimde doğrudan kullanılan, üretimin yapılabilmesi için gerekli malzemelere hammadde denir.

İşletme Malzemeleri: Üretimde doğrudan kullanılmayan, bir işletmenin rutin işlemlerinde kullandığı kırtasiye, hızlı tüketim malları, bakım malzemeleri gibi ürünlerdir.

Yarı Ürün Stokları: Üretimde işlenmeyi bekleyen ya da işlenen maddelere yarı ürün adı verilir. Yarı ürün stokları, parça stoklarını ve hammadde stoklarının bir kısmını kapsayabilir.

Son Ürün Stokları: Üretim süreci tamamlanmış ürünlerden oluşan stoktur. Bir işletmenin son ürünü, o ürünü kullanan başka bir işletmenin hammaddesi olabilir.

⁶ www.tdk.org.tr

Bunların yanında işlev bakımından stoklar; emniyet stoğu, mevsimsel stok, atıl stok, geri dönüşüm stoğu, tampon stok, çevrim stoğu, ara parça stoğu, promosyon stoğu gibi adlarla sınıflandırılabilir.

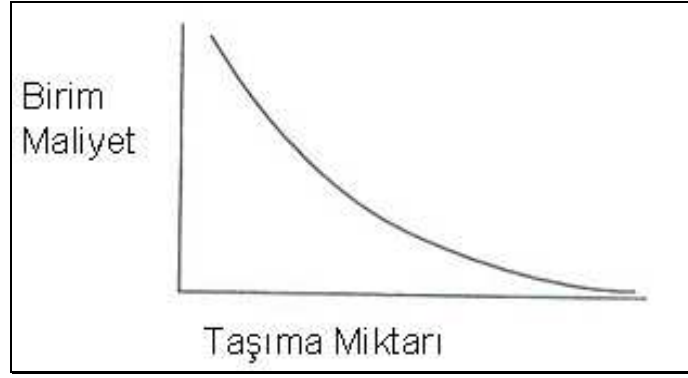
2.4.2. Stok Yönetiminin Nedenleri ve Amaçları

i. **Belirsizlikler:** Bir satış noktası, müşteriden gelecekteki herhangi bir sürede hangi üründen ne kadar talep geleceğini kesin olarak tahmin edemez. Elindeki ürün bitmek üzereyken kendi tedarikçisine sipariş verir, ancak çoğu zaman siparişin tam olarak ne zaman elinde olacağını bilemez. Hatta tedarikçinin elinde yeterli ürün olmama durumu da ihtimaller dahilindedir. Bunun gibi talep, siparişlerin termin süresi ve arzdaki belirsizliklere karşı stok tutulmaktadır.

ii. **Üretimde ölçek ekonomisinin sağlanması:** Bir üretim sisteminde herhangi bir ürün üretmek için sistemin hazırlanması önemli zaman kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle o ürün üretilecekse o partide üretilecek partinin mümkün olduğunca büyük sayıda üretilmesi tercih edilir. Uygun lot büyüklüğünde üretim yapılmaz, sadece gereken kadar üretilirse üretim bandını sık sık kurmak gerekecektir. Bu sistem kuruluş maliyetinden kaçınmak amacıyla parti, ihtiyacın üzerinde bir miktarda üretilebilir. Buradaki fazla ürünler stok oluşmasına neden olur.

iii. **Satınalma:** Üretimde ölçek ekonomisi sağlama amacının diğer tarafında satın alan firma bulunmaktadır. Üretici firmanın büyük lotlarda ürettiği mallar için birim maliyet daha düşük olacağı için miktar arttıkça fiyatların düşmesi beklenir. Bu nedenle satınalan taraf daha düşük maliyetle ihtiyacından daha fazla ürün alabilir, fazlası stok oluşturur.

iv. **Nakliye:** Bir işletme hammadde ve işletme malzemeleri ihtiyaçlarını karşılamak üzere sipariş verir. Tedarik lojistiği kapsamında düşünüldüğünde satın alınacak ürün miktarı büyüdükçe birim nakliye maliyetleri düşecektir (bkz. Şekil 2.7). Bu nedenle işletmeler bir aylık yerine iki aylık ihtiyaçlarını tedarik ederek nakliye maliyeti avantajı yakalamak ister. Satın alınan ikinci ay ihtiyaçları ise stok olarak bekleyecektir.



Şekil 2.7 : Taşıma miktarının birim maliyete etkisi

v. **Spekülasyon:** Değeri sürekli değişen ürünler, yatırım amaçlı olarak satın alınıp stoklanabilir.

2.4.3. Stok Maliyetleri

Üretilsin ya da satın alınsın, bir ürün ya da hammaddenin stoklanabilmesi için üretimde ya da satınalmada bir miktar para ve/vaya kaynak harcanmaktadır. Dolayısıyla stokta bekleyen mallarda yatırım yapılan kaynaklar beklemektedir. Stoklarında gerekenden çok fazla mal olup nakit akışını yönetemeyen birçok firma iflas etmiştir. Kaynakları ürüne dönüştürmek, ürünü tekrar kaynaklara dönüştürmekten çok daha kolaydır. Bu nedenle stok maliyetlerine çok dikkat edilmelidir.

Stok maliyetlerini üç ana grupta toplayabiliriz:

2.4.3.1. Stok Tutma Maliyeti

Stok tutma maliyeti birçok bileşenden oluşur. Bunlar:

Depolama maliyeti: Deponun görevli, elektrik, bakım gibi genel giderlerinden oluşur.

Sermaye maliyeti: Ürünün üretimi ya da satın alınması için yapılan harcamanın, harcama yapılmaması durumundaki getirisi, diğer bir deyişle fırsat maliyetidir.

Elleçleme maliyeti: Stokların taşınması, istiflenmesi vb operasyonlar için harcanan miktardır.

Stok Riski Maliyeti: Stoktaki ürünlere zarar gelmesi, fire vermesi, modasının geçmesi veya teknolojinin eskimesi nedeniyle oluşan maliyettir.

2.4.3.2. Hazırlık Maliyeti

Satın alınan ürünlerin sipariş verme sürecinde harcanan zaman ve enerji ile ürünlerin nakliyesi, stoklara alma, girdi kontrol vb işlemler sürecinde oluşan maliyetlerdir.

Üretim maddesi ise üretim ve/veya montaj hattının kurulması ve bu sürede oluşan fırsat maliyeti üretimdeki hazırlık maliyetini teşkil eder.

2.4.3.3. Stok Tutmama / Ceza Maliyeti

Yetersiz stok tutulması nedeniyle sipariş zamanında teslim edilemiyorsa tahsilin gecikmesi ve firma imaj kaybının neden olduğu maliyetler bulunur. Sipariş zamanında teslim edilemez ve müşteri tarafından iptal edilirse satış kaybı ve yine imaj kaybı maliyetleri olacaktır. Bir siparişin zamanında teslim edilememesinden dolayı müşteri üretim kaybı gibi bir zarara uğruyorsa bu kaybın telafisini satıcı firmadan isteyebilir. Bu maliyet, ceza maliyeti olarak adlandırılabilir.

2.5. SİPARİŞ VERME SİSTEMLERİ

Gerek üretilecek ürünlerin üretim siparişlerinde, gerekse satın alınacak ürünlerin satınalma siparişlerinde sipariş verilecek adet sayısı çok önemlidir. Verilen siparişteki ürün adedi, stokları, nakliye, sipariş sayısını ve dolayısıyla bunlarla ilgili olan bütün maliyetleri etkiler. Bu nedenle hassas bir konu olan sipariş lot büyüklüklerinin belirlenmesi üzerine bir çok yöntem geliştirilmiştir.

Sabit Sipariş: Genellikle standart paketler halinde satın alınan ürünler için kullanılan bu yöntem, düzenli talep durumunda kullanılabilir. Sipariş, sabit miktarda ya da ihtiyacın çok olduğu dönemlerde sabit miktarın katları kadar verilebilir. Tablo 2.1’de bir işletme ihtiyaç olduğu durumlarda 100 adet veya bunun katları kadar sipariş vermektedir.

Tablo 2.1 : Yıllık sipariş programı (sabit sipariş)

Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sipariş Miktarı	100	100	0	100	200	200	300	100	100	0	100	100

İhtiyaç Kadar Sipariş: Dönemlik ihtiyaç kadar üretim ya da sipariş açma sistemidir (bkz. Tablo 2.2). Sipariş verme, üretim için hattın kurulum ve bekleme maliyeti, satınalma için nakliye ve diğer giderler gibi sabit maliyetlerin çok düşük olduğu durumlarda izlenmesi uygun olan bir yöntemdir.

Tablo 2.2 : Yıllık sipariş programı (ihtiyaç kadar sipariş)

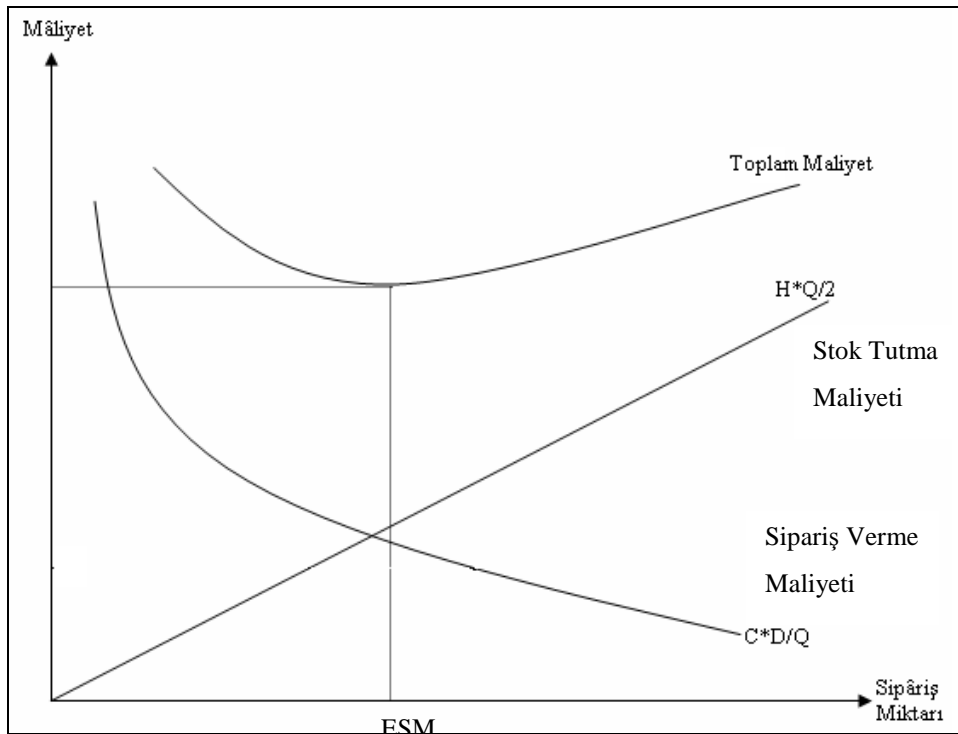
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sipariş Miktarı	80	100	20	120	180	200	310	110	100	20	90	110

Sabit Dönem: İhtiyaç kadar sipariş yönteminin dönemsel yerine birden çok dönem için verilmesi çeşididir. Böylece ihtiyaç kadar sipariş yönteminin dezavantajları olan sabit maliyetlerden bir ölçüde kaçınılmaktadır (bkz. Tablo 2.3).

Tablo 2.3 : Yıllık sipariş programı (sabit dönem)

Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sipariş Miktarı	200	0	0	200	0	0	400	0	0	200	0	0

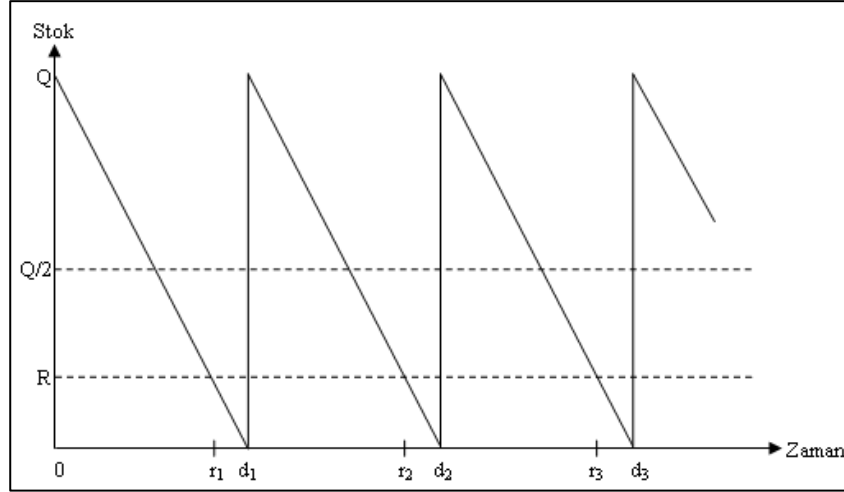
Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM): Talebin düzgün ve sürekli olduğu durumlarda; dönemsel talep miktarı (D), sipariş verme maliyeti (C) ve stok tutma maliyeti (H) olmak üzere toplam maliyeti minimize etmek için kullanılan bir yöntemdir (bkz Şekil 2.8).



Şekil 2.8 : ESM maliyet kalemleri

Bu durumda stok maliyeti ve sipariş verme maliyetleri toplamının türevi alınarak sipariş verme miktarı (Q) şu formülle hesaplanır:

$$Q = \sqrt{(2 * D * C) / H} \quad (2.1)$$



Şekil 2.9 : ESM yaklaşımında stok hareketleri

Şekil 2.9'da görüldüğü üzere ESM yönteminde talebin düzenli olduğu kabul edilir. Yatay eksendeki r_1, r_2, r_3 zamanlarında stoklar R seviyesine iner, bu anda Q kadar sipariş verilir; bu nedenle R'ye "yeniden sipariş verme" noktası denir. Siparişin termin süresi $d_1 - r_1$ kadardır. Bu süre sonunda düzgün talep devam ederek stok sıfırlanır. Aynı anda sipariş teslim edilir stoklar tekrar Q seviyesine çıkar. Bu döngü sürekli devam eder.

Dönemsel Sipariş Miktarı: ESM yönteminin devamı olarak geliştirilen, yıllık toplam ihtiyacın ekonomik sipariş miktarına bölünmesi ile yıllık sipariş adedinin belirlenmesini temel alan bir yöntemdir. Yıllık süre (ay veya hafta olarak) yıl içinde verilecek sipariş sayısına bölünerek sipariş verme aralıkları bulunur. Adım adım belirtmek gerekirse;

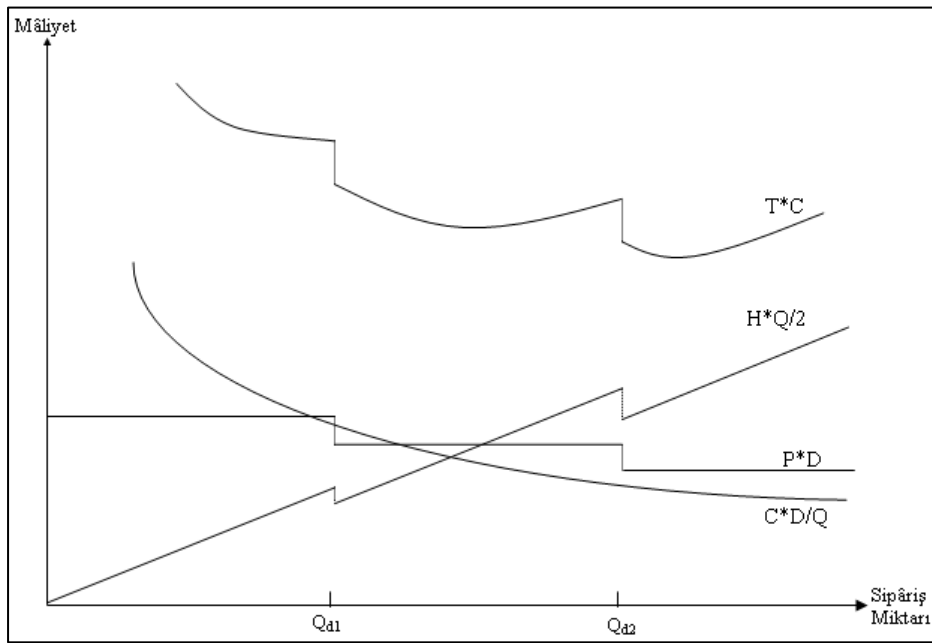
- ESM hesaplanır.

- Sipariş sayısı = Toplam talep / ESM (2.2)

- Sipariş aralığı = Toplam dönem sayısı / Sipariş sayısı (2.3)

Yönetmiyle sipariş periyodu bulunur. Her dönemde ESM kadar sipariş verilir.

En Düşük Birim Maliyet: Farklı miktarlarda alınan ürünlerin birim fiyatında değişiklikler olabilir ya da nakliye veya sipariş verme maliyetleri, dönemine göre farklılıklar gösterebilir. Bu durumlarda farklı senaryolarda ayrı ayrı birim maliyetler oluşur (bkz Şekil 2.10). En düşük birim maliyet yöntemi, farklı senaryolardaki birim maliyetlerin en düşüğünün kabul edilmesini öngören bir yaklaşımdır.



Şekil 2.10 : Farklı birim fiyatlara göre toplam maliyet

2.6. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tedarik zincirinde üretim planlama, çizelgeleme, stok sistemleri, rut planlama gibi birçok alt başlıkta şu ana kadar çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Buna rağmen müşteri hizmet düzeyi – stok optimizasyonu konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunabilmiştir. Bu çalışmaların son birkaç yılda yapılmış olması, literatürün henüz oluşmaya başladığını göstermektedir.

Hillier ve Lieberman (2001, s.958), müşteri hizmet düzeyini “müşterinin sipariş verdiği andan sipariş verilen miktarın kendisine ulaştırılana kadar geçen sürede, tedarikçinin stoksuz kalmama olasılığıdır” şeklinde tanımlamıştır. Doğramacı (1979, s.129-135)’ya göre stoklar hizmet seviyesi ile doğrudan orantılıdır. Literatürde emniyet stoğu (ES), MHD, ürünün termin süresi (L) ve ürüne gelen talebin standart sapmasına bağlı olarak (σ) şu formülle hesaplanmıştır:

$$ES = \sigma * \text{standart normal dağılım}^{-1} (\text{MHD}) * \sqrt{L} \quad (2.4)$$

Seeletse, müşteri hizmet düzeyinin (MHD) istatistiksel beklenen değeri üzerine bir çalışma yapmıştır. HDY’nin müşteri beklentisini geçmesi durumunu V_s , altında kalması durumunu V_i ve eşit olması durumunu V_e şeklinde tanımlayarak bu durumların olasılık dağılımlarına göre beklenen değerlerini hesaplamıştır. Sonuç olarak bu yöntemin, dağılım fonksiyonlarının belirlenebildiği durumlarda, yatırımların kazanç mı zarar mı getireceğinin belirlenmesinde faydalı bir yöntem olacağı vurgulanmıştır.

Wang ve Hu ise ürünlerdeki modülerizasyon ve kişiselleştirme trendi doğrultusunda, içinde standart ve opsiyonel parçalar bulunan ürünlerin stok optimizasyonu ile ilgili çalışmışlardır. Bu çalışmada MHD ve bütçe kısıtları altında maliyetin minimize edilmesi hedeflenmekte, yöntem olarak yöneylem araştırması kullanılmaktadır. Standart ve opsiyonel parçalara gelen taleplerin etkileşimleri dikkate alınmıştır.

Kurulan modelde hizmet maliyeti tanımlanmıştır. Ana varsayım olarak hizmet maliyetinin MHD ile doğru orantılı olduğu kabul edilmiş ve bir k sabiti ile çarpılarak hizmet maliyeti bulunmuştur. MHD’nin verilmesi durumunda bir kısıt olarak modele eklenmekte, verilmemesi durumunda ise kısıt serbest bırakılmaktadır. Sonuç olarak MHD’nin arttırılması durumunda ürünlerin yeniden sipariş verme noktalarının yükseldiği ve sipariş miktarının arttığı görülmüştür.

Araç yedek parçalarının ana depolarda ve/veya yerel dağıtım merkezlerinde, MHD dikkate alınarak depolanması konusunda Korevaar, Schimpel ve Boedi’nin bir çalışması bulunmaktadır. Çalışmanın amacı bütçenin ve sistem genelindeki hizmet düzeyinin

optimizasyonudur. Otomotiv yedek parçalarında çok yüksek sayıda ürün olduğu için ürünlerin yerel dağıtım merkezlerinde stok tutulup tutulmamasına da karar verilmektedir.

Yöntem olarak tüm ürünler için normal durumda asgari hizmet düzeyleri ve acil siparişleri için MHD'ler belirlenmekte, verilen bütçe sınırına ulaşılan dek MHD'leri iteratif olarak arttırılmaktadır. Geçmiş veriler kullanılarak simülasyonlarla emniyet stoğu tanımlanmıştır. Problemin çözümü, bir ERP programı olan SAP dahilinde APO (Advanced Planning and Optimization) modülü içinde yapılmıştır.

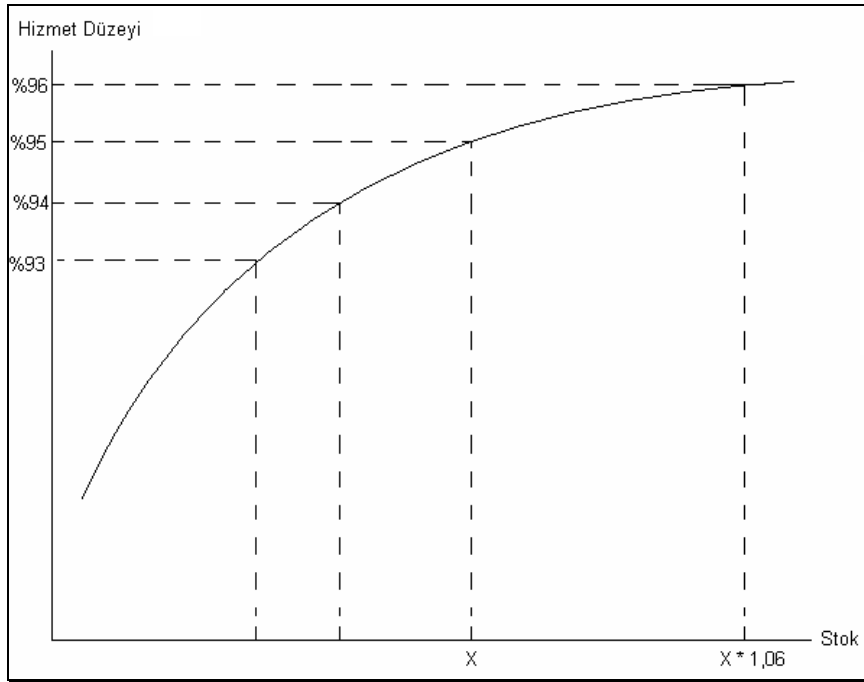
Cork Üniversitesi Hastanesi'ndeki ilaç ve medikal ürünler deposunun optimizasyonu konusunda Little ve Coughlan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın amacı deponun minimum hizmet düzeyinin ve ortalama hizmet düzeyinin optimizasyonudur. Yöntem olarak MHD, satış frekansı ve maksimum stok parametrelerine bağlı olarak kısıt programlama metodu uygulanmıştır. Çözümde farklı hizmet seviyeleri, depo hacmi ve frekans senaryoları ile simülasyonlar yapılmıştır. Sonuç olarak kurulan model, stratejik karar alma süreçlerinde üst yönetime destek olabilecek çıktılar sağlayabilecektir.

3. MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYİ – STOK OPTİMİZASYONU

3.1. HİZMET DÜZEYİ İLE STOĞUN DENGELENMESİNİN ÖNEMİ

Önceki bölümlerde değinildiği üzere müşteri hizmet düzeyi, müşteri memnuniyeti ve sadakati sağlamak üzere takip edilen önemli bir KPI'dır. Şüphesiz MHD'nin artması satışı arttıracak, düşük MHD ise müşterilerin memnuniyetsiz olmasına neden olup sonuçta ciro kaybına neden olacaktır. Müşteriye istediği ürün, sürekli olarak istediği zamanda ve/veya yeterli miktarda sağlanamıyorsa müşteri başka bir tedarikçi ile çalışmak isteyecektir.

Diğer yandan MHD'nin yükseltilebilmesi için stok miktarlarının artırılması gereklidir. Buradaki temel sorun hizmet düzeyinin artırılması için gereken ilave stok miktarı ve bunun maliyetinin, MHD'nin artmasıyla kazanılacak ek gelire göre düşük mü yoksa yüksek mi olacağıdır. Çünkü en sık kullanılan hesaplama yöntemine göre (eşitlik 2.4), MHD'yi %1 arttırmak, günümüz piyasa koşullarında olması gerektiği kabul edilen %80 ve üstü MHD aralığı için, ters standart normal dağılım fonksiyonunda sonucu %1'den daha fazla arttıracak



Şekil 3.1 : Stokların hizmet düzeyine göre değişimi

ve emniyet stoğunun bu oranda artması gerekmektedir. Daha açık bir ifade ile %95 MHD'ne karşılık gelen z değeri 1,645 iken %96'ya 1,75 karşılık gelir ki bu %6,38'lik bir artışa tekabül eder. Özetle MHD'yi %1 arttırmak için stokları %6,38 arttırmak gereklidir (bkz. Şekil 3.1).

Sorunun başka bir yönü de kaynakların ürünlere doğru paylaşılmasıdır: stok alanı veya depo hacminin kısıtlı olması durumunda doğru emniyet stokları hesaplanarak alan/hacmin orantılı paylaşılması gerekir. Aynı şekilde stok ürünlerine satınalmada ya da üretimde harcama yapıldığı için bu kaynakların uygun şekilde dağıtılması önemlidir. Aksi takdirde gereğinden fazla stok yapılan ürünlere bağlanan para, firmanın nakit akışını etkileyebilir.

3.2. MODEL

Müşteriler, ihtiyaçlarını tedarik ederken çoğu zaman içinde birden çok kalemin bulunduğu bir liste olarak satınalma yaparlar. Örneğin firmalar kırtasiye ihtiyaçlarını karşılarken kağıt, kalem, silgi vb maddeleri tek siparişte almak ister. Benzer şekilde bir kişi evini boyamak için boya almak istediğinde boya ile birlikte fırça ve tineri de aynı yerden almak ister. Bir alışverişte ya da satınalmada bir ürün alınırken onunla birlikte alınan diğer ürünlere “tamamlayıcı ürünler” denir.

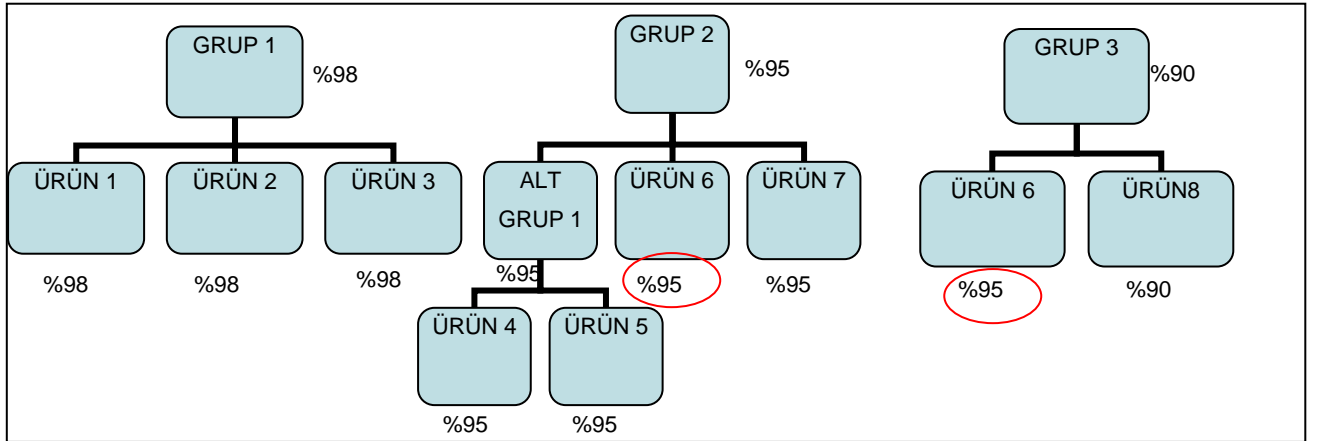
Yukarıdaki örneklerden devam edilirse, kırtasiye satınılması yapmak isteyen bir firma, A4 kağıdı ile birlikte tükenmez kalem talep etmektedir. Sürekli çalışılan tedarikçi, bu siparişteki tükenmez kalemleri derhal sevk edebileceğini, A4 kağıdını ise ancak bir hafta sonra teslim edebileceğini söyler ise firma bir hafta beklemeyip ihtiyacını başka bir tedarikçiden karşılama yoluna gidecektir. Tedarikçinin elinde yeterli kağıt stoğu olmaması nedeniyle siparişi zamanında karşılayamaz ve MHD düşüş gösterir. Kağıttan elde edilecek kar kaybedilmiştir.

Bu durum, açıkça en iyi senaryodur çünkü müşteri durumundaki firma, kalem ve kağıtları ayrı ayrı tedarikçilerden almak istemeyebilir. Yani iki katı sipariş, pazarlık, ödeme, mal kabul vb işlemleriyle uğraşmak yerine, tek tedarikçiden tüm siparişini karşılama yoluna gitmesi kuvvetle muhtemeldir (sipariş konsolidasyonu). Bu durumda birinci tedarikçi, bir ürünü stoklarında tuttuğu halde tamamlayıcı mallar kategorisindeki diğer bir ürünü yeterince stoklamadığı için iki ürünü birden satamamıştır. Bu durumda her iki ürünün karı elde edilemiştir.

Aynı örnek için üçüncü durum ise tedarikçinin, bunun gibi MHD'yi düşürecek hataları sürekli yapması durumunda müşterinin bu tedarikçi ile ticari ilişkilerini sonlandırması olabilir. Bu durumda kayıp, gelecekteki satılacak tüm ürünlerin toplam karına eşittir. İlave olarak imaj zedelenmesi ve kötü hizmetin diğer müşterilere yayılmasının maliyeti de sorunun doğal sonuçlarıdır.

Özetle tamamlayıcı malların MHD'lerinin yakın olması ve tutulan stok seviyelerinin bu MHD oranlarına uygun şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Böylece tamamlayıcı mallar nedeniyle oluşan kayıp satış minimize edilmiş, iki ürün birden satılabileceği için hem ürün başına hem de toplam MHD artmış olacaktır.

Sorunun ele alınmasında Şekil 3.2'de örneği gösterilen gruplama mantığı kullanılmıştır:



Şekil 3.2 : Tamamlayıcı ürün grupları

- Siparişleri aynı satınalma siparişi içinde birlikte verilen ürünler gruplandırılmıştır. Tamamlayıcı ürünlerden birinin stokta olup diğerinin olmama ihtimalini en aza indirmek için aynı gruptaki tüm ürünlerin MHD'leri eşit olmalıdır. Grup 1'de tüm ürünler için MHD %98, Grup 2'de %95, Grup 3'de ise %90 olarak tanımlanmıştır.
- Ürün 6 hem Grup 2'de hem Grup 3'de bulunmaktadır. Bu gibi ortak ürünler MHD'si, bağlı olduğu grupların MHD'lerinin en büyüğüne eşit olmalıdır. Şekil 4'deki örnek için Grup 2 %95, Grup 3 %90 ise Ürün 6'nın MHD'si %95 olmalıdır.

3.3. UYGULAMA

3.3.1. Genel

Modelin uygulaması, müşteri profilinde başta otomotiv, demir-çelik, kimya, ilaç ve gıda endüstrilerinden olmak üzere irili ufaklı sanayi işletmeleri olan bir firmada yapılmıştır. Firma, müşterilerine üretim proseslerinde kullandıkları önemli hammaddeler sağlamaktadır. Üretimde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılabilen ürünler zamanında sağlanmazsa müşterilerin üretimleri aksayabilir. Dolayısı ile müşteri hizmet düzeyi ürün ve müşteri portföyü genelinde yüksek olmalıdır.

Firma'da farklı ambalaj, hacim ve içerikte 300'den fazla ürün bulunmaktadır. Bu ürünlerin yaklaşık 200 adedi siparişe üretim, 100 adedi ise stoğa üretim yöntemiyle imal edilmektedir. Uygulama kapsamında satışının yüzde seksenine denk gelen 49 adet stoğa üretim ürünü hesaba katılmıştır.

Ürünler, yüksek maliyetli özel ambalajlarda muhafaza edilmekte ve stoklanmaktadır. Özel ambalajların maliyeti ilave olarak hesaplara katılmıştır. Bununla beraber, ambalaj fiyatları yüksek olduğu için stoklar rahatça arttırılamamaktadır; yapılan yıllık bütçe dahilinde ambalaj alımı yapılabilir. Stokların arttırılması için yanlış hesaplarla gereğinden fazla ambalaj alınırsa bu yatırımlar ölü yatırıma dönüşebilmektedir.

Firma sipariş alma, stok yönetimi, üretim ve dağıtım planlama operasyonlarını iç kaynaklarla; nakliye işini ise dış kaynaklarla yürütmektedir. Nakliye büyük oranda karayolu, daha az oranda denizyolu ile yapılmaktadır. Lojistik faaliyetleri içinde tersine lojistik, önemli bir yer tutmaktadır; ambalajların geri toplanması ve değerlendirilmesi ve yanlış veya arızalı ürün sevkiyatı neticesinde tersine lojistik süreci başlar.

Ürünler, müşterilerin üretimleri veya diğer prosesleri için kritik ürün oldukları için siparişlerin lojistiğin beş doğrusu çerçevesinde gerçekleştirilememesi durumunda müşterinin üretimi durabilir. Sözleşme gereği, müşterinin boyutu ile kullanılan ürünün hacim ve meblağına bağlı olarak üretimin durmasının maliyeti Firma'dan tahsil edilebilir. Bu ceza, 100.000 TL'ye varan miktarlarda olabilmektedir. Dahası sözleşmenin fesholması söz konusudur.

3.3.2. Matematik Model

Bu genel resim çerçevesinde Firma'nın durumu ele alınarak bir model geliştirilmiştir. Bu modelde Firma'nın ürün portföyündeki ürünler, "tamamlayıcı mallar" kavramı içinde gruplanmıştır. Model karmaşık bir amaç fonksiyonu ile grup müşteri hizmet düzeyi kavramını kuran ve çözen temel bir modeldir. Modelin amacı kısıtlar dahilinde mümkün olan en düşük maliyetle müşteri taleplerini yerine getirmektir.

Model; parametreler, karar değişkeni, amaç fonksiyonu ve kısıtlar olmak üzere dört başlıkta incelenebilir:

Parametreler:

Gruplar (G_i): Ürünlerin birleşerek oluşturdukları kümeler ürün grubu olarak tanımlanmıştır. i ile indislenmiş olup 14 adet grup bulunmaktadır ($i=1, \dots, 14$).

Ürünler ($Ü_j$): Çalışma kapsamındaki ürünler j ile indislenmiş olup 49 adettir ($j=1, \dots, 49$).

Standart Sapma (σ_j): Ürünlerin son bir yıldaki 52 haftalık satış rakamlarının standart sapmasıdır ($j=1, \dots, 49$).

Tedarik Süresi (L_j): Ürünlerin üretim hattı veya satın alımlarındaki haftalık tedarik süresidir ($j=1, \dots, 49$).

Z Değeri (Z_j): Müşteri hizmet düzeyi oranının ters standart normal dağılım karşılığıdır ($j=1, \dots, 49$).

$$Z_j = \text{SND}^{-1}(\text{HD}_j) \quad (3.1)$$

Stok (S_j): Ürünlerin hizmet düzeyi, standart sapmaları ve tedarik süreleri ile hesaplanan emniyet stoğudur ($j=1, \dots, 49$).

$$S_j = Z_j * \sigma_j * \sqrt{L_j} \quad (\text{Emniyet Stoğu denklemi}) \quad (3.2)$$

Z_j yerine eşitlik 3.1'e göre $\text{SND}^{-1}(\text{HD}_j)$ yazılırsa S_j şu şekilde ifade edilebilir:

$$S_j = \text{SND}^{-1}(\text{HD}_j) * \sigma_j * \sqrt{L_j} \quad (3.3)$$

Satış Fiyatı (P_j): Ürünlerin satış fiyatıdır ($j=1, \dots, 49$).

Kar (K_j): Ürün karı, ürünlerin satış fiyatının yüzde yirmisi kabul edilerek hesaplanmıştır (K_j = P_j * 0,20, j=1,...,49).

Amortisman (D_j): Ambalaj amortismanıdır. Ürünlerin hacim ve türüne göre farklı ambalajlar kullanılmaktadır (j=1,...,49).

Birim Elleçleme Maliyeti (E_j): Stoklanan ürünlerin yükleme, indirme, hazırlama gibi süreçlerde oluşan maliyeti.

Sipariş Miktarı (O_j): Ürün için haftalık verilen sipariş adedidir (j=1,...,49).

Siparişteki Ürün Adedi (U_j): Kaçırılan bir siparişteki kar kaybını hesaplamak üzere siparişteki ortalama ürün adedi.

Minimum Hizmet Düzeyi (minHD_i): Gruplar için tanımlanan minimum hizmet düzeyidir (i=1,...,14).

Hizmet Düzeyi (HD_j): Ürünler için hizmet düzeyi, grup hizmet düzeyi'nden elde edilmektedir (j=1,...,49)

X_{ij}: j ürünün i grubunda bulunma durumu (0,1) i=1,...,14, j=1,...,49

Faiz (F): Fırsat maliyetinde kullanılmak üzere kabul edilen dönemlik faiz (yıllık %16, haftalık %0,3)

Durduma Olasılığı (R): Zamanında teslim edilemeyen siparişin müşteri üretimini durdurma ihtimalidir. Geçmiş verilere dayanarak 0,0006 olarak hesaplanmış ve tüm ürünler için aynı oran kabul edilmiştir.

Ceza (C): Müşteri üretiminin durdurulması durumunda sözleşme gereği uygulanacak olan ceza olarak tanımlanmıştır. Ceza maliyeti 100.000 TL kabul edilmiştir.

Karar Değişkeni:

Hizmet Düzeyi (HD_i): Minimum hizmet düzeyine göre belirlenecek olan gruplar için hizmet düzeyidir (i=1,...,14).

Kısıtlar:

$$Hd_j = \text{en büyük } (HD_i * X_{ij}) \quad (3.4)$$

(Birden çok grupta olan ürünler için müşteri hizmet düzeyi, bunların en büyüğüne eşit olmalı)

$$\sum S_j \leq 20.000 \quad (3.5)$$

(Ürün stoklarının toplamı, mümkün olan toplam stok üst sınıra küçük veya eşit olmalı)

$$HD_i \geq \min HD_i \quad (3.6)$$

(Grupların Müşteri Hizmet Düzeyi alt sınırdan büyük olmalı)

Amaç Fonksiyonu:

Toplam maliyetin en küçüklenmesi modelin amacıdır. Toplam maliyet üç bileşenden oluşur:

$$\text{Toplam maliyet} = \text{Stok tutma maliyeti} + \text{Satış kaybı} + \text{Ceza} \quad (3.7)$$

$$(\text{Stok tutma maliyeti})_j = S_j * (P_j * F + D_j + E_j) \quad (3.8)$$

Stok maliyeti hesaplanırken stok yapılan ürün için harcanan tutarın fırsat maliyeti, ambalajın amortismanı ve ürünün elleçleme maliyeti dikkate alınmıştır. Fire ve depo maliyetleri minimal düzeyde etkili olduğundan amortismanına eklenerek modele dahil edilmiştir.

$$(\text{Satış kaybı})_j = O_j * (1-HD_j) * K_j * U_j \quad (3.9)$$

Bir dönemdeki karşılanamayan ürün adedi; karşılanamayan sipariş oranı (1-HD_j), toplam sipariş adedi O_j ve siparişteki ortalama ürün adedinin (U_j) çarpılması ile bulunur. Ürün karı, kaçırılan ürün adedi ile çarpılarak elde edilemeyen kar hesaplanmaktadır.

$$\text{Ceza maliyeti} = R * O_j * (1-HD_j) * C \quad (3.10)$$

Zamanında veya tamamı teslim edilemeyen siparişler, şüphesiz müşterinin üretimini hemen durdurmaz. Üretimin durması, müşterinin kendi stok miktarına bağlıdır. Parametrelerde tanımlanan R sabiti, dönemlik kaçırılan sipariş adedi (O_j * (1-HD_j)) ile

çarpılarak dönem içinde oluşan üretim duruşu vaka sayısı belirlenmektedir. Ceza bedeli, vaka sayısı ile çarpılarak ceza maliyeti bulunur.

Model:

Bu ön tanımlamalara göre model şu şekilde toparlanabilir:

$$\text{Enk } Z = \sum_{j=1}^{49} [S_j * (P_j * F + D_j + E_j)] + [O_j * (1-HD_j) * K_j * U_j] + [R * O_j * (1-HD_j) * C] \quad (3.11)$$

Kısıtlar:

$$HD_j = \text{enb} (HD_i * X_{ij}); \quad (\forall i, j; i=1, \dots, 14, j=1, \dots, 49) \quad (3.12)$$

$$S_j = \text{SND}^{-1}(HD_j) * \sigma_j * \sqrt{L_j}; \quad (\forall j=1, \dots, 49) \quad (3.13)$$

$$\sum S_j \leq 20.000; \quad (\forall j=1, \dots, 49) \quad (3.14)$$

$$HD_i \geq \text{min}HD_i; \quad (\forall i=1, \dots, 14) \quad (3.15)$$

$$HD_i \geq 0; \quad (\forall i=1, \dots, 14) \quad (3.16)$$

3.3.3. Çözüm

Öncelikle Firma'nın son 52 haftalık satış verileri alınarak kapsama girecek ürün sayısı belirlenmiştir. Buna göre stoğa üretim yapılan ürünlerin hacimsel satışına göre ilk yüzde seksenlik bölümüne denk gelen 49 ürün kapsama dahil edilmiştir.

Daha sonra kapsama alınan 49 adet ürünün yine son 52 haftalık siparişleri incelenmiş ve yaklaşık 132.000 satırlık bir satış siparişleri listesi oluşturulmuştur. Bu liste vasıtasıyla ürünlerin birlikte sipariş verildikleri diğer ürünler belirlenmiş ve sonuç olarak 14 grup meydana getirilmiştir. Grupların özeti Tablo 3.1'de, tamamı çözüm ile birlikte Ek 2'de bulunmaktadır:

Tablo 3.1 : Ürün-grup matrisi

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
Ürün1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Ürün8	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
Ürün9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ürün10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ürün11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
...
...
Ürün48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Ürün49	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Modelde ihtiyaç duyulan tedarik süresi, sipariş sayısı, standart sapma gibi parametreler haftalık olarak alınmıştır. $L_j = 0,2$ olarak görülen ürünlerin termin süresi 0,2 hafta = 1 gün şeklinde kabul edilmiştir. İthal edilen bazı ürünlerin termin süreleri ise bir veya birkaç hafta olabilmektedir.

Gruplar için minimum hizmet düzeyleri ürünlerin ağırlıklı olarak satıldığı sektörler ve ürünün karlılığına göre belirlenmiştir (bkz Tablo 3.2). %95 minimum MHD belirlenen ürünler bu bağlamda kritik ürünlerdir. Buna karşılık sonsuz stok alanı mümkün olmadığı için ürün stoklarının toplamı, 20.000 stok tutma biriminden küçük veya eşit olarak tanımlanmıştır.

Tablo 3.2 : Grupların minimum hizmet düzeyleri

Grup Adı	Min HD _i
G1	0,9
G2	0,9
G3	0,9
G4	0,9
G5	0,9
G6	0,9
G7	0,9
G8	0,9

G9	0,9
G10	0,9
G11	0,95
G12	0,9
G13	0,9
G14	0,95

Model, elde edilen parametrelerle MS Excel 2003 programının Solver eklentisi ile çözülmüştür (bkz Şekil 3.3). Modelin 14 karar değişkeni, bunun devamı olarak 98 bağımlı değişken (49 adet S_j , 49 adet MHD_{ij}) ve 175 kısıtı bulunmaktadır.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4		Decision Variable	Value					
5		G1	0,988113					
6		G2	0,976346					
7		G3	0,935111					
8		G4	0,9					
9		G5	0,976686					
10		G6	0,97994					
11		G7	0,949722					
12		G8	0,934355					
13		G9	0,985345					
14		G10	0,947049					
15		G11	0,966651					
16		G12	0,986681					
17		G13	0,974569					
18		G14	0,986037					
19								
20		Amaç Fonksiyon Değeri	4809,333					
21								
22								

Şekil 3.3 : Problemin çözümünde Excel Solver uygulaması

Çözüm sırasında karşılaşılan uygulama sorunlarından biri, modelin MHD'nin çok yüksek olmasını önerdiği ürünler için Z_j değerinin belirlenmesi idi. Sorunu somutlaştırmak gerekirse, optimum çözümde $MHD_j=1$ olarak atanan ürünlerin Z_j değeri, standart normal dağılımın ters fonksiyonunda sonsuza eşit, dolayısıyla eşitlik 3.13'e göre stokların sonsuza eşit olması gerekti. Bu sorunu engellemek üzere modelde olmadığı halde uygulama sırasında tüm gruplar için maksimum MHD kısıtı eklendi ($\max MHD_i = 0,999999$).

Eşitlik 3.13'e göre hesaplanan stoklar, bu hesabın sonucunda reel sayı olarak ortaya çıkmaktadır. Oysa ki Firma'nın ürünleri farklı ambalaj ve boyutlardaki stok tutma birimlerinde (SKU) tutulmaktadır. Dolayısıyla stokların tam sayı olması gerekmektedir.

Sonuçların gerçeğe uygun ve uygulanabilir olması için ve aynı zamanda aşağı yuvarlama durumunda MHD'nin aşağı düşmemesi için reel sayı olan stoklar, bir üst tamsayıya yuvarlanmıştır. Optimizasyon, üst tamsayıya yuvarlama işleminden sonra yapılmıştır. Sonucun bir bölümü Tablo 3.3'de, tamamı EK 3'de görülebilir.

Tablo 3.3 : Ürünlerin stokları

\bar{U}_j	S_j
Ürün1	154,00
Ürün2	8,00
Ürün3	458,00
Ürün4	197,00
Ürün5	35,00
Ürün6	52,00
Ürün7	41,00
Ürün8	3499,00
...	...
...	...
Ürün48	365,00
Ürün49	12,00

4. SONUÇLAR

Model, verilen kısıtlar ve amaç fonksiyonu doğrultusunda çok kısa bir süre içinde çözülmektedir. Buna göre karar değişkeni HD_i 'ler Tablo 4.1'deki değerleri almıştır:

Tablo 4.1 : Grup müşteri hizmet düzeyleri

Grup Adı	min HD_i	Sonuç
G1	0,90	0,9
G2	0,90	0,960234
G3	0,90	0,960674
G4	0,90	0,9
G5	0,90	0,960712
G6	0,90	0,963842
G7	0,90	0,9
G8	0,90	0,934355
G9	0,90	0,969251
G10	0,90	0,931952
G11	0,95	0,95
G12	0,90	0,97147
G13	0,90	0,959022
G14	0,95	0,970463

Sonuçlara bakıldığında G1, G4, G7 ve G11 grupları minimum hizmet düzeyine eşit olduğu, en yüksek grup MHD'nin yüzde 97,147 ile 12. grupta olduğu, ortalamanın ise yüzde 94,5 olduğu ortaya çıkmıştır.

Grup MHD'lerinden ürün MHD'lerine geçişte kullanılan denkleme göre (eşitlik 3.12) öncelikle ürünlerin üyesi olduğu grupların hizmet düzeyleri bulunmuş ve her ürün için bunların en büyükleri o ürünün MHD olarak belirlenmiştir (bkz Tablo 4.2).

Tablo 4.2 : Ürün müşteri hizmet düzeyleri

Grup	...	Ürün7	Ürün8	...	Ürün15	Ürün16	Ürün17	Ürün18	Ürün19	...
G1	...	0	0,9	...	0	0	0	0,9	0	...

G2	...	0	0,96	...	0	0	0	0,9602	0	...
G3	...	0	0	...	0	0	0,96067	0	0,9607	...
G4	...	0	0	...	0	0	0	0	0	...
G5	...	0	0,961	...	0	0	0	0,9607	0	...
G6	...	0	0,964	...	0,9638	0,9638	0	0,9638	0,9638	...
G7	...	0	0,9	...	0	0	0	0	0	...
G8	...	0	0,934	...	0	0	0	0	0	...
G9	...	0	0,969	...	0	0,9693	0	0,9693	0	...
G10	...	0	0	...	0	0	0	0	0	...
G11	...	0	0	...	0	0	0	0	0	...
G12	...	0,97147	0,971	...	0	0	0	0	0	...
G13	...	0,95902	0,959	...	0	0	0	0	0	...
G14	...	0	0,97	...	0	0	0	0,9705	0	...
Ürün MHD Enb (HD _i *X _{ij})	...	0,97147	0,971	...	0,9638	0,9693	0,96067	0,9705	0,9638	...

Bu grup ve ürün MHD sonuçlarına göre minimize edilmesi istenen amaç fonksiyonun değeri 52.579,88 TL/hafta olarak elde edilmiştir. Bu maliyetin 37.217 TL'si, diğer bir deyişle %70,7'si stok maliyetidir. Geri kalan bölümü %18,8 ile satış kaybı, %8,8 ile elleçleme maliyeti ve %1,6 ile ceza maliyeti oluşturmaktadır.

Modelde G1, G4, G7 ve G11 olmak üzere 4 karar değişkeni sınırlayıcı iken bu değişkenlerin Lagrange çarpanları sırasıyla -196, -1171, -28.387 ve -13.015'dir. Diğer bir deyişle, sınırlayıcı karar değişkenlerinin alt sınırları 1 azaltılırsa hedef fonksiyonunun değeri bu kadar aşağı çekilebilecektir (Bkz. Ek-4). Bu durumda özellikle G7'nin minimum MHD yüksek tanımlanmış görünmektedir. Firma'nın bu ürün grubu için MHD'ni tekrar incelemesi gereklidir. Bunlar dışındaki karar değişkenleri sınırda olmadıkları için alt veya üst sınırların değiştirilmesi sonucu etkilemeyecektir.

5. TARTIŞMA

Müşteri hizmet düzeyinin belirlenmesi ya da hedeflenen MHD'nin tutturulabilmesi için gerekli miktarda stok tutulması gerekmektedir. Daha yüksek MHD için daha fazla stok tutulması gerekirken, bu çalışmada dengenin bir matematik model ile sağlanmasına çalışılmıştır.

Yapılan çalışmanın, müşteri hizmet düzeyi – stok optimizasyonu konusunda yeni bir yaklaşım getirdiğine inanılmaktadır. Tamamlayıcı mallar mantığı esas alınarak gruplar için müşteri hizmet düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek uygulamada kurulan doğrusal olmayan matematik modelin, oluşturulmak istenen yapıyı verdiği düşünülmektedir. Kısacası model, hedefine uygun şekilde, yaklaşımı sayısal dile uygun bir şekilde aktarmıştır.

Model, başka birçok eklentilerle geliştirilebilir. Örneğin ürünler veya gruplar için ayrı ayrı üretimi durdurma olasılıkları (R) tanımlanabilir ya da stok maliyetleri fire vb. kalemlerle daha detaylı hesaplanabilir. Bu gibi ek çalışmalarla Tamamlayıcı Ürünler için Müşteri Hizmet Düzeyi – Stok Optimizasyonu konusunun derinleştirilebileceğine inanılmaktadır.

Kurulan mantık ve uygulanan modelin, ürün çeşitliliğinin yüksek olduğu ve ürünlerin değerleri ile birlikte aynı sipariş içinde alındığı sektörlerde uygulanabileceği düşünülmektedir. Yıllık planlar yapılırken stokların belirlenmesi süreçlerinde, ya da lansmanı yapılacak olan bir ürünün MHD ve stok miktarları belirlenirken geliştirilen yöntemin uygulanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Baskak, M., Tanyaş, M., 2006. *Üretim Planlama ve Kontrol*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.
- Hillier, F.S., Lieberman, G.J., 2001. *Introduction to Operations Research*, 7th edn. New York: McGraw-Hill.
- Huberman, L., 1991. *Feodal Toplumdan Yirminci Yüzyıla*. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Kaydos, W., 1991. *Measuring, Managing and Maximizing Performance*. Portland: Productivity Press.
- Keskin, M.H., 2006. *Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi (Geçmişi, Değişimi, Bugünü, Geleceği)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Nahmias, S., 2004. *Production and Operation Analysis*. 5th edn. Glasgow: McGraw-Hill.
- Valentine, R.F., 1970. *Value Analysis for Better Systems and Procedures*, New Jersey: Prentice Hall.

Sürekli Yayınlar

- Boedi, R., Korevaar, P., Schimpel, U., 2007. Inventory Budget Optimization: Meeting System-Wide Service Levels in Practice. *IBM Journal of Research and Development*. (51), pp. 447.
- Doğramacı, A., 1979. Design of Common Components Considering Implications of Inventory Costs and Forecasting. *IIE Transactions*. (11), pp. 129–135.
- Hu, J.M., Wang, T.Y., 2008. An Inventory Control System for Products with Optional Components under Service Level and Budget Constraints. *European Journal of Operations Research*. (189), pp. 41-58
- Little, J., Coughlan, B., 2008. Optimal Inventory Policy within Hospital Space Constraints. *Healthcare Management Science*. (11), pp. 177-183.
- Seeletse, S.M., 2002. A Mathematical Expectation of Service Level. *Pakistan Journal of Applied Sciences*. 2(3), pp. 339-340.

Diğer Kaynaklar

Biswas, S., Customer Service Level,

<http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/coimbatore/node14.html>. [2009]

Erdal, M., 2008. Ders Notları.

Ersoy, M.Ş., Lojistik ve Türkiye'nin Konumu,

http://www.turktrade.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=53.

[2009]

<http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>. [2009]

Schreibfeder, J., 1997. Accurately Measuring Customer Service,

<http://www.effectiveinventory.com/article1.html>. [2009]

Tanyaş, M., 2007. Ders Notları.

Türk Dil Kurumu Büyük Tırçe Sözlük, www.tdk.org.tr. [2009]

EKLER

EK 1-Tablo 1 Ürün parametre değerleri

Urun Adi	Standart Sapma	Tedarik Suresi	Ortalama Satis Fiyati	Amortisman	Siparis Sayısı	Siparişteki Ürün Adedi
Urun1	29,22	0,2	29,36	0,83	3,31	6
Urun2	3,99	0,2	196,96	9,92	0,87	3
Urun3	54,46	0,2	39,47	0,83	4,23	10
Urun4	35,14	0,2	26,35	0,83	4,69	7
Urun5	11,15	0,2	23,03	0,83	2,37	3
Urun6	7,39	0,2	19,48	0,83	0,81	8
Urun7	27,23	0,2	120,49	9,92	18,50	1
Urun8	552,52	0,2	10,16	0,83	49,63	7
Urun9	13,53	0,2	304,42	12,40	12,69	1
Urun10	3,70	0,2	16,27	0,83	0,65	3
Urun11	9,07	0,2	13,29	0,83	1,60	2
Urun12	32,81	0,2	12,00	0,83	0,15	22
Urun13	10,77	1	18,27	0,83	2,58	3
Urun14	65,54	1	31,02	0,83	11,40	4
Urun15	9,21	0,2	24,96	0,83	1,79	3
Urun16	27,41	0,2	18,54	0,83	11,63	2
Urun17	33,07	0,2	114,60	9,92	15,27	2
Urun18	271,99	0,2	12,96	0,83	27,29	7
Urun19	26,91	0,2	312,19	12,40	12,23	2
Urun20	283,10	0,2	19,75	0,83	17,10	11
Urun21	103,49	0,2	5,21	0,83	1,56	33
Urun22	17,23	0,2	8,75	0,83	0,63	16
Urun23	58,63	0,2	43,81	0,83	15,06	3
Urun24	4,70	0,2	1,52	0,17	0,62	4
Urun25	236,57	0,2	10,16	0,83	7,46	19
Urun26	75,42	0,2	1,53	0,17	6,29	6
Urun27	4,18	0,2	419,99	9,92	1,63	1
Urun28	166,22	0,2	34,04	0,83	25,71	5
Urun29	4,07	0,2	946,35	12,40	2,37	1
Urun30	7,39	0,2	2,74	0,17	2,87	2
Urun31	3,75	0,2	17,80	0,83	1,38	1
Urun32	28,10	0,2	85,73	0,83	3,87	4
Urun33	13,83	0,2	327,01	9,92	3,90	2
Urun34	176,91	0,2	29,30	0,83	19,17	6
Urun35	11,74	0,2	691,23	12,40	4,12	2
Urun36	18,90	0,2	60,04	0,83	16,52	1
Urun37	22,13	0,2	41,66	0,83	6,69	3
Urun38	5,40	0,2	383,05	9,92	1,65	1

Urun39	245,12	0,2	29,53	0,83	19,62	8
Urun40	7,36	0,2	867,74	12,40	4,52	1
Urun41	29,15	0,4	115,79	1,65	6,42	3
Urun42	38,64	0,2	29,25	0,83	5,87	5
Urun43	3,32	0,2	324,79	9,92	0,87	2
Urun44	9,62	0,2	33,41	0,83	0,50	7
Urun45	110,29	3	34,23	0,83	0,04	172
Urun46	8,88	0,2	21,60	0,83	0,98	3
Urun47	6,18	1	26,92	0,83	1,96	2
Urun48	12,74	1	54,87	0,83	0,52	15
Urun49	4,67	1	59,76	0,83	3,46	1

EK 2-Tablo 1 Ürünlerin gruplara göre aldığı MHD değerleri ve en büyüğü

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	Max
Urun1	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun2	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun3	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun4	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun5	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun6	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9715	0,959	0	0,971
Urun8	0,9	0,960234	0	0	0,961	0,964	0,9	0,934	0,9693	0	0	0,9715	0,959	0,9705	0,971
Urun9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9715	0	0	0,971
Urun10	0	0	0	0	0	0,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0,964
Urun11	0	0	0	0	0	0,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0,964
Urun12	0	0	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun13	0	0,960234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,960
Urun14	0	0,960234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,960
Urun15	0	0	0	0	0	0,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0,964
Urun16	0	0	0	0	0	0,964	0	0	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun17	0	0	0,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,961
Urun18	0,9	0,960234	0	0	0,961	0,964	0	0	0,9693	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun19	0	0	0,961	0	0	0,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0,964
Urun20	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun21	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun22	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun23	0,9	0	0	0	0,961	0,964	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0,950
Urun25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0,950
Urun26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0,950
Urun27	0,9	0	0	0	0,961	0,964	0	0	0,9693	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun28	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932	0	0	0	0	0,932
Urun30	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0,950
Urun32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0,950
Urun33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932	0	0	0	0	0,932
Urun34	0	0,960234	0	0	0,961	0,964	0	0,934	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932	0	0	0	0	0,932
Urun36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932	0	0	0	0	0,932
Urun39	0	0	0	0	0	0,964	0	0,934	0	0	0	0	0	0	0,964
Urun40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932	0	0	0	0	0,932
Urun41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,959	0	0,959
Urun42	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun43	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun44	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9693	0	0	0	0	0	0,969
Urun45	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun46	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,900
Urun47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970
Urun49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9705	0,970

EK 3-Tablo 1 Sonuçlar

Urun Adı	HD	Zj	Sj	Stok	Elleçleme	Kar Kaybı	Ceza	Toplam
				Maliyeti	Maliyeti		Maliyeti	Maliyet
Urun1	0,96	1,76	154,00	257,70	35,42	42,90	7,80	343,82
Urun2	0,90	1,28	8,00	120,59	1,84	86,93	5,19	214,55
Urun3	0,96	1,76	458,00	851,48	105,34	111,52	9,97	1078,31
Urun4	0,96	1,76	197,00	274,85	45,31	47,67	11,06	378,89
Urun5	0,96	1,76	35,00	45,36	8,05	8,50	5,58	67,49
Urun6	0,96	1,76	52,00	61,14	11,96	5,76	1,90	80,76
Urun7	0,97	1,90	41,00	590,01	9,43	153,27	31,67	784,37
Urun8	0,97	1,90	3499,00	4211,73	804,77	242,76	84,97	5344,22
Urun9	0,97	1,90	17,00	402,74	3,91	265,66	21,73	694,04
Urun10	0,96	1,80	10,00	10,13	2,30	0,86	1,42	14,71
Urun11	0,96	1,80	21,00	20,78	4,83	1,22	3,46	30,30
Urun12	0,96	1,76	587,00	564,87	135,01	1,17	0,36	701,42
Urun13	0,96	1,75	60,00	69,85	13,80	6,74	6,15	96,54
Urun14	0,96	1,75	512,00	838,79	117,76	95,66	27,21	1079,42
Urun15	0,96	1,80	30,00	44,85	6,90	8,43	3,88	64,06
Urun16	0,97	1,87	55,00	78,42	12,65	27,85	21,47	140,39
Urun17	0,96	1,76	58,00	790,29	13,34	289,03	36,03	1128,68
Urun18	0,97	1,89	1745,00	2173,72	401,35	153,58	48,36	2777,01
Urun19	0,96	1,80	44,00	989,56	10,12	579,86	26,53	1606,07
Urun20	0,90	1,28	1797,00	5308,05	413,31	2599,89	102,58	8423,83
Urun21	0,90	1,28	1959,00	2185,62	450,57	96,48	9,35	2742,02
Urun22	0,90	1,28	166,00	204,30	38,18	26,65	3,81	272,93
Urun23	0,97	1,89	164,00	402,22	37,72	140,99	26,69	607,62
Urun24	0,95	1,64	17,00	3,13	3,91	0,15	1,85	9,04
Urun25	0,95	1,64	3417,00	3676,03	785,91	114,67	22,38	4599,00
Urun26	0,95	1,64	356,00	72,17	81,88	4,58	18,87	177,50
Urun27	0,97	1,89	6,00	153,05	1,38	48,91	2,90	206,23
Urun28	0,97	1,87	717,00	1498,63	164,91	324,58	47,44	2035,55
Urun29	0,93	1,49	4,00	190,08	0,92	367,41	9,66	568,07
Urun30	0,90	1,28	10,00	2,33	2,30	2,50	17,19	24,32
Urun31	0,95	1,64	6,00	16,46	1,38	8,63	4,15	30,62
Urun32	0,95	1,64	89,00	895,25	20,47	463,91	11,60	1391,23
Urun33	0,93	1,49	22,00	491,47	5,06	428,80	15,94	941,26
Urun34	0,97	1,87	1005,00	1949,01	231,15	255,77	35,37	2471,30
Urun35	0,93	1,49	22,00	850,29	5,06	955,49	16,80	1827,64
Urun36	0,97	1,89	27,00	67,52	6,21	53,09	29,28	156,09
Urun37	0,97	1,89	58,00	114,87	13,34	44,47	11,86	184,53
Urun38	0,93	1,49	7,00	175,31	1,61	110,62	6,75	294,29
Urun39	0,96	1,80	1633,00	3254,35	375,59	430,01	42,56	4102,51
Urun40	0,93	1,49	10,00	466,60	2,30	684,74	18,45	1172,09
Urun41	0,96	1,74	114,00	1102,41	26,22	411,44	15,79	1555,87
Urun42	0,97	1,87	179,00	365,82	41,17	71,32	10,82	489,14
Urun43	0,97	1,87	8,00	187,47	1,84	46,74	1,60	237,65

Urun44	0,97	1,87	59,00	124,90	13,57	9,02	0,92	148,42
Urun45	0,90	1,28	245,00	213,43	56,35	1,90	0,23	271,92
Urun46	0,90	1,28	19,00	32,58	4,37	16,98	5,88	59,81
Urun47	0,97	1,89	26,00	39,16	5,98	5,12	3,48	53,73
Urun48	0,97	1,89	365,00	750,46	83,95	18,38	0,92	853,70
Urun49	0,97	1,89	12,00	28,02	2,76	10,02	6,13	46,93

EK 4-Tablo 1 Excel Solver Raporları

Microsoft Excel 11.0 Answer Report

Worksheet: [SLOptimizer_2107 v2.xls]Main

Report Created: 22.07.2009 12:53:37

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$4	Objective Function	52621,87506	52579,88392

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$C\$5	G1 Value	0,9	0,9
\$C\$6	G2 Value	0,959978866	0,960233601
\$C\$7	G3 Value	0,960611434	0,960674211
\$C\$8	G4 Value	0,9	0,9
\$C\$9	G5 Value	0,960490993	0,960711609
\$C\$10	G6 Value	0,96381975	0,963842023
\$C\$11	G7 Value	0,9	0,9
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	0,934354611
\$C\$13	G9 Value	0,969243817	0,969250712
\$C\$14	G10 Value	0,930809042	0,931952017
\$C\$15	G11 Value	0,95	0,95
\$C\$16	G12 Value	0,971445368	0,971469713
\$C\$17	G13 Value	0,958754922	0,959022039
\$C\$18	G14 Value	0,96997166	0,970463076

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$C\$5	G1 Value	0,9	\$C\$5>=\$C\$3	Binding	0
\$C\$6	G2 Value	0,960233601	\$C\$6>=\$C\$4	Not Binding	0,060233601
\$C\$7	G3 Value	0,960674211	\$C\$7>=\$C\$5	Not Binding	0,060674211
\$C\$8	G4 Value	0,9	\$C\$8>=\$C\$6	Binding	0
\$C\$9	G5 Value	0,960711609	\$C\$9>=\$C\$7	Not Binding	0,060711609
\$C\$10	G6 Value	0,963842023	\$C\$10>=\$C\$8	Not Binding	0,063842023
\$C\$11	G7 Value	0,9	\$C\$11>=\$C\$9	Binding	0
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	\$C\$12>=\$C\$10	Not Binding	0,034354611
\$C\$13	G9 Value	0,969250712	\$C\$13>=\$C\$11	Not Binding	0,069250712
\$C\$14	G10 Value	0,931952017	\$C\$14>=\$C\$12	Not Binding	0,031952017
\$C\$15	G11 Value	0,95	\$C\$15>=\$C\$13	Binding	0
\$C\$16	G12 Value	0,971469713	\$C\$16>=\$C\$14	Not Binding	0,071469713
\$C\$17	G13 Value	0,959022039	\$C\$17>=\$C\$15	Not Binding	0,059022039
\$C\$18	G14 Value	0,970463076	\$C\$18>=\$C\$16	Not Binding	0,020463076

\$C\$24	Toplam Stok Value	20102	\$C\$24<=\$C\$23	Not Binding	898
\$C\$5	G1 Value	0,9	\$C\$5<=0.999999	Not Binding	0,099999
\$C\$6	G2 Value	0,960233601	\$C\$6<=0.999999	Not Binding	0,039765399
\$C\$7	G3 Value	0,960674211	\$C\$7<=0.999999	Not Binding	0,039324789
\$C\$8	G4 Value	0,9	\$C\$8<=0.999999	Not Binding	0,099999
\$C\$9	G5 Value	0,960711609	\$C\$9<=0.999999	Not Binding	0,039287391
\$C\$10	G6 Value	0,963842023	\$C\$10<=0.999999	Not Binding	0,036156977
\$C\$11	G7 Value	0,9	\$C\$11<=0.999999	Not Binding	0,099999
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	\$C\$12<=0.999999	Not Binding	0,065644389
\$C\$13	G9 Value	0,969250712	\$C\$13<=0.999999	Not Binding	0,030748288
\$C\$14	G10 Value	0,931952017	\$C\$14<=0.999999	Not Binding	0,068046983
\$C\$15	G11 Value	0,95	\$C\$15<=0.999999	Not Binding	0,049999
\$C\$16	G12 Value	0,971469713	\$C\$16<=0.999999	Not Binding	0,028529287
\$C\$17	G13 Value	0,959022039	\$C\$17<=0.999999	Not Binding	0,040976961
\$C\$18	G14 Value	0,970463076	\$C\$18<=0.999999	Not Binding	0,029535924

Microsoft Excel 11.0 Sensitivity Report
Worksheet: [SLOptimizer_2107 v2.xls]Main
Report Created: 22.07.2009 12:53:38

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Gradient
\$C\$5	G1 Value	0,9	0
\$C\$6	G2 Value	0,960233601	0
\$C\$7	G3 Value	0,960674211	0
\$C\$8	G4 Value	0,9	0
\$C\$9	G5 Value	0,960711609	0
\$C\$10	G6 Value	0,963842023	0
\$C\$11	G7 Value	0,9	0
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	0
\$C\$13	G9 Value	0,969250712	0
\$C\$14	G10 Value	0,931952017	0
\$C\$15	G11 Value	0,95	0
\$C\$16	G12 Value	0,971469713	0
\$C\$17	G13 Value	0,959022039	0
\$C\$18	G14 Value	0,970463076	0

Constraints

Cell	Name	Final Value	Lagrange Multiplier
\$C\$5	G1 Value	0,9	196,9238129
\$C\$6	G2 Value	0,960233601	0

\$C\$7	G3 Value	0,960674211	0
			-
\$C\$8	G4 Value	0,9	1171,140381
\$C\$9	G5 Value	0,960711609	0
\$C\$10	G6 Value	0,963842023	0
			-
\$C\$11	G7 Value	0,9	28387,51172
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	0
\$C\$13	G9 Value	0,969250712	0
\$C\$14	G10 Value	0,931952017	0
			-
\$C\$15	G11 Value	0,95	13015,70898
\$C\$16	G12 Value	0,971469713	0
\$C\$17	G13 Value	0,959022039	0
\$C\$18	G14 Value	0,970463076	0
\$C\$24	Toplam Stok Value	20102	0

Microsoft Excel 11.0 Limits Report

Worksheet: [SLOptimizer_2107 v2.xls]Limits Report 1

Report Created: 22.07.2009 12:53:38

Cell	Target Name	Value
\$F\$4	Objective Function	52579,88392

Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result
\$C\$5	G1 Value	0,9	0,9	52579,88392	0,986432095	53515,59791
\$C\$6	G2 Value	0,960233601	0,9	52507,25907	0,983331578	53589,09646
\$C\$7	G3 Value	0,960674211	0,9	52873,56288	0,999999	54655,99881
\$C\$8	G4 Value	0,9	0,9	52579,88392	0,999999	53582,5411
\$C\$9	G5 Value	0,960711609	0,9	52324,55934	0,981181019	53515,8218
\$C\$10	G6 Value	0,963842023	0,9	52422,95507	0,981093544	53410,90726
\$C\$11	G7 Value	0,9	0,9	52579,88392	0,942384193	53344,97836
\$C\$12	G8 Value	0,934354611	0,9	52579,88392	0,983886137	53678,58565
\$C\$13	G9 Value	0,969250712	0,9	52964,65523	0,983130105	53486,87595
\$C\$14	G10 Value	0,931952017	0,9	53504,19712	0,999999	54581,02752
\$C\$15	G11 Value	0,95	0,95	52579,88392	0,978592013	53495,50884
\$C\$16	G12 Value	0,971469713	0,9	53189,88583	0,991427735	53529,49009
\$C\$17	G13 Value	0,959022039	0,9	52898,23697	0,990947699	53663,48265
\$C\$18	G14 Value	0,970463076	0,95	52565,58575	0,985560002	53505,79829

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cem AYDIN

Sürekli Adresi : Turgut Özal Bulvarı Kavisli Sk No:3/1 Taşdelen - İstanbul

Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul, 1981

Yabancı Dili : İngilizce

İlk Öğretim : Vatan Anadolu Lisesi, 1996

Orta Öğretim : Özel Kültür Fen Lisesi, 1999

Lisans : Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, 2005

Yüksek Lisans : Bahçeşehir Üniversitesi, 2009

Enstitü Adı : Fen Bilimleri Enstitüsü

Program Adı : Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi

Yayımları : -

Çalışma Hayatı : -