

# Fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan bir tedarik zinciri sözleşmesi modeli

**Murat ÖZMIZRAK\***, **Semra BİRGÜN**

*İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği Programı, İstanbul*

## Özet

*Tedarik zinciri bir ürünün tasarım aşamasından tüketicinin eline ulaşıncaya kadar geçireceği ve gerekli olan tüm aşamaları kapsar. Bu çalışmamızda tedarik zinciri sözleşmelerinin bir performans geliştiricisi olarak tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkartmada nasıl kullanılabileceği araştırılmış ve iki sözleşme modeli incelenmiştir. İlk sözleşme modeli olarak, ürüne olan talebin satış fiyatı ile bağlantılı olduğu bir ortamda, üreticinin satıcıya belli bir miktarda ürün alma garantisi karşılığı önerdiği indirimler ele alınmıştır. İkinci sözleşme modeli olarak ise, üreticinin toplam tedarik zinciri katma değerini arttırmak için satıcıya önerdiği satılamayan ürünü geri alma ve satın almada miktar esnekliği sağlama sözleşmeleri incelenmiştir. Birinci modelde, görüleceği üzere, her ne kadar talep, satış fiyatı ile bağlantılı ise de, sonuç yalnız satıcı açısından değerlendirildiğinden, modelin tedarik zinciri toplam katma değeri üzerindeki etkisi belirsizdir. Diğer yandan, ikinci model tedarik zincirinin toplam katma değerini arttırdığı halde, talebin fiyat duyarlılığı göz önüne alınmamıştır. Çalışmamızda geliştirdiğimiz modelin özgün yanı, yukarıdaki iki modelin zayıf noktalarına cevap vermesi ve talebin fiyata duyarlı olduğu bir ortamda üretici satıcı arasında miktar esnekliği sağlayan bir sözleşmenin tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkarmasıdır. Çalışmamızda ayrıca sözleşmeden kaynaklanan bu ek katma değer artışının her iki tarafın da kazanması için nasıl paylaştırılabileceğini öneren iki yöntem geliştirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** *Tedarik zinciri, esnek miktar sözleşmesi, talep esnekliği.*

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Murat Özmizrak. ozmizrak@rogers.com; Tel: (216) 360 84 77.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ İşletme Mühendisliği Bölümü'nde tamamlanmış olan "Fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan bir tedarik zinciri sözleşmesi modelinin tedarik zinciri performans geliştiricisi olarak kullanımı" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale, metni 06.07.2006 tarihinde dergiye ulaşmış, 11.10.2006 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2008 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## A price-sensitive quantity-flexible supply chain contract model

### Extended abstract

*A supply chain consists of all stages involved, directly or indirectly, in fulfilling a customer request. The objective of every supply chain is to maximize the overall value generated. The value a supply chain generates is the difference between what the final product is worth to the customer and the effort the supply chain expends in filling the customer's request. For most commercial supply chains, this value will be strongly correlated with the supply chain profitability, the difference between the revenue generated from the customer and the overall cost across the entire supply chain. The objective of maximizing this supply chain surplus can be achieved by improving the supply chain performance in terms of efficiency and responsiveness using the four supply chain drivers: inventory, transportation, facilities, and information.*

*In this dissertation, we discussed these drivers and introduced supply chain contracts as a new driver to maximize supply chain profitability. Effective use of the contracts can substantially increase the overall supply chain profitability and its competitive advantage by forcing the companies into an intercompany interfunctional scope of strategic fit to evaluate every action in the context of the entire supply chain. This broad scope increases the size of the surplus to be shared among all stages of the supply chain.*

*A contract specifies the parameters within which a buyer places orders and a supplier fulfills them. It may contain specifications regarding quantity, price, time, and quality. As contracts change, the risk different stages of the supply chain bear changes, which affects the buyer's and supplier's decisions and supply chain profitability. By entering into such a contract, the buyer often stands to gain guaranteed delivery of the product, which is very useful in times of scarcity, shorter delivery times, lower purchasing price, and a lower safety stock level. The supplier will also benefit with a better production plan, reduced variance of demand, economies of scale, and less paperwork. Harder to measure, but also important, is the increased level of trust and cooperation which can develop between a buyer and a supplier who decide to engage in such a contract.*

*Of particular interest here are contracts that specify the parameters within which a buyer places orders and a supplier fulfills them in order to maximize the total supply chain surplus.*

*We presented two supply chain contract models. First, where a retailer facing price sensitive demand may obtain a discount by committing a fixed quantity over a finite horizon, and second where a manufacturer offering buyback or quantity flexibility contracts may increase the total supply chain profit. We concluded that the first model incorporates demand as a function of the selling price but does not address the crucial issue of total supply chain surplus maximization. On the other hand, the second model, although it increases the total supply chain surplus, does not incorporate the demand elasticity.*

*We then developed a model to address the individual weaknesses of the models discussed by incorporating the price sensitive demand into quantity flexibility contracts by determining the optimal level of product availability, as a function of the selling price, which maximizes the total supply chain profit. We also proposed two solutions to the issue of profit sharing related to the distribution of the additional supply chain profit generated by using the contracts.*

*Furthermore, through numerical experiments, we showed that our model maximizes total supply chain surplus by incorporating demand elasticity and profit sharing into quantity flexibility contracts. We also developed a computer program to help simulate the system to find optimum contract parameters.*

*We then summarized the strength and weaknesses of the models discussed with respect to our model and showed that our model, Maximize Supply Chain Profit with Buyback and Quantity Flexibility Contracts and Profit Sharing with Demand as a Function of the Selling Price Model, combines the strength of the models discussed and addresses their main weaknesses.*

*It is our belief that the supply chain contract model developed in this dissertation can be an integral part of any Advanced Planning and Scheduling (APS) system.*

**Keywords:** Supply chain, quantity flexibility contracts, demand elasticity.

## Giriş

Tedarik zinciri, bir ürünün tasarım aşamasından son müşterinin eline ulaşıncaya kadar geçireceği ve gerekli olan tüm aşamaları kapsar. Her tedarik zincirinin amacı kattığı değeri en üst düzeye çıkartmaktır. Bu değer tüketiciye ulaşan en son ürünün getirisiyle tedarik zincirinin bu ürünü müşteriye ulaştırıncaya kadar harcadığı tüm emeklerin arasındaki farktır. Genelde bütün ticari tedarik zincirlerinde bu katma değer, tedarik zincirinin tüketiciden elde ettiği getiri ile ürünün toplam maliyeti arasındaki farka eşittir. Bu katma değeri en üst düzeye çıkartma amacı tedarik zincirinin etkinliğini arttırmakla, diğer bir deyişle, en az masraf ile tüketici beklentilerini en üst düzeyde karşılamakla sağlanır. Bunun için de tedarik zincirinin bilinen dört performans geliştiricisi: stok, nakliye, tesisler ve bilgi sistemleri kullanılır.

Çalışmamızda, yukarıdaki dört performans geliştiricisi bu yönden incelenmiş ve tedarik zinciri sözleşmelerinin bir diğer performans geliştiricisi olarak tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkartmada nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Özellikle, tedarik zinciri içindeki bir üretici ve satıcı arasındaki fiyat ve miktarları belirleyen sözleşmeler incelenmiştir.

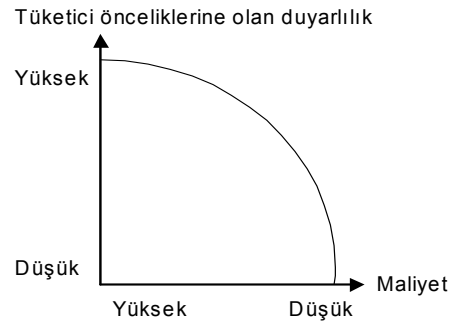
İlk sözleşme tipi olarak, ürüne olan talebin satış fiyatı ile bağlantılı olduğu bir ortamda, üreticinin satıcıya belli bir miktarda ürün alma garantisi karşılığı önerdiği indirimler incelenmiştir. İkinci sözleşme tipi olarak ise, üreticinin toplam tedarik zinciri katma değerini arttırmak için satıcıya önerdiği satılmayan ürünü geri alma ve satın almada miktar esnekliği sağlama sözleşmeleri ele alınmıştır. Birinci modelde, görüleceği üzere, her ne kadar talep satış fiyatı ile bağlantılı ise de, sonuç yalnız satıcı açısından değerlendirildiğinden, modelin tedarik zinciri toplam katma değeri üzerindeki etkisi belirsizdir. Diğer yandan, ikinci model tedarik zincirinin toplam katma değerini arttırdığı halde, talebin fiyat duyarlılığı göz önüne alınmamıştır.

Çalışmamızda geliştirilen modelin özgün yanı, yukarıdaki iki modelin zayıf noktalarına cevap vermesi ve talebin fiyata duyarlı olduğu bir or-

tamda üretici-satıcı arasında miktar esnekliği sağlayan bir sözleşmenin tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkarmasıdır. Çalışmamızda ayrıca sözleşmeden kaynaklanan bu ek katma değer artışının her iki tarafın da kazanması için nasıl paylaştırılabileceğini öneren iki yöntem geliştirilmiştir.

## Stratejik uyum ve tedarik zinciri performans geliştiricileri

Stratejik uyum bir firmanın rekabet stratejisi ve tedarik zinciri stratejisinin aynı amaca yönlendirilmesiyle sağlanır. Diğer bir deyişle, tüketici önceliklerine olan duyarlılık ile tedarik zincirinin verimliliği arasında kurulacak olan denge (Şekil 1) tedarik zincirinin performansını belirler (Marien, 2000). En az masraf ile tüketici beklentilerini en üst düzeyde karşılamak için tedarik zincirinin bilinen dört performans geliştiricisi: stok, nakliye, tesisler ve bilgi sistemleri kullanılır (Chopra ve Meindl, 2001).



Şekil 1. Duyarlılık-maliyet verim denge sınırı

## Stok

Stok, tedarik zincirinin her aşamasında arz ve talep arasında oluşabilecek farklılıklardan kaynaklanır. Stokların arttırılması tüketici önceliklerine olan duyarlılığı olumlu yönde etkilemekle beraber tedarik zinciri verimini azaltır (Brealey ve Myers, 2000; Silver vd., 1998). Stok unsuru genelde nakliye ve tesisler ile bağlantılı olup beraber değerlendirilmez.

## Nakliye

Tedarik zinciri içerisinde hammadde, yarı mamul ve mamullerin nakliyesinde kullanılacak yöntemler, tüketici önceliklerine olan duyarlılık (hızlı ulaşım) ve tedarik zinciri verimliliği (ma-

liyet) arasındaki dengeyi etkiler. Genelde, stok, nakliye ve tesislerin kullanım tarzı bu dengeyi oluşturur (Ballou, 1999).

### Tesisler

Tesislerin sayısı, konumu, kapasiteleri ve işlevleri tüketici önceliklerine olan duyarlılık ile tedarik zinciri verimliliği arasındaki dengeyi stok ve nakliye ile beraber belirleyen bir diğer unsurdur. Özellikle, kapasite fazlalığı ve esnekliği bu dengenin belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Lee ve Kim, 2002).

### Bilgi sistemleri

Bilgi sistemleri kullanımı genelde hem tüketici önceliklerine olan duyarlılığı, hem de tedarik zinciri verimliliğini artırır (Bowersox vd., 2002). Bilgi sistemlerinin işlevleri tedarik zinciri aşamaları arasındaki koordinasyonu sağlamak ve tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkartmak olup bu işlevler entegre bir APS (Advanced Planning and Scheduling) sistemi ile sağlanabilir (Sumner, 2005).

### Tedarik zinciri sözleşmeleri

Tedarik zinciri sözleşmeleri zincir içinde alıcı satıcı arasındaki fiyat ve miktar parametrelerini belirleyerek tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkartmada performans geliştiricisi olarak kullanılabilir.

Çalışmamızda ilk sözleşme tipi olarak ürüne olan talebin satış fiyatı ile bağlantılı olduğu bir ortamda, üreticinin satıcıya belli bir miktarda ürün alma garantisi karşılığı önerdiği indirimler incelenmiştir. İkinci olarak ise, üreticinin toplam tedarik zinciri katma değerini arttırmak için satıcıya önerdiği satılmayan ürünü geri alma ve satın almada miktar esnekliği sağlama sözleşmeleri ele alınmıştır.

Daha sonra, incelenen her iki modelin de zayıf noktalarına cevap veren ve talebin fiyata duyarlı olduğu bir ortamda üretici-satıcı arasında miktar esnekliği sağlayan bir sözleşmenin tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkaracağı gösterilmiştir. Çalışmamızda ayrıca bu sözleşmeden kaynaklanan ek katma değer artışının her iki ta-

rafın da kazanması için nasıl paylaştırılabileceğini öneren iki yöntem incelenmiştir.

### Fiyata duyarlı tedarik zinciri sözleşmeleri

Belli bir miktar satın alma garantisi karşılığı bir indirimin söz konusu olmadığı bir ortamda, satıcı kendi kâr beklentisini en üst düzeye çıkartan satış fiyatını belirler (Lau ve Lau, 1997; Thomas, 1999; Barnes-Schuster, 1996):

$$\max_p \pi(p) = (p - c) \mu(p) \quad (1)$$

Burada  $\pi(p)$  kâr beklentisi,  $p$  birim satış fiyatı,  $c$  birim maliyet (nakliye dahil) ve  $\mu(p)$  satış fiyatına bağlı talep fonksiyonudur.

Talep fonksiyonunun lineer:

$$\mu(p) = d(a - p) / b \quad : a - b \leq p \leq a \quad (2)$$

veya sabit esnekliği:

$$\mu(p) = dp^{-\varepsilon} \quad : p \geq 0, \varepsilon > 1 \quad (3)$$

olduğu varsayılarak ve  $m$  kâr marjı:

$$p = c(1 + m) \quad (4)$$

olarak tanımlanarak, optimum satış fiyatı ve kâr miktarları Tablo 1'de verilmiştir. Burada  $d$  parametresi pazar büyüklüğü,  $a$  ve  $b$  pazarı tanımlayan keyfi parametreler olup (Shy, 1996),  $(a - p) / b$  oranı sıfır ile bir arasında satıcının pazar payını belirler. Talep esnekliği parametresi  $\varepsilon$  ise yüzde olarak talepteki artışın fiyattaki artışa oranıdır.

Tablo 1. Optimum satış fiyatı ve kâr miktarları

$\mu(p)$	$P^*$	$m^*$
$dp^{-\varepsilon}$	$c\varepsilon / (\varepsilon - 1)$	$1 / (\varepsilon - 1)$
$d(a - p) / b$	$(a + c) / 2$	$[(a + c) / 2c] - 1$

Belli bir miktar ( $Q$ ) satın alma garantisi karşılığı üretici satıcıya bir indirim ( $\delta$ ) önerdiği takdirde

satıcı için birim maliyet  $c(1 - \delta)$  olmaktadır. Diğer bir deyişle, satıcı talepteki belirsizliği üreticiden almakta, bunun karşılığında birim maliyetini azaltmaktadır. Satıcı, gerçekleşen talep  $D > Q$  olduğu taktirde  $(D - Q)$  miktarını ayrıca indirimsiz fiyattan alabilmekte;  $D < Q$  durumunda ise  $(Q - D)$  miktarı elinde kalmaktadır.

Thomas (1999) çalışmasında bu diğer maliyet unsurlarını da katarak etkin bir indirim ( $\delta'$ ) bulmakta ve  $\delta' > 0$  olduğu taktirde satıcının satın alma garantisi vermesinin kârlılığını arttıracığını göstermektedir.

Bu tür fiyata duyarlı tedarik zinciri sözleşmeleri her ne kadar satıcı açısından daha kârlı sonuçlara neden olsa da, toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne almadığı için kısıtlı kalmaktadır. Esas amaç, tedarik zincirinin bir halkasının kârını değil, tedarik zincirinin toplam katma değerini en üst düzeye çıkartmaktır (Bassok ve Anupindi, 1997; Bassok vd., 1997; Eppen ve Iyer, 1997; Sengupta ve Turnbull, 1996).

### **Miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri**

Yine belli bir miktar satın alma garantisi karşılığı bir indirimin söz konusu olmadığı ve satış fiyatının sabit olduğu bir ortamda, satıcı kendi kâr beklentisini en üst düzeye çıkartmak için kendisine en uygun sipariş miktarlarını belirler. Talep eğrisi  $f(x)$  bilindiği varsayılarak, satıcı için optimum sipariş miktarı, dolayısıyla gerek üretici gerekse satıcı için kâr beklentileri bulunabilir (Chopra ve Meindl, 2001). Burada yine zincirin halkalarının ayrı ayrı optimizasyonu söz konusu olduğundan, tedarik zincirinin toplam katma değerinin en üst düzeye çıkması sağlanamaz.

Geri satın alma sözleşmeleri ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmeler bu aşamada kullanılıp, tedarik zincirinin toplam kârını en üst düzeye çıkarmak mümkündür (Henig vd.,

1997; Weng, 1997; Tsay, 1997; Masters, 1993; Ritchken ve Tapiero, 1998).

### **Geri satın alma sözleşmeleri**

Chopra ve Meindl (2001) tarafından incelenen bu sözleşme tipinde, üretici satıcının sipariş miktarını arttırmasını sağlamak amacıyla sezon sonunda elinde kalabilecek ürünleri belli bir fiyattan geri almayı taahhüt eder.

Excel ile hazırlanan Tablo 2'de değişik senaryolarda gerek üretici gerekse satıcı için kâr beklentileri hesaplanmıştır. Ürünün üreticiye maliyeti \$10, satış fiyatı \$200 olarak alınmış ve talep eğrisi, ortalaması 1,000 adet ve standard sapması 300 olan normal dağılımlı eğri varsayılmıştır.

### **Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmeler**

İki parametrelili bu tip sözleşmelerde üretici satıcıya talep gerçekleştikten sonra sipariş miktarını değiştirme olanağı sağlar. Satıcı  $Q$  miktarı sipariş edince, üretici  $Q^+ = (1 + \alpha) Q$  miktarına kadar üretimi taahhüt eder. Satıcı ise en az  $Q^- = (1 - \beta) Q$  kadar satın alma garantisi verir. Burada  $\alpha$  ve  $\beta$  üretici ve satıcı arasında belirlenen 0 ve 1 arasında keyfi parametrelerdir. Dolayısıyla, üretici geri satın alma sözleşmelerinde olduğu gibi artık stok riski alır. Ürün fiziki olarak geri dönmediği için, bu tür sözleşmeler geri satın alma sözleşmelerine göre daha avantajlıdır.

Excel ile hazırlanan Tablo 3'te değişik senaryolarda üretici ve satıcı kâr beklentileri hesaplanmıştır. Yine ürünün üreticiye maliyeti \$10, satış fiyatı \$200 olarak alınmış ve aynı talep eğrisi kullanılmıştır. Tablolardan da görüleceği üzere, geri satın alma sözleşmeleri, toplam tedarik zinciri kârını %10 arttırmaktadır. Geri satın alma fiyatı arttıkça, satıcının kârı sürekli artmakta, aynı zamanda üreticinin kârı da artabilmektedir ki bu da tedarik zinciri toplam kârının artmasından kaynaklanmaktadır. Aynı durum satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmeler için de geçerlidir.

Tablo 2. Geri satın alma sözleşmesi senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık

Üretici Toptan Satış Fiyatı (\$)	Geri Satın Alma Fiyatı (\$)	Optimum Sipariş Miktarı	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Geri Dönen Miktar	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
100	0	1000	76063	120	90000	166063
100	30	1067	80154	156	91338	171492
100	60	1170	85724	223	91886	177610
100	<b>95</b>	1501	96875	506	86935	<b>183810</b>
110	50	1076	72615	162	99525	172140
110	100	1384	84735	399	98580	183315
110	<b>105</b>	1486	86938	493	96872	<b>183810</b>
120	75	1108	65971	181	108250	174220
120	100	1252	71601	286	109176	180777
120	<b>116</b>	1501	77500	506	106310	<b>183810</b>

Tablo 3. Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık

$\alpha$	$\beta$	Üretici Toptan Satış Fiyatı (\$)	Sipariş Miktarı	Sipariş Beklentisi (Satıcı)	Satış Beklentisi (Satıcı)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0	0	100	1000	1000	880	76063	90000	166063
0.2	0.2	100	900	944	916	88775	83642	172417
0.2	0.2	100	1000	1000	955	90933	88000	178933
0.2	0.2	100	1100	1047	978	90889	91515	182404
0.4	0.4	100	1000	1000	987	97456	86000	183456
<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>997</b>	<b>99491</b>	<b>84000</b>	<b>183491</b>
0.7	0.7	100	1000	1000	999	99801	83000	182801
0.2	0.2	110	1000	1000	955	80933	98000	178933
0.4	0.4	110	1000	1000	987	87456	96000	183456
<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>110</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>994</b>	<b>88810</b>	<b>95000</b>	<b>183810</b>
0.2	0.2	120	1000	1000	955	70933	108000	178933
<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>120</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>987</b>	<b>77456</b>	<b>106000</b>	<b>183456</b>

### Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme ile sağlanan ek katma değer artışının paylaşılması

Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmeler tedarik zinciri toplam kârını arttırsa da, üretici veya satıcı için elverişsiz bir durum ortaya çıkabilir. Üretici toptan satış fiyatı (\$100) ve sipariş miktarı (1,000) sabit tutularak ve Tablo 3'ten elde edilen Tablo 4 incelendiğinde,  $\alpha = \beta = 0.6$  sözleşmesi, her ne kadar tedarik zinciri toplam kârını %10 kadar arttırsa da, gerçekte satıcı kâr beklentisi %30 artmakta, buna karşılık üretici kâr beklentisi %7 azalmakta olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme senaryolarında kârlılık

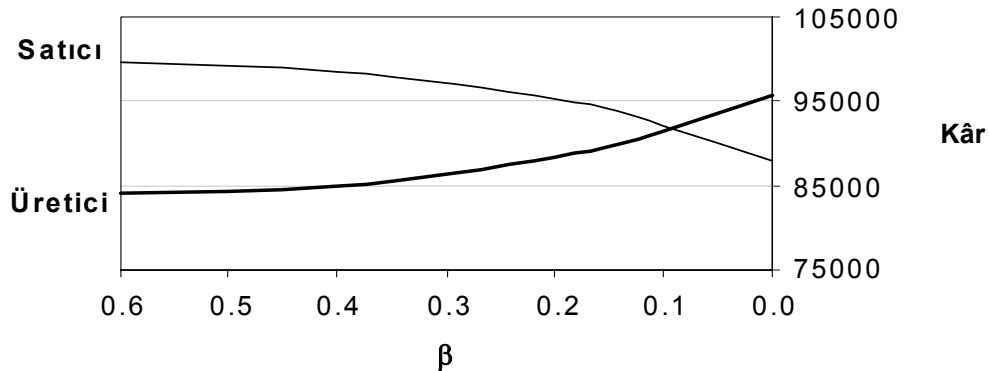
$\alpha$	$\beta$	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0	0	76063	90000	166063
0.2	0.2	90933	88000	178933
0.4	0.4	97456	86000	183456
<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>99491</b>	<b>84000</b>	<b>183491</b>
0.7	0.7	99801	83000	182801

Çalışmamızda sözleşmeden kaynaklanan bu ek katma değer artışının her iki tarafın da kazanması için nasıl paylaşılabilirliğini öneren iki yöntem geliştirilmiştir.

### Ek katma değer paylaşımında $\beta$ 'nin parametre olarak kullanılması

Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmelerde, satıcı Q miktarı sipariş edince, üretici  $Q^+ = (1 + \alpha) Q$  miktarına kadar üretimi taahhüt eder. Satıcı ise en az  $Q^- = (1 - \beta) Q$  kadar satın alma garantisi verir. Böylece, üretici geri satın alma sözleşmelerinde olduğu gibi artık stok riski alır. Bu risk,  $\alpha$  ve dolayısıyla tedarik zinciri toplam kârı değişmeden,  $\beta$  parametresi küçültülerek üreticiden satıcıya aktarılabilir. Aynı şekilde,  $\beta$  parametresinin artırılması ile üreticinin risk payı yükseltilebilir. Sonuç olarak, Tablo 5'te ve Şekil 2'de görüldüğü gibi  $\beta$  parametresi tedarik zinciri toplam kârının paylaşımında kullanılabilir.

Tedarik zinciri toplam kârını en üst düzeye çıkaran ( $\alpha = 0.6$ ) durumda  $\beta = 0.1$  alınarak kâr üretici ve satıcı arasında eşit (veya istenilen oranda) paylaşılabilir. Bir diğer uygulama olarak, gerektiğinde üretici  $\beta$  parametresini kullanarak satıcıya belli bir oranda kâr garantisi de verebilir. Çalışmamızda, artık stok değerlendirmesinin gerek üretici gerekse satıcıda aynı olduğu varsayılmıştır.



Şekil 2. Satıcı ve üretici kârları ( $\alpha = 0.6$ )

Tablo 5. Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmelerde  $\beta$  parametresinin ek katma değer paylaşımında kullanılması

$\alpha$	$\beta$	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0.6	0.6	99491	84000	183491
0.6	0.4	98473	85017	183491
0.6	0.2	95212	88279	183491
<b>0.6</b>	<b>0.1</b>	<b>92118</b>	<b>91372</b>	<b>183491</b>
0.6	0	87777	95714	183491

### Ek katma değer paylaşımında üretici toptan satış fiyatının parametre olarak kullanılması

Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme ile elde edilen tedarik zinciri ek katma değeri üretici toptan satış fiyatının parametre olarak kullanılmasıyla da paylaşılabilir. Tedarik zinciri toplam kârını en üst düzeye çıkaran ( $\alpha = 0.6$ ) sözleşmede bu kârın üretici ve satıcı arasında eşit (veya istenilen oranda) üretici toptan satış fiyatının parametre olarak kullanılmasıyla sağlanan paylaşımı Tablo 6'da verilmiştir.

### Fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri

İncelediğimiz ilk sözleşme tipi olan fiyata duyarlı tedarik zinciri sözleşmelerinde her ne kadar satıcı açısından daha kârlı sonuçlara neden olsa da, toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne almadığı için kısıtlı kaldığını gözledik. Esas amaç olan tedarik zincirinin toplam katma değerini en üst düzeye çıkartmayı amaçlayan miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri ise fiyata duyarlı olmadıkları için gerçeği tam olarak yansıtmamaktadırlar.

Tablo 6. Satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmelerde üretici toptan satış fiyatının ek katma değer paylaşımında kullanılması

Üretici Toptan Satış Fiyatı (\$)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
100	99491	84000	183491
105	94491	89000	183491
107	92491	91000	183491
<b>108</b>	<b>91491</b>	<b>92000</b>	<b>183491</b>
110	89491	94000	183491

Çalışmamızda ürüne olan talebin birim satış fiyatının bir fonksiyonu olduğu ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmelerin kullanıldığı bir model geliştirdik. Çalışmamızda geliştirdiğimiz bu modelin özgün yanı, iki modelin de zayıf noktalarına cevap vermesi ve talebin fiyata duyarlı olduğu bir ortamda üretici-satıcı arasında miktar esnekliği sağlayan bir sözleşmenin tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkarmasıdır.

Tablo 7, satış fiyatının tedarik zinciri toplam kârına etkisini göstermektedir. Satış fiyatı düşürülerek talep arttırılmakta ve daha yüksek katma değer elde edilmektedir. Satış fiyatındaki düşüş (\$200'den \$180'a) talepteki artışı (997'den 1,199'a) sağlamakta ve tedarik zinciri kârı %7 oranında daha da artmaktadır.

Burada vurgulanacak nokta, tedarik zinciri katma değerindeki toplam artışın yalnız fiyata duyarlı talepteki artıştan değil, aynı zamanda satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmelerden kaynaklandığıdır. Tablo 8'de görüldüğü gibi tedarik zinciri toplam kârı sözleşme olmadığı zaman bütün satış fiyatları için daha azdır.



Tablo 7. Talebin fiyata duyarlı olduğu ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık ( $\alpha = \beta = 0.6$ )

$\alpha$	$\beta$	Satış Fiyatı (\$)	Sipariş Miktarı	Sipariş Beklentisi (Satıcı)	Satış Beklentisi (Satıcı)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>180</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1199</b>	<b>95853</b>	<b>100800</b>	<b>196653</b>
0.6	0.6	190	1100	1100	1099	98721	92400	191121
0.6	0.6	200	1000	1000	997	99491	84000	183491
0.6	0.6	210	900	900	896	98101	75600	173701
0.6	0.6	220	800	800	793	94466	67200	161666

Tablo 8. Talebin fiyata duyarlı olduğu ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme olmadığı senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık ( $\alpha = \beta = 0.0$ )

$\alpha$	$\beta$	Satış Fiyatı (\$)	Sipariş Miktarı	Sipariş Beklentisi (Satıcı)	Satış Beklentisi (Satıcı)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0	0	180	1200	1200	1080	74457	108000	182457
0	0	190	1100	1100	980	76260	99000	175260
0	0	200	1000	1000	880	76063	90000	166063
0	0	210	900	900	780	73867	81000	154867
0	0	220	800	800	680	69670	72000	141670

Tedarik zinciri toplam katma değerini en üst düzeye çıkaran talebi gerçekleştiren satış fiyatı için satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşmeler kullanılarak ek katma değer daha da artırılabilir.

Tablo 9’da görüldüğü gibi optimum satış fiyatı \$180 olarak belirlendiğinde, ( $\alpha = 0.4$ ) sözleşme-

si tedarik zinciri toplam kârını daha da arttırmaktadır.

Bu noktada daha önce geliştirdiğimiz ek katma değeri paylaşırma tekniklerinden, örneğin ek katma değer paylaşımında üretici toptan satış fiyatının parametre olarak kullanılması uygulanarak Tablo 10 elde edilir.

Tablo 9. Talebin fiyata duyarlı olduğu ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık (Satış fiyatı = \$180)

$\alpha$	$\beta$	Satış Fiyatı (\$)	Sipariş Miktarı	Sipariş Beklentisi (Satıcı)	Satış Beklentisi (Satıcı)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0	0	180	1200	1200	1080	74457	108000	182457
0.2	0.2	180	1200	1200	1164	89509	105600	195109
<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>180</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1193</b>	<b>94745</b>	<b>103200</b>	<b>197945</b>
0.5	0.5	180	1200	1200	1197	95541	102000	197541
0.6	0.6	180	1200	1200	1199	95853	100800	196653

Tablo 10. Talebin fiyata duyarlı olduğu ve satın almada miktar esnekliği sağlayan sözleşme senaryolarında sipariş miktarları ve kârlılık (Satış fiyatı = \$180) (Ek katma değer paylaşımında üretici toptan satış fiyatı kullanılmıştır)

$\alpha$	$\beta$	Üretici Toptan Satış Fiyatı (\$)	Sipariş Miktarı	Sipariş Beklentisi (Satıcı)	Satış Beklentisi (Satıcı)	Kâr Beklentisi (Satıcı) (\$)	Kâr Beklentisi (Üretici) (\$)	Kâr Beklentisi (Tedarik Zinciri) (\$)
0.4	0.4	95	1200	1200	1193	100745	97200	197945
<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>96</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1193</b>	<b>99545</b>	<b>98400</b>	<b>197945</b>
0.4	0.4	97	1200	1200	1193	98345	99600	197945
0.4	0.4	98	1200	1200	1193	97145	100800	197945
0.4	0.4	100	1200	1200	1193	94745	103200	197945

## Sonuçlar

Bu çalışmamızda tedarik zinciri sözleşmelerinin bir performans geliştiricisi olarak tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkartmada nasıl kullanılabileceğini araştırıp literatürde olan iki sözleşme modelini inceledik.

Talebin satış fiyatı ile bağlantılı olduğu fiyata duyarlı tedarik zinciri sözleşmelerinin incelendiği birinci modelde, sonuç yalnız satıcı açısından değerlendirildiğinden, modelin tedarik zinciri toplam katma değeri üzerindeki etkisi belirsizdir.

Miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmelerinin incelendiği ikinci model ise, her ne kadar tedarik zincirinin toplam katma değerini arttırsa da, talebin fiyat duyarlılığını göz önüne almamıştır. Ayrıca, sözleşmeden kaynaklanan ek katma değer artışının her iki tarafın da kazan

ması için sözleşmeye nasıl yansıtılacağı belirlenmemiştir

Çalışmamızda geliştirilen fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri modelinin özgün yanı, incelenen bu iki modelin zayıf noktalarına cevap vermesi ve talebin fiyata duyarlı olduğu bir ortamda üretici-satıcı arasında miktar esnekliği sağlayan bir sözleşmenin tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkarmasıdır.

Çalışmamızda ayrıca fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmelerinden kaynaklanan bu ek katma değer artışının her iki tarafın da kazanması için tedarik zinciri sözleşmelerine nasıl yansıtılabileceğini gösteren iki yöntem geliştirilmiştir.

İncelediğimiz ve geliştirdiğimiz tedarik zinciri sözleşme modellerinin görece bir karşılaştırması Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Modellerin karşılaştırılması

Model	Kuvvetli Yönleri	Zayıf Yönleri
Fiyata duyarlı tedarik zinciri sözleşmeleri	Talebi satış fiyatı fonksiyonu olarak alıyor	Toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne almıyor
Miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri	Toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne alıyor	Talebi satış fiyatı fonksiyonu olarak almıyor Tedarik zinciri katma değerini paylaşmıyor
Miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri (Katma değer paylaşım)	Toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne alıyor Tedarik zinciri katma değerini paylaşıyor	Talebi satış fiyatı fonksiyonu olarak almıyor
Fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri (Katma değer paylaşım)	Talebi satış fiyatı fonksiyonu olarak alıyor Toplam tedarik zinciri katma değerini göz önüne alıyor Tedarik zinciri katma değerini paylaşıyor	(bkz. Gelecek çalışmalar)

Parameters		Calculations							
d	1500	Q	1200		PbyR	1200		RP	98969
a	300	Q+	1680		SbyR	1193		MP	98976
b	150	Q-	720					SCP	197945
v	10								
c initial	100	c*	96.48						
p	180								
$\sigma(p)$	300								
$\alpha$	0.4								
$\beta$	0.4								

Şekil 3. VBA program çıktısı

İnancımız, bu çalışmada geliştirilen tedarik zinciri sözleşme modellerinin bütün APS (Advanced Planning and Scheduling) sistemlerinde kullanılabileceğidir. Bu amaçla çalışmamızda Excel ile hazırlanan tabloları yaratan ve tedarik zinciri katma değerini en üst düzeye çıkaran ve ek katma değer paylaşımını sağlayan sözleşme parametrelerini belirleyen VBA (Visual Basic for Applications) programları geliştirilmiştir. Bu programlardan ek katma değer paylaşımı için üretici toptan satış fiyatının parametre olarak kullanıldığı ve Tablo 10'a karşıt gelen VBA program çıktı örneği Şekil 3'de verilmiştir.

### Gelecek çalışmalar

İncelenen ve geliştirilen modellerde tedarik zincirinin yalnız bir üretici ve bir satıcıdan oluştuğu varsayılmıştır. Gelecek çalışmalarda ham madde tedarikçisi ve dağıtıcı gibi tedarik zincirinin diğer unsurları da geliştirilen modele katılmalıdır.

Ayrıca çalışmamızda normal dağılımlı tek bir talep eğrisi kullanılmıştır. Gelecek çalışmalarda ürünün piyasaya sürüldüğünden itibaren geçireceği aşamaları göz önüne alan değişik talep eğ-

rilerinin sözleşme parametreleri üzerindeki etkileri incelenmelidir.

Her ne kadar çalışmamızda geliştirilen fiyata duyarlı ve miktar esnekliği olan tedarik zinciri sözleşmeleri modeli incelenen her iki modelin zayıf noktalarına cevap verse de, geri satın alma sözleşmelerinden kaynaklanabilecek ek stok ve nakliye maliyeti göz önüne alınmamıştır. Gelecek çalışmalarda bu unsurlar da modele katılmalıdır.

### Kaynaklar

- Ballou, R., (1999). *Business Logistics Management*, Prentice-Hall, New Jersey.
- Barnes-Schuster, C., (1996). Supply Chain Management and the Use of Long Term Supply Contracts, *Ph.D. Thesis*, Industrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Illinois.
- Bassok, Y. ve Anupindi, R., (1997). Analysis of Supply Contracts with Total Minimum Commitment, *IIE Transactions*, **29**, 8, 373-381.
- Bassok, Y., Bixby, A., Srinivasan, R., ve Weisel, H., (1997). Design of Component Supply Contract with Commitment Revision Flexibility, *IBM Journal of Research and Development*, **41**, 6, 693-703.

- Bowersox, D., Closs D., ve Cooper M., (2002). *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill, New York.
- Brealey, R. ve Myers, S., (2000). Principles of Corporate Finance, Irwin McGraw-Hill, Boston.
- Chopra, S. ve Meindl, P., (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, Prentice Hall, New Jersey.
- Eppen, G. ve Iyer, A., (1997). Improved Fashion Buying with Bayesian Updates, *Operations Research*, **45**, 6, 805-819.
- Fisher, M., (1997). What is the Right Supply Chain for Your product?, *Harvard Business Review*, March-April 1997, 83-93.
- Henig, M., Gerchak, Y., Ernst, R., ve Pyke, D., (1997). An Inventory Model Embedded in Designing a Supply Contract, *Management Science*, **43**, 2, 184-189.
- Lau, A. ve Lau, H., (1997). The Distribution-free newsboy Problem: Review and Extensions, *European Journal of the Operational Research*, **103**, 3, 557-572.
- Lee, Y. ve Kim, S., (2002). Production-distribution Planning in Supply Chain Considering Capacity Constraints, *Computers and Industrial Engineering*, **43**, 1-2, 169-190.
- Marien, E., (2000). The Four supply Chain Enablers, *Supply Chain Management Review*, March-April 2000, 96-104.
- Masters, J., (1993). Determination of Near Optimal Stock Levels for Multi Echelon Distribution Inventories, *Journal of Business Logistics*, **14**, 2, 165-195.
- Ritchken, P. ve Tapiero, C., (1998). Contingent Claims Contracting for Purchasing Decisions in Inventory Management, *Operations Research*, **34**, 6, 864-870.
- Sengupta, S. ve Turnbull, J., (1996). Seamless Optimization, *IIE Solutions*, October 1996, 28-33.
- Shy, O., (1996). *Industrial Organization*, The MIT Press, 1996.
- Sumner, M., (2005). *Enterprise Resource Planning*, Prentice Hall, New Jersey.
- Silver, E., Pyke, D., ve Petersen, R., (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, John Wiley & Sons, New York.
- Thomas, D., (1999). Committed Delivery Strategies for Supply Chain Management, *Ph.D. Thesis*, Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Georgia.
- Tsay, A., (1997). *The Quantity Flexible Contract and Supplier-Customer Incentives*, Working Paper: Leavey School of Business, Santa Clara University.
- Weng, Z., (1997). Pricing and Ordering Strategies in Manufacturing and Distribution Alliances, *IIE Transactions*, **29**, 8, 681-692.