

TEK DÖNEMLİ ENVANTER PROBLEMİNE YENİ YAKLAŞIMLAR

*Araş. Gör. Dr. Bülent SEZEN
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İşletme Fakültesi
e-posta: bsezen@penta.gyte.edu.tr*

Özet

Tek dönemli envanter problemi, tek dönemlik talep durumlarında beklenen kârın en yüksek seviyede olmasını sağlayacak optimum (en iyi) sipariş miktarını bulma konusu ile ilgili bir envanter problemidir. Bu çalışma, önce, klasik tek dönemli envanter problemini kısaca tanımlanmakta, ve sonra, son zamanlarda bu probleme yapılan yeni uzantılar ve yaklaşıımları inceleyen bir literatür taramasının sonuçlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu konudaki gelecek çalışma konularına da yer verilmektedir.

Abstract

Single period inventory problem deals with finding the optimum order quantity for maximizing the expected profit in a single period demand situation. This study, first, gives a brief description of the elascal single period inventory problem, and then, provides the results of a literature survey focused on the recent extensions and approaches to the single period inventory problem. Some future research directions are also underlined.

GİRİŞ

Tek dönemli envanter problemi, sadece belli bir dönemde ortaya çıkan talebin karşılanması amacıyla bir dönemlik sipariş edilen ürün ya da hizmetlerin söz konusu olduğu durumlar için geçerli bir envanter modelleme konusudur (Taha, 1987, s. 541). Tek dönemlik ürün tipine güzel bir örnek olarak gazete satıcıları verilebilir. Gazete satıcısı belirli bir günde satmayı düşündüğü sayıda gazeteyi satın alarak (ya da stoklayarak) o gün elindeki tüm gazeteleri satmayı hedefler. Fakat o gün satamadığı gazeteleri bir sonraki gün satamaz. Bu örnek tek dönemli envanter problemine çok uygun ve kolay anlaşılır olduğu için, literatürde tek dönemli envanter problemi “gazeteci çocuk” anlamına gelen “newsboy” kelimesi ile özdeşleşmiş ve genellikle “newsboy problemi” ya da “news-vendor problemi” şeklinde anılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, klasik tek dönemli envanter problemine yapılan yeni uzantıları ve yeni yaklaşımları inceleyerek bu problemin çeşitli boyutlarını ve yeni uygulama alanlarını ortaya koymaktır. Daha önce buna benzer, az sayıda da olsa, literatür tarama çalışmaları yapılmış olmasına karşın (örneğin, Silver ve diğerleri, 1998; Khouja, 1999), bu araştırmaların ardından tek dönemli envanter modelleme konusunda çok sayıda yeni çalışmalar yapılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, önceki literatür tarama çalışmalarının kapsamadığı yeni araştırma konularına yer verilmektedir. Daha eskiye yönelik bilgiye ihtiyacı olan okuyucular bundan önceki literatür çalışmalarına başvurmalıdır.

Makalenin içeriği şu şekilde sıralanmıştır: İlk bölümde, tek dönemli envanter (ya da gazete satıcısı) probleminin temel özellikleri, uygulama örnekleri ve varsayımları üzerinde tanımlayıcı bir giriş bulunmaktadır. İkinci bölümde, literatürde bu konu ile ilgili çalışmalar belirli bir sistematığe ve konu akışına göre sıralanarak, detaylı bir tarama çalışmasının sonuçlarına ve yorumlarına yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise, mevcut durumun analizi yapılarak gelecek araştırma konuları önerilmiştir.

KLASİK TEK DÖNEMLİ ENVANTER PROBLEMİ

Bazı ürünlerin satış dönemleri (ya da raf ömürleri) oldukça kısadır ve ürünün elde tutulup bir sonraki satış döneminde satılması mümkün değildir. Bu kısa satış dönemi içerisinde eğer ürüne olan talep de belirsizlik arz ediyorsa, bu ürünü pazarda satacak olan satıcının (aracı, perakendeci) ne

kadar satın alması (ya da üreticiden ne kadar sipariş etmesi) gerektiğine ilişkin probleme Tek Dönemli Envanter problemi adı verilmektedir. Tek dönemlik ürünlere örnek olarak sezonluk giysiler, anneler günü çiçek satışları, Noel ağacı, dönemlik tarımsal ilaçlama ürünleri, vb. sayılabilir.

Klasik tek dönemli envanter modelindeki bir takım varsayımlar şu şekilde sıralanabilir: a) Her bir satış döneminin sonunda satılmayan ürünler ya zarar (sıfır kazanç) sayılır, ya da belirli bir fiyattan (genellikle maliyetinden çok daha düşük bir değere) geri satılır, b) ürünler sadece söz konusu dönem içinde satılabilir, c) talep belirsiz olmasına karşın, genellikle belirli bir olasılık dağılımına uygun olduğu kabul edilir, d) dönem içinde elindeki ürünleri tüketen satıcı eğer müşterilere “yok satma” durumu ile karşılaşarsa, bunun da belli bir kayıp maliyeti söz konusudur.

Optimal sipariş miktarı, satıcının sipariş ettiği ürün adedi ile gerçekte sattığı ürün adedinin birbirine en yakın olduğu durumda sağlanacaktır. Yani, hem gereğinden fazla satın alıp elinde kalma durumundaki maliyetini, hem de gereğinden az satın alıp müşteri kaybı maliyetini minimuma indirecek olan bir model tasarlanmalıdır. Bunu gerçekleştirmek için genellikle ya maliyet minimizasyonu yöntemi ya da kâr maksimizasyonu yöntemi kullanılmaktadır. Burada biz kâr maksimizasyonu yöntemini benimsemekle beraber, şunu belirtmeliyiz ki, her iki durumda da optimum nokta aynı olacaktır.

O halde, klasik tek dönemli envanter probleminin formülasyonu için şu parametreleri tanımlayalım:

- p: satıcının (aracı ya da perakendeci) bir birim ürünü pazarda satış fiyatı,
- m: satıcının bir birim ürünü üreticiden alış maliyeti,
- g: satıcının satamadığı ürünlerin bir birimini geri iade etme değeri,
- k: bir birim ürün için müşteri kaybı maliyeti,
- S: satıcının üreticiye verdiği sipariş miktarı,
- BK(S): S kadar sipariş verildiğinde beklenen kâr.

Beklenen kârlılığı (BK(S)) hesaplarırken, gerçekleşen talebin değerine bağlı olarak, iki farklı durumla karşılaşmaktayız:

Talep (x), önceden sipariş edilen miktardan (S) daha az olursa (yani $x < S$ ise), x adet ürün satılacak, $(S - x)$ kadar ürün elde kalacaktır. Bunların

her biri g değerinde geri satılacaktır. Dolayısıyla, toplam gelir $px + g(S-x)$ olacaktır. Satıcının üreticiden satın aldığı S adet ürünün toplam maliyeti de mS kadar olduğundan, elde edilen kâr:

$$Kâr = px + g(S-x) - mS \quad \text{kadar olacaktır.}$$

Talep (x) , önceden sipariş edilen miktardan (S) daha fazla ya da eşit ise (yani $x \geq S$ ise), S adet ürünün hepsi satılmış olacak, ve müşteri talebi olduğu halde satılmayan $(x - S)$ adet ürün için $k(x - S)$ değerinde bir kayıp maliyeti olacaktır. Dolayısıyla, toplam kâr:

$$Kâr = pS - k(x - S) - mS \quad \text{kadar olacaktır.}$$

Talebin olasılık dağılım fonksiyonu $f(x)$ ile temsil edilirse, beklenen kârlılık aşağıdaki formül ile temsil edilebilir;

$$BK(S) = \int (talep \geq x \text{ iken elde edilen kâr}) f(x) dx$$

Beklenen kâr, yukarıda belirtilen her iki durum için farklı olacağından, bu iki durumu birleştiren bir beklenen kâr denklemi aşağıdaki gibi olacaktır:

$$BK(S) = \int_0^S (px + g(S-x) - mS) f(x) dx + \int_S^{\infty} (pS - k(x-S) - mS) f(x) dx$$

Bu formülün S ye göre türevi alınarak elde edilen değer sıfıra eşitlenirse, S nin optimum değeri (S^*) bulunacaktır (EK'te bu çıkarımın nasıl yapıldığı görülebilir). Buradan S^* için elde edilen formül aşağıdaki gibidir.

$$F(S^*) = \frac{p + k - m}{p + k - g}$$

KLASİK PROBLEME YENİ YAKLAŞIMLAR

Klasik tek dönemli envanter problemi üzerinde yapılan yeni çalışmaların sayısı arttıkça problem daha karmaşık hale gelmekte, ama gerçek hayata o denli daha yakın modeller geliştirilmektedir. Bu çalışmadaki amacımız bu yeni yaklaşımların ne yönde olduğunu görebilmek

olduğundan, literatürdeki çalışmaları belirli bir sistematığe göre sınıflandırdık. Sonuçta, klasik probleme yapılan yeni uzantıları şu şekilde sınıflandırılmıştır: a) sipariş verme zamanının hesaba katıldığı modeller, b) birden fazla ürünün sipariş önceliklerinin (sıralarının) belirlenmesi, c) çok ürünlü modeller ve talep bilgisinin değeri, d) satıcının satış fiyatına bağlı olarak talebin değiştiği modeller, e) üreticinin satılmayan ürünleri geri satın alma politikası ile ilgili modeller, f) talepteki belirsizlik durumuna bulanık kümelerle (fuzzy sets) çözüm yaklaşımı, ve g) üretici-perakendeci ilişkisine dayalı modeller. Bundan sonraki paragraflarda, bu konuların her biri sırayla incelenmektedir.

a) *Sipariş Verme Zamanı*. Klasik tek dönemli envanter problemi sadece tek bir karar değişkeni tanımlamaktadır: sipariş miktarı. Bir diğer karar değişkeni olarak siparişin verilme zamanı hesaba katılabilir. Chen ve Chuang (2000) siparişin verildiği ana bağlı olarak, newsboy'un (gazete satıcısının) satın alma maliyetinin ve talebi doğru tahmin edebilme yeteneğinin de etkileneceğini ileri sürerek, siparişin verildiği zamanı da hesaba katan bir tek dönemli envanter modeli geliştirmişlerdir. Üretici firmalar ellerindeki stokları daha çabuk eritebilmek için, daha önceden sipariş veren alıcılara belli oranlarda indirim teklif edebilirler. Bu indirimler alıcıyı erken satın almaya yöneltecektir. Fakat, ürünü talebin gerçekleşeceği ana (örneğin anneler gününe) ne kadar yakın satın alırsa o kadar doğru bir talep tahmini yapabilecektir ve dolayısıyla sipariş miktarı kararını daha akıllıca verecektir. Nitekim, Fisher ve diğerleri (1994) satış dönemine yaklaştıkça yapılan tahmin değerlerinde büyük ölçüde iyileşme olduğunu gözlemlemişlerdir. Doğru tahmin ile üretici firma indirimleri karşılaştırıldığında, siparişin verilme zamanı her iki faktörü de etkilediğinden yeni bir karar değişkeni olarak karşımıza çıkabilecektir.

Bu tip bir duruma örnek olarak çiftçilere mevsimlik tarımsal ilaçlama/gübreleme maddeleri satan aracı tüccarlar gösterilebilir. Söz konusu mevsim yaklaşırken, ne kadar az süre kaldıysa, tüccarlar o sene ki hasat hakkında o kadar iyi tahmin yapabileceklerdir. İlaçlama/gübreleme maddelerini üreten firmalar da bu tüccarları erken satın almaya yönleltmek için çeşitli indirimler uygulayabilmektedir. Dolayısıyla tüccar ne kadar erken satın alırsa o kadar düşük maliyete alacak, fakat o denli de yanlış tahmin yapabilecektir.

Chen ve Chuang'ın (2000) modelinde siparişi veren alıcı önce sipariş vereceği zamanı belirlemekte, sonra o zamana ulaşıldığında sipariş miktarını

belirlemektedir. Dolayısıyla, ilk kararın verildiği an (sıfır zamanı) ile siparişin verileceği an (belirlenecek t zamanı) arasında gerçekleşen talep, deterministik bir değer olup, geçmişe dayalı gözlemlenmiş bir veri halini almaktadır. Bu modelin klasik tek dönemli envanter probleminden farklı olan bir diğer yönü de, tüm diğer maliyet ve getirilere ilaveten, alıcının eğer erken satın alıyorsa ilk satın almada faydalanabileceği bir fiyat indiriminin bulunmasıdır. Bu fiyat indirimi, klasik envanter modellerinde olduğu gibi satın alınan miktara bağlı bir fiyat indirimi olmayıp, sadece satın alma zamanına dayalı bir fiyat indirimi şeklinde olmaktadır.

b) *Siparişlerin (Üretimin) Sıralanması.* Tek dönemli envanter probleminin karar değişkeni olan tek dönemlik sipariş miktarı, üretim modeline uygulandığında tek dönemlik üretim miktarı gibi düşünülebilir. Zaten, genel anlamda bakıldığında çoğu envanter modeli hem üretim firmalarının kendi üretim problemleri için, hem de üretici firma-perakendeci firma ilişkilerinde sipariş miktarı belirleme problemleri için kullanılabilen ve arada sadece kavramsal bir farklılık olmaktadır. Özellikle üretim firmaları için, birden fazla ürünün tek dönemlik üretimi söz konusu olduğunda, karşımıza kapasite sınırlamaları ve ürünlerin üretilme (sipariş) sıralaması gibi bir problem çıkmaktadır.

Vörös ve Szidarowszky (2001), Chen ve Chuang'ın (2000) çalışmasına benzer şekilde satış dönemine yaklaşıldıkça yapılan tahmin değerlerinde iyileşme olduğu gözlemlenirken yola çıkarak, iki farklı mevsimlik ürün üreten bir üretici firmanın, kapasite sınırlaması söz konusu iken hangi ürünü önce üreteceğini ve ne miktarlarda üreteceğini (sipariş miktarı) belirlemeye yönelik bir modelleme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Vörös ve Szidarowszky (2001), optimal üretim hacminin kısmen de olsa beklenen talep tahmini değerine bağlı olacağı yaklaşımı ile, iki farklı ürün için iki aşamalı bir model geliştirmiştir. İlk talep tahmin değerleri üretim siparişi kararlarının verileceği ilk karar anında belirlenmektedir. Sonra, üretime ilk olarak alınan ürünün üretimi tamamlandığında, tahminler güncellenmekte ve yeni sipariş ve onun hacmi de belirlenmektedir. Bu nedenle, ilk aşamada talep değeri bilinmeyen ikinci sıradaki ürünün talep değeri bir olasılık değeri olarak değerlendirilmektedir. Sonuçta, her iki ürün için bir öncelik sırası ve üretim (sipariş) miktarı belirlenmiş olmaktadır.

e) *Çok Ürünli Modeller ve Talep Bilgisinin Değeri.* Tek dönemli envanter problemine yeni yaklaşımlar arasında birden fazla ürünün ele alındığı modelleme yaklaşımları önemli bir yer tutmaktadır. Bu

çalışmalarda Vörös ve Szidarowszky'nin (2001) çalışmasında olduğu gibi, klasik tek dönemli envanter problemindeki tek ürün varsayımı genişletilmiş ve aracının birden fazla ürün satabildiği durumlara ilgili modeller geliştirilmiştir (örneğin, Casimir, 2002; Vairaktarakis, 2000). Tipik bir ortak özellik olarak, bu tür modelleme çalışmalarında genellikle satın alma ile ilgili bir bütçe kısıtı (ya da başka bir satın alma kısıtı) yer almaktadır. Örneğin Casimir (2002) bütçe kısıtım aşağıdaki gibi formüle etmektedir:

$$\sum_{i=1}^n Q_i w_i \leq C$$

Burada, Q_i , i . üründen satın alınacak olan miktar iken, w_i , i . ürünün bir biriminin söz konusu kısıtlı kaynaktan (örneğin, para, depolama yeri, vb.) tüketileceği/kullanacağı miktar, ve C ise söz konusu kısıtlı kaynağın dönemlik kapasitesidir. Dolayısıyla, klasik tek dönemli envanter problemine bir de bütçe (kaynak) kısıtı eklenmiş bulunmaktadır. Modele eklenen her bir bilgi parçacığı, matematik modelin gerçek problemi ne kadar doğru yansıtacağını belirleyecektir.

Casimir (2002) tek dönemli envanter problemindeki talep bilgisini iki farklı gruba ayırmıştır: global talep bilgisi ve ürün karması bilgisi. *Global bilgi* (Global Information), tüm ürünlerin toplam talep değerlerinin bilindiği, fakat her bir ayrı ürün için bu talebin nasıl dağılacakının belirsiz olduğu durumu yansıtmaktadır. Buna karşın, *ürün karması bilgisinde* ise (Product-mix Information), toplam talep bilinmemekte, fakat talebin ayrı ayrı ürünlere ne oranda dağılacakı bilinmektedir (s. 45). Casimir (2002), her iki durum için beklenen kârlılığı hesaplayarak, bu iki bilginin değerini karşılaştırmış ve bu değer, ürün çeşidi sayısına, bütçe kısıtının olup olmadığına ve ürünlerin ikame edilebilir (talebin yeterli ölçüde karşılanamadığı durumda müşterilerin o ürünün ikamesi olan farklı bir ürünü satın almaları) olup olmadığına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

d) *Fiyata Bağlı Talep*. Klasik tek dönemli envanter probleminde talebin belirli bir olasılık dağılıma uygun olacağı varsayılmakta fakat talebi etkileyen unsurlar hesaba katılmamaktadır. Halbuki talebin değişimini etkileyen çeşitli unsurlar arasında satıcının nihai tüketiciye uyguladığı fiyat politikası gibi oldukça önemli faktörler yer almaktadır. Elindeki stoku eritemediği durumda satıcı fiyat indirimine giderek müşterileri cezbetme stratejisi izleyebilir. Talebin fiyat karşısında duyarlı olduğu tüm durumlarda

talep miktarı satış fiyatının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla satıcının uygulayacağı farklı fiyat politikalarına (veya indirim politikalarına) göre, üreticiden alacağı sipariş miktarının optimum noktası farklı değerler alabilecektir. Şimdiye kadar geliştirilen çoğu “newsboy” modelinde, satıcının sürekli sabit bir fiyattan sattığı varsayılmaktaydı. Bu durumda optimum sipariş miktarı belirli bir değer olacaktır. Fakat gerçek hayatta çoğu satıcı elinde kalan son ürünleri satabilmek için kendi inisiyatifi ile indirim kararı verebilmektedir. Bu durumda, minimum maliyet ya da maksimum kazanç sağlayacak olan optimum sipariş miktarı artık geçerliliğini yitirecektir.

Bazı araştırmacılar talebin fiyat karşısındaki değişimini göz önünde bulunduran “newsboy” modelleri geliştirmişlerdir. Örneğin Lau ve Lau (1988) satıcının talebi artırmak amacıyla kendi inisiyatifi ile fiyat indirimi yapabileceği bir model geliştirdiler. Söz konusu modelde talep, normal dağılmış ve birim fiyat karşısında doğrusal olarak azalan bir regresyon modeli şeklinde formüle edilmiştir:

$$X = a - bP + \varepsilon$$

X : talep edilen miktar,

a, b : sabit regresyon parametreleri,

P : satıcının uyguladığı birim ürün satış fiyatı,

ε : normal dağılmış hata değeri

Lau ve Lau'nun (1988) modeli talebin fiyat esnekliğini içeren bir model olmasına karşın, satıcının fiyat indirimleri hakkında gerçekçi bir yaklaşım olarak görülmeyebilir. Çünkü gerçek hayatta genellikle elindeki malı satamayan satıcı, önce bir indirim yapacak, sonra eğer hala stokunu eritememişse yeni bir indirim daha yapacak ve mümkünse tüm ürünleri satana kadar bir çok defa indirimler yapabilecektir. Ekonomik alış veriş yapmaktan hoşlanan çoğu ev hanımının semt pazarına akşam saatlerinde gitmelerinin sebebi de pazar satıcılarının benzer bir indirim politikası sonucu olarak akşama doğru ürünlerini iyice indirimli fiyattan sattıklarını bilmeleridir. Hele pazarının elindeki ürün satılmadığı takdirde hiç bir değeri kalmıyorsa, elindekileri bitirmek için pazarcı birden fazla indirimle fiyatı aşamalı olarak düşürecektir.

Khouja (1995) bu tür bir çoklu indirim politikası ile fazla stokların satılmasını öngören bir model geliştirmiştir. Bu modelde satıcı uyguladığı

indirim tutarını aşamalı olarak artırarak fazla stoku tamamen bitirmektedir. Sonuçta beklenen kazancı maksimum yapacak olan optimum sipariş miktarına karar verilmektedir. Khouja'nın (1995) bu modelinde satıcının yapacağı indirim seviyelerinin önceden belirlenmiş değerler olduğu varsayılmaktadır. Halbuki, çoğu durumda, fiyat indirimi satıcının inisiyatifinde olup önceden belirlenmiş olması düşünülemez, yani diğer bir deyişle, satıcı yapacağı indirimi o anki talebin durumuna göre belirlemektedir. Ayrıca, her bir yeni indirimli fiyata karşılık olarak yapılacak olan satış miktarının, ilk satış fiyatı ile yapılacak olan satış miktarının bir oranı olduğu varsayılmıştır. Yani talebin fiyat karşısındaki değişimi hakkında herhangi bir yaklaşım benimsenmemiştir.

Fakat Khouja bu konuda sonradan yeni bir çalışma daha yapmış (2000) ve yukarıda bahsedilen eksiklikleri gideren yeni bir model daha geliştirmiştir. Bu yeni modelde Khouja (2000) aşağıdaki özellikleri kapsayan bir tek dönemli (newsboy) envanter modeli geliştirmiştir:

- fiyata bağlı talep,
- satıcı tarafından uygulanan aşamalı indirimler,
- satıcının kendi inisiyatifi ile (önceden değil) belirlenen indirim seviyeleri, ve
- yapılan indirim ile ilgili olarak satıcının üstüne binen bir ek maliyet yükü. (Satıcı yaptığı indirimi tüketicilere duyurmak için reklam, vb. harcamalar yapabilir.)

e) *Üretici Firmanın Geri Satınalma Politikası.* Newsboy (gazete satıcısı) tipi ürünlerde satıcının satamadığı ürünler dönem sonunda elinde kalmaktadır. Bu ürünlerin bir sonraki döneme kadar bekletilmesi mümkün olmadığından, satıcı bunları elinden çıkarmak için çeşitli yollara başvurabilecektir. Böyle bir durumda, ürünü satın aldığı üretici firmaya belli bir geri ödeme ile tekrar iade etmek ya da piyasada bu ürünü düşük fiyata satın almak isteyecek başka kişi ya da firmalara satmak gibi alternatifler düşünülebilir. Eğer satıcı üretici firma ile bir ön anlaşma yapmadıysa, bu iki alternatif içerisinde hangisinin kazancı fazla ise satıcı o alternatifi seçecektir.

Üretici firmanın satılmayan ürünleri geri kabul edip etmeyeceği, ya da geri alırsa ne kadar ödeme yapacağı konusu, satıcıların verecekleri sipariş miktarını doğrudan ilgilendirmektedir. Satın aldığı ürünü dönem içinde satamasa bile üretici firmaya belli bir oranda geri verebileceğini bilmek

satıcıyı daha fazla ürün sipariş vermeye itebilir. Fakat bu büyük ölçüde üretici firmanın geri ödeyeceği miktarın ne kadar tatminkâr olacağına bağlıdır. Bu nedendir ki, tek dönemli envanter problemine yapılan yeni uzantılardan biri de üretici firma geri ödeme politikaları (returns policy ya da refund policy) ile ilgili olmuştur.

Örneğin, Lau ve Lau (1999), “newsboy” tipi ürün üreten bir üretici firmanın, üretim maliyeti ve satış fiyatı faktörlerine ilaveten, gerek satıcının ve gerekse de kendisinin risk alma tavırları ile talep belirsizliği gibi faktörleri de göz önünde bulundurarak nasıl bir geri ödeme politikası geliştirebileceği üzerinde çalışmışlardır. Üreticinin optimal geri dönüş politikasının “sıfır geri ödeme” ile “satış fiyatına geri alma” arasında bir değer olabilmektedir. Benzer bir çalışmada Mantrala ve Raman (1999), talep belirsizliği ile üreticinin geri ödeme politikasının, perakendecinin optimum sipariş miktarı kararını nasıl etkileyeceğini belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada yazarlar ayrıca diğerlerinden farklı olarak perakendecinin birden fazla satış mağazası olduğu durumu da göz önünde bulundurmuşlardır.

Emmons ve Gilbert (1998), üretici firmanın uygulayacağı farklı satış fiyatı ve geri satın alma fiyatı kombinasyonlarının perakendecinin sipariş miktarı üzerindeki etkilerini, uniform dağılmış ve fiyata dayalı talep varsayımıyla incelemişlerdir. Sayısal değerlerle elde ettikleri sonuçlara göre üretici firmanın geri satın alma tutarı ne miktarda olursa olsun, her iki taraf (üretici ve perakendeci) bu politikadan olumlu etkilenmekte ve kârlılık daha fazla olmaktadır. Fakat üretici firma ürünün ilk satış fiyatını kendi amaçları doğrultusunda optimal olacak şekilde düzenleme yoluna gidiyorsa, geri satın alma sonucunda perakendeciden daha fazla kazanç sağlayabilmektedir.

f) *Talep Belirsizliğine Bulanık (Fuzzy) Talep Yaklaşımı.* Klasik tek dönemli envanter probleminde talep genellikle bir olasılık dağılımına uygun olarak düşünülmekte, ve böylece talebin belirsizliği bertaraf edilmekteydi. Fakat yeni modelleme yaklaşımlarının gelişimi ile bu tür belirsizlik durumlarını da modellemek mümkün hale geldi. Bulanık kümeler (Fuzzy sets) yaklaşımı da bu yeni yaklaşımlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yakın geçmişte tek dönemli envanter modelleme problemi bulanık kümelerin de uygulandığı bir araştırma konusu halini almıştır. Örneğin, Ishill ve Konno (1998) sadece yok satma maliyetini (shortage cost) bulanık sayılarla (L-şeklinde bulanık sayılarla) ifade ederek klasik bir tek dönemli

envanter problemini ele almışlardır. Fakat bu modelde talep hala olasılık dağılımlı bir değişken olarak ele alınmaktadır. Petrovic ve diğerleri (1996) ise tek dönemli envanter problemi için farklı bir bulanık model öne sürmüş; bu modelde hem talep hem de envanter maliyetleri iki farklı bulanık küme şeklinde tasarlanmıştır. Bu iki seviyeli bulanık model kullanımı ile optimal sipariş seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır.

Li ve diğerleri (2002), birinde talebin probabilistik (olasılıksal) iken maliyet bileşenlerinin bulanık olduğu, diğerinde ise talebin bulanık fakat maliyet bileşenlerinin deterministik (belirgin) olduğu iki farklı model üretmişlerdir. Eniyilenmesi amaçlanan beklenen kârlılık değeri de bulanık bir sayı olarak nitelenmiştir. İlk model kolayca klasik tek dönemli envanter problemine indirgenebilmiş ve çözülebilmıştır. Buna karşın, ikinci modelin çözümüne ilişkin olarak, fonksiyonun konkav olduğu ve optimal değer özelliklerinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

g) *Üretici-Perakendeci İlişkisi.* Pazarlama kanallarında üretici firma ile perakendeci arasındaki etkileşime envanter modelleme çalışmalarında oldukça geniş çapta yer verilmiştir. Bu etkileşimde, kanal ortakları arasındaki koordinasyon seviyesi ya da olumsuz çatışmaların sıklığı gibi konular, tarafların birbirlerine karşı uyguladıkları fiyat ve indirim politikalarını, sipariş miktarlarını ve kârlılık beklentilerini doğrudan etkilemektedir. Önceki yaklaşımlarda sadece üretici firma fiyat, indirim vb. kararlarını vermekte iken, bu yeni yaklaşımda hem üreticinin hem de perakendecinin kendi kararlarını verebildiği durum modellenmektedir ki bu, perakendecilerin üreticiden bağımsız olduğu örnekler için gerçeğe daha yakın olmaktadır (Lau ve Lau, 2001).

Çok dönemli envanter modelleme kapsamında, bu konuyu ele almış araştırmacılar olmasına karşın (örneğin, Jeuland ve Shugan, 1983; Li ve diğerleri, 1996), Pasternack'in (1985) çalışması üretici-perakendeci arasındaki etkileşimi tek dönemli (newsboy tipi) ürünlerde inceleyen ilk örnek olmuştur. Son zamanlarda da bu konuda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Lau ve Lau (2002a) perakendecinin pazarındaki talep belirsizliğinin üretici ile perakendeci arasındaki ilişkiyi ve etkileşimlerini nasıl etkilediği üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, üreticinin satış fiyatı ve geri satın alma fiyatını belirleyip belirleyemediğine ve perakendecinin de kendi satış fiyatını belirleyip belirleyemediğine bağlı olarak, pazar talebindeki belirsizliğin her iki tarafın da kârlılığına etkileri farklı olmaktadır. Benzer konudaki bir diğer

çalışmalarında Lau ve Lau (2002b), birden fazla perakendecinin bulunduğu ve üretici firmanın farklı perakendecilere farklı fiyat verdiği durumu incelemişlerdir. Bu çalışmalarında da, üretici firmanın perakendecilere tek fiyat uygulanmasının toplam kârlılık bakımından artık pek fazla tercih edilir bir alternatif olmadığı sonucuna varmışlardır.

SONUÇ ve GELECEK ARAŞTIRMA KONULARI

Tek dönemli (newsboy) envanter modelleri ilk olarak üretim yönetimi ve yöneylem araştırması biliminin bir konusu olarak ortaya çıkmış olmasına karşın, daha sonradan pazarlama, ekonomi vb. diğer alanlardaki araştırmacıların da ilgisini cezbetmiş ve geniş bir alana yayılmıştır. Örneğin, üretici firma ile perakendeci arasındaki ilişkilerin, koordinasyon, çatışma vb. konularda ele alınması daha çok pazarlama kanalları ile ilgili araştırmalara konu olmuş ve bu alandaki bilimsel dergilerde (örneğin Marketing Science gibi) yayınlanmıştır.

Hem üretim sistemlerinde hem de perakendecilik sistemlerinde (dağıtım kanallarında) tek dönemli envanter problemi uygulama alanları bulabilmektedir. Hatta, hizmet endüstrilerinde (oteller ve hava yolları şirketleri vb.), kapasite yönetimi ve müşterilerin önceden yer ayırma siparişlerinin değerlendirilmesi gibi konularda da yardımcı bir araç olarak bu yaklaşım kullanılabilir (Weatherford ve Pfeiler, 1994). Görülebileceği gibi, tek dönemli envanter modelleri hem bilimsel arenada hem de gerçek hayata uygulama alanlarında kendine oldukça geniş bir yer edinmiş ve potansiyel olarak da yeni uygulama alanlarına açık bulunmaktadır.

Diğer yandan, yeni analitik yaklaşımların da (bulanık kümeler vb.) tek dönemli envanter probleminin çözümünde kullanılabileceğine ilişkin örneklerden bahsetmiştik. Tek dönemli envanter probleminin klasik tanımından çıkıp çok karmaşık hale geldiği bir çok modelin (örneğin NP-Hard problemlerde olduğu gibi) eski analitik yöntemlerle çözümü oldukça zor olabilmektedir. Bu gibi durumlarda bulanık kümelere ilaveten, yapay sinir ağları, simülasyon (benzetim), genetik algoritmalar, vb. gibi yeni yaklaşımlarla daha karmaşık, ama gerçek hayatı daha doğru yansıtan, modeller de formüle edilip çözüme kavuşturulabilir.

EK: Optimum S değerini veren F(S*) formülünün çıkarımı

$$BK(S) = \int_0^S (px + g(S-x) - mS)f(x)dx + \int_S^{\infty} (pS - k(x-S) - mS)f(x)dx$$

$$BK(S) = \int_0^S (p-g)x f(x)dx + \int_0^S (g-m)S f(x)dx + \\ + \int_S^{\infty} (p+k-m)S f(x)dx - \int_S^{\infty} kx f(x)dx$$

Beklenen kâr formülünün sipariş miktarına (S) göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{\partial BK(S)}{\partial S} = (g-m) \int_0^S f(x)dx + (p+k-m) \int_S^{\infty} f(x)dx = 0$$

Burada

$$\int_S^{\infty} f(x)dx = 1 - \int_0^S f(x)dx = F(S^*) \quad \text{olduğundan,}$$

$$(g-m) \int_0^S f(x)dx + (p+k-m) \left[1 - \int_0^S f(x)dx \right] = 0$$

$$F(S^*) [(g-m) - (p+k-m)] = -(p+k-m)$$

$$F(S^*) = \frac{p+k-m}{p+k-g}$$

Referanslar

- Casimir, R.J., "The Value of Information in the Multi-item Newsboy Problem," *Omega*, 30 2002, 45-50.
- Chen, M.S. ve Chuang, C.C. "An Extended Newsboy Problem with Shortage-Level Constraints," *International Journal of Production Economics*, 67, 2000, 269-277.
- Emmons, H. ve Gilbert, S.M. "Returns Policies in Pricing and Inventory Decisions for Catalogue Goods," *Management Science*, 44(2), 1998, 276-283.
- Fisher, M.L., Hammond, J.H., Obermeyer, W.R. ve Raman, A. "Making Supply Meet Demand in an Uncertain World," *Harvard Business Review*, 72, 1994, 83-93.
- Ishill, H. ve Konno, T. "A Stochastic Inventory Problem with Fuzzy Shortage Cost," *European Journal of Operational Research*, 106, 1998, 90-94.
- Jeuland, A.P. ve Shugan, S.M. "Managing Channel Profits," *Marketing Science*, 2, 1983, 239-272.
- Khouja, M.J. "The Newsboy Problem under Progressive Multiple Discounts," *The European Journal of Operational Research*, 84, 1995, 458-466.
- Khouja, M.J. "The Single-period News-vendor Problem: Literature Review and Suggestions for Future Research," *Omega, International Journal of Management Science*, 27, 1999, 537-553.
- Khouja, M.J. "Optimal Ordering, Discounting, and Pricing in the Single-Period Problem," *International Journal of Production Economics*, 65, 2000, 201-216.
- Lau, A. ve Lau, H. "The Newsboy Problem with Price Dependent Demand Distribution," *IIE Transactions*, 20, 1988, 168-175.

Lau, A. ve Lau, H. "Manufacturer's Pricing Strategy and Return Policy for a Single-period Commodity," *European Journal of Operational Research*, 116, 1999, 291-304.

Lau, A. ve Lau, H. "Some Two-echelon Style-goods with Asymmetric Market Information," *European Journal of Operational Research*, 134, 2001, 29-42.

Lau, A. ve Lau, H. "The Effects of Reducing Demand Uncertainty in a Manufacturer-Retailer Channel for Single Period Products," *Computers and Operations Research*, 29, 2002a, 1583-1602.

Lau, A. ve Lau, H. "Comparative Normative Optimal in Two-echelon Multiple-retailer Distribution Systems for a Single-period Product," Yayınlanmak üzere kabul edilmiş makale, *European Journal of Operational Research*, 2002b.

Li, S.X., Huang, Z.M. ve Ashley, A. "Inventory, Channel Coordination and Bargaining in a Manufacturer-Retailer System," *The Annals of Operations Research*, 68, 1996, 47-60.

Li, L., Kabadi, S.N., Nair, K.P.K. "Fuzzy Models for Single-period Inventory Problem," Yayınlanmak üzere kabul edilmiş makale, *Fuzzy Sets and Systems*, 2002.

Mantrala, M.K. ve Raman, K. "Demand Uncertainty and Supplier's Returns Policies for a Multi-store Style-good Retailer," *European Journal of Operational Research*, 115, 1999, 270-284.

Pasternack, B.A. "Optimal Pricing and Return Policies for Perishable Commodities," *Marketing Science*, 4, 1985, 166-176.

Petrovic, D., Petrovic, R. ve Vujosevic, M. "Fuzzy Models for the Newsboy Problem," *International Journal of Production Economics*, 45, 1996, 435-441.

Silver, E.A., Pyke, D.F., ve Peterson, R.P. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, Third edition, John Wiley, New York, 1998.

Taha, H.A. *Operations Resesarch: An Introduction*, Fourth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1987.

Vairaktarakis, G.L. "Robust Multi-item Newsboy Models with a Budget Constraint," *International Journal of Production Economics*, 66, 2000, 213-226.

Vörös, Jozsef ve Szidarowszky, Ferenc "Determining the Production Order of Two Seasonal Products under Capacity Constraint," *International Journal of Production Economics*, 73, 2001, 117-122.

Weatherford, L.R. ve Pfeiler, P.E. "The Economic Value of Using Advance Booking of Orders," *Omega*, 22, 1994, 105-111.