

TEKRAR SATILABİLİR ÜRÜNLER İÇİN GAZETECİ ÇOCUK PROBLEMİNİN ÇELİŞEN AMAÇLAR ALTINDA İNCELENMESİ

Umay UZUNOĞLU KOÇER * Mutlu KARA **

ÖZET

Gelişen pazarlama stratejileri doğrultusunda firmaların rekabet politikaları, müşteri beklentilerini en yüksek düzeyde karşılamak üzerine odaklanmıştır. Müşterilerin satın aldıkları ürünü herhangi bir sebeple belli bir süre içinde iade etmeleri durumu, firmaların pazarlama stratejileri içinde günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu gereksinim doğrultusunda iade edilen ürünler için gazeteci çocuk problemi ile envanter politikası belirlenmesine ilişkin çalışmalara literatürde sıkça rastlanmaktadır. Gazeteci çocuk problemi, tek periyot için beklenen kar ya da maliyet fonksiyonunu en iyileyen sipariş miktarının bulunduğu envanter modeli olarak bilinmekle birlikte, bu problemin farklı amaçlar altında incelendiği çalışmalarla literatürde sıkça karşılaşılmaktadır. En sık rastlanan alternatif amaçlar, hedef karı aşma olasılığını ve beklenen karı aşma olasılığını maksimize eden sipariş miktarının araştırıldığı modellerdir. Bu çalışmada, tekrar satılabilir iade ürünler için gazeteci çocuk problemi, beklenen karı en büyükmek ve beklenen karı aşma olasılığını en büyükmek amaçları doğrultusunda ayrı ayrı incelenmiş, iki ayrı amaç için sipariş politikaları belirlenmiştir. Yanı sıra, çelişen bu iki amaç fonksiyonunu birlikte optimize eden dengeleyici bir sipariş miktarı araştırılmıştır. Türetilmiş talep verilerinden hareketle, bir senaryo üzerinde sözü edilen üç amaç fonksiyonu ile sipariş politikaları belirlenmiş, son olarak da modelin parametrelerine ilişkin duyarlılık analizleri ve ekonomik yorumlara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif amaç fonksiyonları, Beklenen karı aşma olasılığı, Envanter, Gazeteci çocuk problemi, İade ürünler.

1. GİRİŞ

Bazı ürünlere olan talep sezonluk olduğundan, bu tip ürünlerin envanter planlaması tek periyot için yapılır. Stokastik envanter teorisinde temel modellerden biri olan gazeteci çocuk probleminde sezon başında bir kez sipariş verilir. Sezon boyunca oluşan talebe bağlı olarak sezon sonunda elde kalan ürünler için maliyeti, karşılanamayan talepler için ise stoksuzluk maliyeti oluşacaktır. Klasik yaklaşım olarak gazeteci çocuk probleminde karar değişkeni sipariş miktarıdır ve tek periyot için beklenen kar ya da beklenen maliyet fonksiyonunu en iyileyen sipariş miktarı araştırılır (Winston, 2004; Lieberman, 1995).

Son yıllarda gazeteci çocuk problemi, uygulamada karşılaşılan problemlerin çözümlerine yönelik olarak, yeni yaklaşımlar altında yeniden incelenmektedir. Tek

* Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İzmir, e-posta: umay.uzunoglu@deu.edu.tr

** Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İzmir, e-posta: kara.mutlu@gmail.com

periyot probleminin birden fazla periyotta ve birden fazla ürün için incelenmesi, farklı fiyatlandırma politikaları, talep bilgisi ile ilgili açılımlar, farklı amaç fonksiyonları altında problemin incelenmesi ve iade edilen ürünler için gazeteci çocuk problemi, bu yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Gazeteci çocuk problemine yeni yaklaşımlarla ilgili olarak Khouja (1999) incelenebilir.

Yeni yaklaşımlar arasında, farklı amaç fonksiyonları altında problemin incelenmesi üzerine literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bilindiği gibi klasik gazeteci çocuk probleminde amaç, beklenen karı maksimize ederek optimal sipariş miktarını belirlemektir. Ancak araştırmacılar beklenen kar fonksiyonunu maksimize etmenin gerçek yaşam koşullarında yetersiz kaldığını gözlemlemişlerdir. Lanzillotti (1958) yaptığı araştırmada, dönemin önde gelen yirmi şirketi ile gerçekleştirdiği görüşmeler ve aldığı yanıtlar sonucunda “beklenen kar”dan çok, “hedeflenen kar”ın işletmeler için önemli olduğu sonucuna varmıştır. Beklenen karı en büyükmektense, belli bir kar düzeyine ulaşmayı hedeflemek, işletmeler için daha gerçekçi bir amaç olarak ortaya çıkmıştır. Böylece, hedeflenen kara ulaşma olasılığını en büyükmek yeni bir amaç olarak ortaya çıkmıştır. Wells (1968), Schiff ve Lewin (1970), Coplan (1968), Williamson (1970)’ın yapmış olduğu çalışmalar, bu konuda yapılmış çalışmalara örnektir. Kabak ve Schiff (1978)’in çalışması da hedeflenen kara ulaşma olasılığını en büyükleme sipariş miktarını hesaplayan ilk çalışmadır. Lau (1980), farklı dağılımlar altında hedeflenen kara ulaşma olasılığını en büyükmek amacını incelemiş, yanı sıra problemi beklenen faydayı en büyükmek amacı altında düşünmüştür. Lau ve Lau (1988) ve Li vd. (1991), hedeflenen kara ulaşma olasılığını en büyükleme amaç fonksiyonunu, ürün sayısı birden fazla olduğu durum için incelemiştir. Parlar ve Weng (2003) yaptıkları çalışmada, bir işletme için hedef karı spesifik olarak belirlemenin her zaman mümkün olamayabileceği ifade edilmiş ve hedef kar belirlemek yerine “beklenen” karı aşma olasılığının en büyükleme amacının daha gerçekçi bir amaç olacağı belirtilmiştir. Beklenen karı en büyükleme amaç ile beklenen karı aşma olasılığını en büyükleme amacının çelişen iki amaç olduğunu vurgulayan Parlar ve Weng (2003), geliştirdikleri yöntem ile bu iki amacı dengeleyen ve iki amacı da en iyileyen yeni bir optimal çözüm elde etmişlerdir.

İşletmelerin temel odak noktası karını veya beklenen kara ulaşma olasılığını en büyükmek olmakla birlikte, satış politikaları ile ilgili olarak pratikte karşılaştıkları bazı özel durumlar da söz konusudur. İşletmelerin satış şekilleri incelendiğinde farklı durumlarla karşılaşılabilir. Bazı işletmelerin sattıkları ürünleri belirli koşullarda geri aldıkları durumlar da vardır. Yasal olarak da müşterilerin belirli bir süre içerisinde satın aldıkları ürünleri iade etme hakları vardır. Bu gibi durumlarda işletmeler iade edilen ürünün durumuna bağlı olarak satış fiyatının bir kısmını ya da tamamını müşteriye geri öderler. İşletmelerin bu yöndeki satış politikaları göz önüne alındığında, iade edilebilir ürünler için gazeteci çocuk problemi ortaya çıkmaktadır. Problem, iade edilebilir ürünler için uyarlandığında talep tahmininde ve maliyet hesaplamalarında klasik probleme göre farklılıklar doğar.

Literatürde, gazeteci çocuk modelinin iade edilebilir ürünler için uygulandığı çalışmalar incelendiğinde çok sayıda örnekle karşılaşıldığı söylenemez. Kodama (1995), iade durumunun kısmen ele alındığı tek periyot için envanter problemini ele almıştır. Lee (2001), tedarik zinciri bağlamında perakendecinin satılmayan ürünleri sezon sonunda tedarikçiye ya da üreticiye iade ettiği durumu incelemiştir. Gazeteci çocuk modelinin iade edilebilir ürünler için uygulandığı ilk çalışma Vlachos ve Dekker (2002) tarafından

yapılmıştır. Vlachos ve Dekker (2002) çalışmalarında iki kısıtlayıcı varsayım kullanmıştır. Bu varsayımların ilki satılan ürünlerin sabit bir yüzdesinin iade edilebileceği üzerinedir. Varsayımların ikincisi ise, ürünlerin yalnızca bir kez tekrar satılabileceğidir. Benzer şekilde iade edilebilir ürünler için gazeteci çocuk modelini uygulayan Mostard ve Teunter (2006), her satılan ürünün belli bir iade edilme olasılığı olduğunu ve iade edilen ürünlerin sınırsız olarak yeniden satılabilir olduğunu düşünmüşler ve bu varsayımlar altında envanter politikası geliştirmişlerdir. İade ürünlerle ilgili olarak gazeteci çocuk probleminin uygulandığı çalışmaların tamamında, beklenen karı en büyükmek üzere envanter politikası belirlenmiştir.

Bu çalışmada, günümüzde giderek yaygın olması beklenen ürünlerin iade edilen ürünlerin yeniden satılması durumu için gazeteci çocuk problemi, beklenen karı aşma olasılığını en büyükmek amacı altında ele alınmıştır. Ayrıca, beklenen karı en büyükleme amacı altında da problem iade ürünler için incelenmiş ve sözü edilen çelişen iki amaçtan ne birini, ne diğerini en büyükleme; her ikisini de en iyileyen bir optimal envanter politikası belirlenmiştir. Çalışmada talep verileri için normal dağılımdan türetilen veriler kullanılmış, beklenen karı ve beklenen kara ulaşma olasılığını en büyükleme amaçları altında ayrı ayrı envanter politikaları belirlenmiştir. Ayrıca çelişen bu iki amacı en iyileyen envanter politikası belirlenerek diğerleriyle karşılaştırma yapılmıştır. Son olarak model parametrelerinin çözüme olan duyarlılık analizine ve ekonomik yorumlara yer verilmiştir.

İzleyen bölümde problemin tanımı ve farklı amaç fonksiyonları altında iade ürünler durumunda optimum çözümün nasıl elde edileceği konusunda bilgi verilecek, üçüncü bölümde türetilmiş veriler için yapılan uygulamada elde edilen envanter politikaları ve optimum değerler sunulacaktır. Son bölümde, elde edilen sonuçların karşılaştırmalı olarak yorumlanması, model parametrelerine ilişkin duyarlılık analizleri ve ekonomik yorumlar yer almaktadır.

2. YÖNTEM

Çalışma kapsamında gerçek veri yerine türetilmiş veri kullanılmasının en önemli nedeni; ülkemiz koşullarında tekrar satılabilir iade edilmiş ürün sisteminin yeterince yaygın olmaması ve bu sisteme sahip firmaların veritabanı sistemlerinin uygun olmamasıdır.

Çalışmada, iade edilebilir tek bir ürünün tek periyot için envanter politikası belirlenmiştir. Problemin doğası gereği sipariş sezon başında bir kez verilir ve siparişler sezon başında perakendeciye ulaşır. Sezon başladıktan sonra gerçekleşen müşteri talebi, toplam talep olarak adlandırılır. Müşteriler satın aldıkları ürünü belli bir süre içinde iade edebilirler. Satılan bir ürünün iade edilme olasılığı r ile gösterilmektedir. İade edilen ürünün tekrar satılabilir olup olmadığına bakıldıktan sonra eğer ürün zarar görmemişse, yeniden satılmak üzere raflarda yerini almaktadır. Ürünün yeniden satılabilir olması olasılığı k ile gösterilmektedir. Burada toplam müşteri talebi, iade edilmesi olası ürün miktarını da içermektedir. İade edilmemiş ya da iade edilse de yeniden satılabilir olmayan talep miktarı net talep olarak tanımlanabilir. Net talep dağılımı ile toplam talep dağılımı özdeş dağılımlardır. Toplam talep ve net talep tanımlamaları Mostard ve Teunter (2006)'da verildiği gibi kabul edilmiştir. Amaç, sezon başında verilecek olan

optimal sipariş miktarını belirlemektir. Kullanılan değişkenler ve tanımları aşağıda verilmiştir.

G : toplam talep

f_G : toplam talebin olasılık yoğunluk fonksiyonu

F_G : toplam talebin dağılım fonksiyonu

μ_G : toplam talebe ait ortalama

σ_G : toplam talebe ait standart sapma

K : tekrar satılabilir durumdaki iade edilen ürün sayısı

N : net talep, $N = G - K$

f_N : net talebin olasılık yoğunluk fonksiyonu

F_N : net talebin dağılım fonksiyonu

μ_N : net talebe ait ortalama

σ_N : net toplam talebe ait standart sapma

m : satılan ürünün iade edilme olasılığı

k : iade edilen ürünün yeniden satılma olasılığı

p : birim satış fiyatı

v : hurda değeri

c : satın alma maliyeti

b : toplam stoksuzluk maliyeti

b_N : net stoksuzluk maliyeti

d : iade edilen ürünleri toplama maliyeti

p_G : beklenen toplam gelir

p_N : beklenen net gelir

q : sipariş miktarı

q_p^* : beklenen karı en büyükleyen optimal sipariş miktarı

q_s^* : beklenen karı aşma olasılığını en büyükleyen optimal sipariş miktarı

q^* : çelişen iki amacı en iyileyen optimal sipariş miktarı

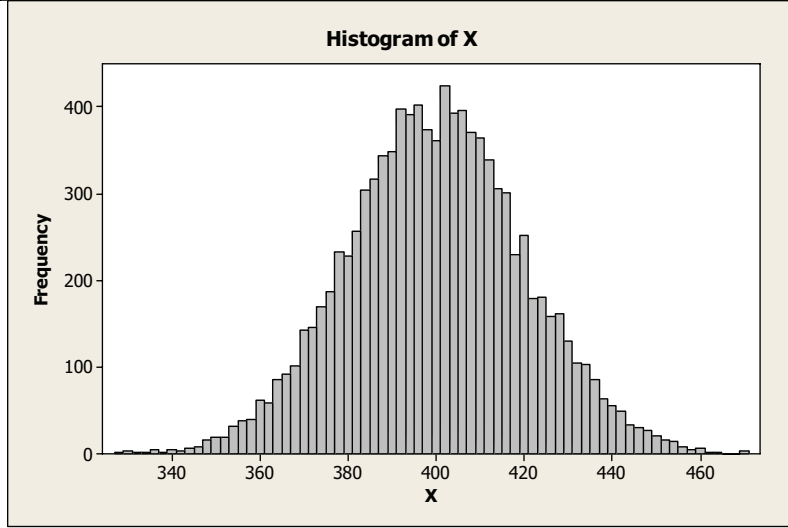
Çalışmada, farklı amaç fonksiyonları altında envanter politikasının nasıl değişeceği sorusu, kurgulanan bir senaryo üzerinde araştırılmıştır. Bu senaryoya göre, müşteri talebinin normal dağılıma uyduğu varsayılmıştır. Talep dağılımının Gamma, logistik ya da başka bir sürekli dağılım olarak varsayılması durumunda, optimum sipariş miktarının ve beklenen karın hesaplanmasında herhangi bir zorluk yaşanmayacağı Parlar ve Weng (2003)'de belirtilmiştir. Ancak, çalışma kapsamında müşteri talebinin envanter kontrol teorisinin literatüründe pek çok kez refere edilmiş olan ve hızlı devreden ürünlerin dağılımı olarak sıkça kullanılan normal dağılıma sahip olduğu varsayılmıştır. Bu amaçla, net talep için ilk olarak 400 ortalama ve 20 standart sapma değerleri ile normal dağılıma uyan 10000 adet veri türetilmiştir. Bu veriler üzerinden k , m , v , c , ve b_N parametreleri için duyarlılık analizleri ve ekonomik yorumlar yapılmıştır. Yanı sıra, dağılım parametreleri değiştirildiğinde, farklı amaçlar altında sipariş miktarlarında nasıl değişim olduğu da incelenmiştir.

Talep verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'e göre talep değişkenine ilişkin veriler 399,95 ortalama ve 19,99 standart sapma ile 327,10

minimum ve 470,73 maksimum değerleri arasında değişim göstermektedir. Talep verilerine ait histogram grafiği Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Talep verileri için betimleyici istatistikler

Değişken	N	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
X	10000	399,95	0,200	19,99	327,10	386,49	399,92	413,11	470,73



Şekil 1. Talep Değişkenine İlişkin Histogram Grafiği

Modelin maliyet parametreleri $v < c < r$ varsayımına uygun olarak; $r=30$, $c=25$, $b=60$, $v=19$ ve $d=5$ TL olarak kullanılmıştır. Ayrıca iade edilme olasılığı, $m=0,50$ ve iadelerin tekrar satılabilir olması olasılığı, $k=0,95$ olarak varsayılmıştır.

2.1 Klasik Yaklaşım

Bu bölümde beklenen karı en büyükleyen sipariş miktarının (q) nasıl elde edildiği açıklanmıştır. Klasik gazeteci çocuk probleminde tek dönem kar fonksiyonu, sipariş miktarı q 'nun bir fonksiyonu olacağından, $\Pi(q, x)$ ile gösterilen gerçekleşen kar eşitlik 1'de verildiği gibi ifade edilebilir.

$$\Pi(q, x) = \begin{cases} px + v(q - x) - cq, & \Rightarrow x \leq q \\ pq - b(x - q) - cq, & \Rightarrow x > q \end{cases} \quad (1)$$

Gerçekleşen karın beklenen değeri alındığında ve gerekli sadeleştirmeler yapıldığında, $\mu = E(X)$ sezon boyunca talebin beklenen değeri olmak üzere, yaygın olarak bilinen tek periyot için beklenen kar fonksiyonu $EP(q)$ eşitlik (2)'deki gibi elde edilir.

$$EP(q) \equiv E[\Pi(q)] = (p - v)\mu + (v - c)q - (p + b - v) \int_q^{\infty} (x - q) f(x) dx \quad (2)$$

$EP(q)$ 'nin q 'ya göre birinci türevinin sıfıra eşitlenmesiyle optimal q değeri, talebin dağılım fonksiyonu yardımıyla, aşağıdaki eşitliklerden hareketle bulunabilir.

$$1 - F(q) = \frac{c - v}{p + b - v} \quad (3)$$

$$q_p^* = F^{-1}\left(1 - \frac{c - v}{p + b - v}\right) \quad (4)$$

Ürünlerin iade edilebilir olduğu durumda beklenen kar fonksiyonunun hesaplanmasında kullanılmak üzere, ürünün iade edilmesi olasılığının ve iade edilen ürünün tekrar satılabilir olması olasılığını da göz önünde bulundurarak, beklenen toplam gelir ve beklenen net gelir Mostard ve Teunter (2006)'daki gibi hesaplanarak sırasıyla eşitlik 5 ve 6'da verilmiştir.

$$p_G = (1 - m)p - md + m(1 - k)v \quad (5)$$

$$p_N = (1 + mk + (mk)^2 + \dots)p_G = p_G / (1 - mk) \quad (6)$$

Bu bilgiler ışığında talebin sürekli olduğu varsayımı altında, beklenen kar fonksiyonu

$$EP(q) = p_N [\mu_N - ES_N(q)] - cq - b_N ES_N(q) + v \{q - [\mu_N - ES_N(q)]\}$$

$$EP(q) = (p_N - v)\mu_N - (c - v)q - (p_N - v + b_N)ES_N(q) \quad (7)$$

şeklinde elde edilir. Burada $ES_N(q)$ karşılanmayan net taleplerin beklenen sayısını gösterir. Birim net stoksuzluk maliyeti Mostard ve Teunter (2006)'da tanımlandığı gibi

$$b_N = b / (1 - mk) \quad (8)$$

biçiminde alınarak beklenen stoksuzluk maliyeti eşitlik 9'da verildiği gibi elde edilir.

$$ES_N(q) = E[N - q]^+ = \int_q^{\infty} x f_N(x) dx - q[1 - F_N(q)] \quad (9)$$

Beklenen kar fonksiyonunu en büyükleyen sipariş miktarını elde etmek için fonksiyonun q 'ya göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenmelidir. Bundan önce $ES_N(q)$ fonksiyonunun da q 'ya göre kısmi türevi alınarak bu değer beklenen kar fonksiyonunda yerine konulduğunda ve fonksiyon sıfıra eşitlendiğinde eşitlik 11 elde edilir.

$$\frac{dEP(q)}{dq} = -(c - v) - (p_N - v + b_N)[F_N(q) - 1] = 0 \quad (10)$$

$$F_N(q) = 1 - \frac{c - v}{p_N - v + b_N} \quad (11)$$

Buradan optimal sipariş miktarı talebin dağılım fonksiyonundan yararlanarak,

$$q_p^* = F_N^{-1}\left(1 - \frac{c - v}{p_N - v + b_N}\right) \quad (12)$$

biçiminde elde edilir.

2.2 Beklenen Karı Aşma Olasılığını En İyileme Yaklaşımı

Bu bölümde beklenen karı aşma olasılığını en büyükleyen sipariş miktarının nasıl elde edildiği açıklanmıştır. Beklenen karı aşma olasılığı, bir başka deyişle gerçekleşen karın beklenen kardan büyük olması olasılığı $S(q)$, eşitlik 13'teki gibi ifade edilebilir.

$$S(q) = \Pr[\Pi(q) \geq EP(q)] \quad (13)$$

Gerçekleşen karın talep ile olan ilişkisine bakıldığında, eğer sezon başında talep (X) kadar sipariş verildiyse gerçekleşen kar en yüksek düzeyde olacak ve

$$\Pi(q) = (p - c)q \quad (14)$$

ilişkisiyle hesaplanabilecektir.

Talep miktarı (X), verilen sipariş miktarından (q) düşük olduğunda ve talep sipariş miktarının bir fonksiyonu olarak ifade edildiğinde beklenen kar, eşitlik 15'te verildiği gibi olacaktır.

$$EP(q) = px_1(q) + v[q - x_1(q)] - cq \quad (15)$$

Talebin sıfır olması durumunda ise beklenen kar sıfır olacağından, $x_1(q)$ fonksiyonu,

$$x_1(q) = \max\left(0, \frac{EP(q) + (c - v)q}{p - v}\right) \quad (16)$$

biçiminde ifade edilebilir.

Talep miktarı (X), verilen sipariş miktarından (q) fazla olduğunda bu kez karşılanmayan talep için stoksuzluk maliyetine katlanılacak ve beklenen kar ve buradan elde edilecek $x_2(q)$ fonksiyonu, sırasıyla eşitlik 17 ve 18'deki gibi olacaktır. Detaylı açıklamalar ve ispatlarla ilgili olarak Parlar ve Weng (2003) incelenebilir.

$$EP(q) = px_2(q) + b[x_2(q) - q] - cq \quad (17)$$

$$x_2(q) = \frac{(p + b - c)q - EP(q)}{b} \quad (18)$$

Çalışmanın konusu olan, ürünlerin iade edilebilir olduğu durumda ise söz konusu sınırlar iade olasılığını ve ürünlerin tekrar satılma olasılığını göz önünde bulundurarak, ürünün birim satış fiyatı yerine net beklenen getiri alındığında,

$$x_1(q) = \max(0, \frac{EP(q) + (c - v)q}{p_N - v}) \quad (19)$$

$$x_2(q) = \frac{(p_N + b_N - c)q - EP(q)}{b_N} \quad (20)$$

biçiminde hesaplanmaktadır.

Buradan, beklenen karı aşma olasılığı $S(q)$, $x_1(q)$ ve $x_2(q)$ fonksiyonları kullanılarak eşitlik 21'deki gibi ifade edilir ve talebin olasılık yoğunluk fonksiyonu bilindiğinde eşitlik 22'de verildiği gibi hesaplanabilir. Buradan $S(q)$ 'yu en büyükleyen sipariş miktarı elde edilebilir.

$$S(q) = \Pr[\Pi(q) \geq EP(q)] = \Pr[x_1(q) \leq X \leq x_2(q)] \quad (21)$$

$$S(q) = \int_{x_1(q)}^{x_2(q)} f(x) dx \quad (22)$$

2.3 İki Yaklaşımı Dengeleyen Çözüm

Bu bölümde, önceki bölümlerde anlatılan iki amacın birlikte en iyilenmesi durumu açıklanmıştır. Beklenen karı en büyüklerken, beklenen karın artan değerleri için, bu değeri aşma olasılığı giderek azalır. Diğer bir deyişle, bu iki amaç birbiriyle çelişen amaçlardır. Her iki amacın ayrı ayrı en iyilenmesi durumunda birbirinden çok farklı q değerleri elde edilir. İki amacı birlikte en iyilemek için, $S(q)$ ve $EP(q)$ fonksiyonlarının birlikte ifade edildiği iki boyutlu uzayda, optimum q değerleri kullanılarak elde edilen en büyük $S(q)$ ve en büyük $EP(q)$ değerleri ikilisi $(EP^*(q); S^*(q))$ 'nun, S-EP uzayındaki eğriye olan uzaklığına bakılır. Eğri üzerindeki noktalardan, her iki fonksiyonun optimum değerlerini ifade eden noktaya olan uzaklığın en küçük olduğu durum aranır. Bu amaçla eşitlik 23'te verilen uzaklık fonksiyonu kullanılır.

$$\min_{q \geq 0} L_p(EP(q), S(q)) = \{w[\frac{EP^* - EP(q)}{EP^*}]^p + (1 - w)[\frac{S^* - S(q)}{S^*}]^p\}^{1/p} \quad (23)$$

Burada $0 \leq w \leq 1$ olmak üzere w , görel olarak belirlenen ağırlık parametresidir. Ağırlık parametresi w , 0,5 alındığında her iki amaç fonksiyonuna eşit ağırlık verilmiş olacaktır.

Bu parametre sıfıra doğru yaklaştıkça beklenen karı aşma olasılığını en büyükleme amacına daha fazla ağırlık verilirken, parametre 1'e yaklaştıkça beklenen karın en büyütülmesi amacına daha yakın bir sonuç elde edilmesi beklenir. Ayrıca $1 \leq p \leq \infty$ olmak üzere p hesaplanacak uzaklık türünü gösteren parametredir. Çalışmada Euclidean uzaklık hesaplandığından $p=2$ alınmıştır. Detaylı bilgi için Zeleny (1982), Chankong ve Haimes (1983) incelenebilir.

3. BULGULAR

Bu bölümde, talebin normal dağılıma uyduğu varsayımı altında, iade edilen tekrar satılabilir ürünler için elde edilen envanter politikalar ve modelin parametreleri için duyarlılık analizlerine yer verilmiştir. Gerek beklenen karın en büyütülmesinde, gerekse olasılık optimizasyonunda gerekeceğinden, p_N ve b_N değerleri hesaplanmalıdır. Beklenen net gelir, 5 ve 6 eşitlikleri kullanılarak 43,76 TL, net stokluluk değeri ise eşitlik 8 kullanılarak 114,28 olarak bulunur.

3.1 Klasik Yaklaşım ile Envanter Politikası

İkinci bölümde verilen model parametreleri ve bölüm 2.1'de iade ürünler için anlatılan yaklaşım kullanılarak beklenen karı en büyütleyen optimal sipariş miktarı ve beklenen en büyük kar, sırasıyla eşitlik 24 ve 25'te verildiği gibi bulunur.

$$F_N(q) = 1 - \frac{25 - 19}{43,76 - 19 + 114,2857} = 0,96$$

$$q_p^* = F_N^{-1}(0,96) \cong 434 \quad (24)$$

İkinci bölümde verilen 9 eşitliği kullanılarak

$$ES_N(434) = 0,365756$$

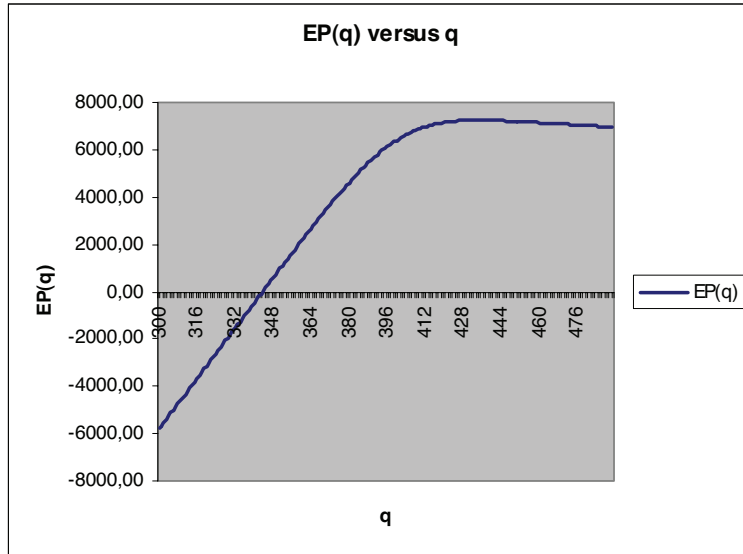
olarak, belirlenen sipariş miktarı için elde edilecek beklenen kar ise, eşitlik 7'den,

$$EP(434) = 7249,90 \text{ TL} \quad (25)$$

olarak elde edilir.

Bu durumda klasik gazeteci çocuk modeli için, karar verici sezon öncesi 434 birim ürün sipariş verdiği takdirde, sezon sonunda 7249,90 lira kar edecektir.

Kar fonksiyonu ile sipariş miktarları arasındaki ilişki ise Şekil 2'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2. Sipariş Miktarı ile Beklenen Kar Arasındaki İlişki

3.2 Beklenen Karı Aşma Olasılığını En İyileyen Envanter Politikası

Beklenen karı aşma olasılığı $S(q)$ 'yu en büyükleyen optimal sipariş miktarının bulunmasında öncelikle $x_1(q)$ ve $x_2(q)$ değerleri hesaplanmalıdır. 19 ve 20 eşitliklerinde verilen $x_1(q)$ ve $x_2(q)$ fonksiyonlarına göre bu değerler,

$$x_1(q) = \max\left(0, \frac{EP(q) + (25 - 19)q}{43,76 - 19}\right) \quad (26)$$

$$x_2(q) = \frac{(43,76 + 114,28 - 25)q - EP(q)}{114,28} \quad (27)$$

şeklinde elde edilir. $x_1(q)$, $x_2(q)$ ve sipariş miktarı arasındaki ilişki Şekil 3'te görüldüğü gibidir.

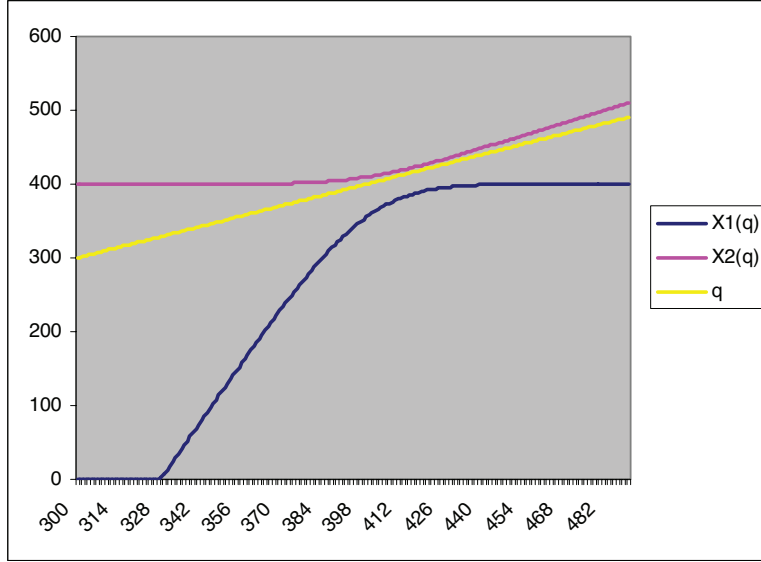
$S(q)$ fonksiyonunun maksimum olduğu sipariş noktası, beklenen karı aşma olasılığının en yüksek olduğu sipariş noktası olur. $S(q)$ 'yu en büyükleyen değer 0,68905 olarak bulunmuştur. En büyük $S(q)$ değerinin elde edildiği sipariş miktarı, optimum sipariş miktarıdır ve 405 değerine karşılık gelmektedir. Buna göre, beklenen karı aşma olasılığını maksimize edebilmek için 405 birim sipariş verilmelidir. $S(q)$ ve sipariş miktarı arasındaki ilişki Şekil 4'teki gibidir.

$$q_s^* = 405 \quad (28)$$

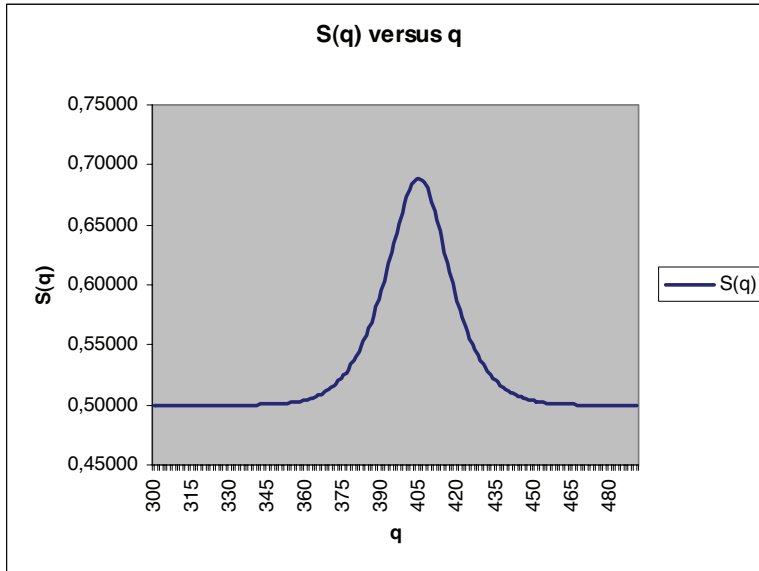
Önceki bölümde klasik yaklaşım için bulunan $q_p^* = 434$ değeri için beklenen karı aşma olasılığı hesaplandığında,

$$S(434) = 0,52261 \quad (29)$$

olduğu görülür. Buradan, klasik gazeteci çocuk modeli için bulunan sipariş miktarı değerinin, beklenen karı aşma olasılığını maksimize etmede yetersiz kaldığı görülmektedir.



Şekil 3. $x_1(q)$, $x_2(q)$ ve q Arasındaki İlişki



Şekil 4. $S(q)$ ve q Arasındaki İlişki

3.3 Her İki Amacı Birlikte En İyileyen Envanter Politikası

Beklenen kar fonksiyonunu ve beklenen karı aşma olasılığını birlikte optimize eden sipariş miktarını belirlemek için eşitlik 22’de verilen uzaklık fonksiyonu kullanılmıştır. Ağırlık parametresi $w=0,40$; Euclid uzaklığı hesaplandığından ve $p=2$ olarak alınmıştır. Elde edilen uzaklık fonksiyonunu minimize eden değer,

$$\min_{q \geq 0} L_2(EP(q), S(q)) = 0,03768 \quad (30)$$

olarak bulunur ve karşı gelen sipariş miktarı değeri,

$$q^* = 409 \quad (31)$$

olarak elde edilir. Bu durumda, karar verici sezon başında 409 adet sipariş verdiğinde, beklenen karı 6856,56 TL olacak, beklenen karı aşma olasılığı ise 0,6752 olacaktır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, tekrar satılabilir iade edilmiş ürünler için gazeteci çocuk modeli ile sipariş politikası belirlenmiştir. Çalışma kapsamında üç farklı amaç fonksiyonu üzerinde durulmuştur. Bu amaçların ilk ikisi, beklenen karı maksimize etmek ve beklenen karı aşma olasılığını maksimize etmek olarak sıralanabilir. Bu iki amaç fonksiyonu altında tekrar satılabilir iade edilen ürünler için envanter politikaları belirlenmiştir. Son olarak da, çelişen bu iki amaç fonksiyonunu birlikte en iyileyen sipariş miktarı araştırılmıştır.

Sözü edilen üç farklı amaç için bulunan değerler Tablo 2’de özetlenmiştir. Beklenen kar değeri arttıkça bu değeri aşmak zorlaşacağından, beklenen kar fonksiyonunu en büyükleme sipariş miktarında, bu karı aşma olasılığı en küçük değerini almıştır.

Tablo 2. Optimal sipariş miktarlarının karşılaştırılması

q	$EP(q)$	$S(q)$
405	6678,45	0,68905
409	6856,56	0,67520
434	7249,90	0,52261

Her iki amacı en iyileyen sipariş miktarı ise iki değer arasında, ancak $S(q)$ ’nin optimizasyonuna daha yakın olarak elde edilmiştir. Bunun nedeni uzaklığı minimize ederken kullanılan ağırlık değerinin $w = 0,4$ alınması gibi görünse de, farklı w değerleri için de aynı durum gözlenmektedir. Bu değerler Tablo 3’te verilmiştir. Ağırlık değeri w ’nın düşük ve yükselen değerleri için iki amacı dengeleyen çözüm, olasılığı en büyükleme amaca daha yakın sonuçlar vermektedir.

Tablo 3. Farklı ağırlık (w) değerleri için sipariş miktarları

w	q_p^*	q_s^*	q^*	$L_2(q^*)$
0.0	434	405	405	0.00000
0.2	434	405	408	0.02891
0.4	434	405	409	0.03768
0.6	434	405	410	0.04230
0.8	434	405	412	0.04222
1.0	434	405	434	0.00000

Tekrar satılabilir iade ürünler için önem taşıyan parametreler iadelerin tekrar satılabilir olması olasılığı k ve iade edilme olasılığı m olduğu için, farklı k ve m değerlerine ilişkin elde edilmiş optimal sipariş miktarı değerleri Tablo 4 ve Tablo 5'te verildiği gibidir.

Tablo 4. İadelerin tekrar satılabilir olması olasılığı için duyarlılık analizi

k	q_p^*	q_s^*	q^*
0,25	429	405	409
0,50	431	405	409
0,75	433	405	409
0,95	434	405	409

Tablo 5. Ürünlerin iade edilmesi olasılığı için duyarlılık analizi

m	q_p^*	q_s^*	q^*
0,25	432	399	405
0,50	434	405	409
0,75	439	416	420

Tablo 4'te farklı k değerleri için q_p^* , q_s^* ve q^* değerleri görülmektedir. Buna göre; iade ürünlerin tekrar satılabilir olması olasılığı k arttıkça beklenen net gelir artacağından, q_p^* 'nin artma eğiliminde olduğu, q_s^* ve q^* 'in ise etkilenmediği görülür. İadelerin tekrar satılabilir olması olasılığının değişimi, elde edilecek karı doğrudan etkilediğinden, q_p^* diğerlerine göre bu değişime daha duyarlı davranmaktadır. Ancak, k olasılığında 0,70 azalma olmasına karşın beklenen karda 10,39 TL azalma olmuştur. Ancak bu azalma, bu karı aşma olasılığını değiştirecek kadar değildir.

Tablo 5'te ise iade edilme olasılığı m arttıkça, her üç sipariş miktarının da arttığı görülür. Bunun sebebi, iade olasılığı arttığında birim başına gelirin düşerek, firmanın karlılığı arttırabilmek için daha çok sipariş verme eğilimine girecek olmasıdır. Ayrıca iade edilen her ürün yeniden satılamayacağından ve stoksuzluk maliyeti çok yüksek olduğundan iade edilme olasılığı arttıkça sipariş miktarının da arttığı gözlemlenir. Sistemin bu değişime daha duyarlı olduğu söylenebilir.

Yanı sıra c , v ve b_N değerleri için duyarlılık analizi yapılmış ve aşağıdaki tablolardaki sonuçlar elde edilmiştir. Farklı b_N değerlerinin elde edilmesinde eşitlik 8'den yararlanılmış ve b parametresi için sırasıyla 20, 40, 60, 80 değerleri kullanılmıştır.

Tablo 6. Birim maliyet c için duyarlılık analizi

c	q_p^*	q_s^*	$1 - \frac{S(q_p^*)}{S(q_s^*)} (\%)$	$1 - \frac{EP(q_s^*)}{EP(q_p^*)} (\%)$	q^*	L_2
21	444	405	26,378	7,827	409	0,03911
23	438	405	25,301	7,801	409	0,03817
25	434	405	24,155	7,882	409	0,03768
27	432	405	23,405	8,077	409	0,03761
29	429	405	21,996	8,42	409	0,03803

Tablo 6'da artan birim satın alma maliyet değerleri için, karlılık düzeyi azalacağından q_p^* 'ın azaldığı, q_s^* 'ın ise etkilenmediği görülür. S ve EP fonksiyonları için verilen yüzdeler ise kaybı ifade etmektedir. Yüzde olarak ifade edilen "kayıp" değerlerinden birincisi, beklenen kara ulaşma olasılığını en büyükleyen amaç fonksiyonunda, q_p^* miktarının seçilmesiyle oluşan kaybı ifade etmektedir. Yüzde olarak ifade edilen ikinci kayıp değerleri ise, beklenen karı en büyükleyen amaç fonksiyonunda q_s^* miktarının seçilip yorumlanmasıyla oluşan kayıptır. Başlangıçta tanımlanan parametreler kullanıldığında, beklenen kara ulaşma olasılığını en büyükleme amacı altında q_s^* miktarda değil de q_p^* miktarda sipariş vermek, beklenen karı aşma olasılığını %24,1 azaltacaktır. Firma, q_s^* miktar sipariş yerine q_p^* miktar sipariş verirse artan c değerleri için azalan yüzdelerle karşılaşır. Benzer şekilde EP fonksiyonu için q_p^* yerine q_s^* miktar sipariş verirse, artan c değerleri için yine azalan yüzdelerle karşılaşır. Ancak buradaki azalma beklenen karda yüzde olarak azalmayı ifade eder ve diğerine göre daha küçük değişimler gözlenmektedir.

Tablo 7. Hurda değeri v için duyarlılık analizi

v	q_p^*	q_s^*	$1 - \frac{S(q_p^*)}{S(q_s^*)} (\%)$	$1 - \frac{EP(q_s^*)}{EP(q_p^*)} (\%)$	q^*	L_2
15	430	403	21,416	8,298	408	0,03607
17	432	404	22,802	8,056	409	0,03707
19	434	405	24,155	7,882	409	0,03768
21	438	405	26,057	8,465	410	0,03874
23	444	406	28,063	8,454	411	0,04037

Tablo 8. Net stoksuzluk maliyeti b_N için duyarlılık analizi

b_N	q_p^*	q_s^*	$1 - \frac{S(q_p^*)}{S(q_s^*)} (\%)$	$1 - \frac{EP(q_s^*)}{EP(q_p^*)} (\%)$	q^*	L_2
38,095	426	395	10,458	5,911	402	0,02452
76,19	431	401	19,336	7,202	406	0,03389
114,286	434	405	24,155	7,882	409	0,03768
152,381	437	407	27,549	9,043	412	0,04031

Tablo 7’de hurda değeri v arttıkça, sezon sonunda elde kalan ürünün karar vericiye olan maliyeti azaldığından, her üç sipariş miktarının da arttığı görülür. Beklenen karı aşma olasılığındaki kayıp yüzdesi giderek artmaktadır. Beklenen karda meydana gelen kayıp yüzdesi de giderek artmakta ancak bu artış diğerine göre daha az olmaktadır.

Tablo 8’de farklı net stoksuzluk maliyeti değerleri için sipariş miktarları, yüzdelik kayıp değerleri verilmiştir. Artan b_N değerlerine karşılık her üç sipariş miktarı da artma eğilimindedir. S ve EP fonksiyonları için zıt sipariş miktarlarının optimal olarak kullanılması durumunda yaşanacak yüzdelik kayıplar da b_N arttıkça artar.

Buraya kadar yorumlar, normal dağılımdan 400 ortalama ve 20 standart sapma ile türetilen verilere ilişkin yapılmıştır. Dağılım parametrelerindeki değişimlerin, farklı amaçlar altında sipariş miktarını nasıl etkilediği de incelenmiş ve izleyen tablolarda verilmiştir. Talebin değişkenliği azaltıldığında, her iki amacı da en iyileyen sipariş miktarındaki değişim de azalmaktadır. Elde edilen sonuç, Tablo 3’te verilen sonuç ile benzerlik göstermekte; ağırlık (w) değeri sıfır iken olasılık değerini en büyükleyen sipariş miktarı en iyi olarak bulunurken, ağırlık (w) değeri 1 iken karı en büyükleyen sipariş miktarı Tablo 9’da görüldüğü gibi en iyi olarak bulunmuştur.

Tablo 9. Normal (400, 10^2) için farklı ağırlık (w) değerlerine göre sipariş miktarları

w	q_p^*	q_s^*	q^*	$L_2(q^*)$
0.0	414	403	403	0.00000
0.2	414	403	404	0.01863
0.4	414	403	405	0.02387
0.6	414	403	405	0.02684
0.8	414	403	406	0.02715
1.0	414	403	414	0.00000

Talep verilerindeki değişkenlik artırıldığında elde edilen sonuçlar Tablo 10’da verilmiştir. Aynı ortalama ile varyansı daha büyük veriler türetilmiş ve sipariş miktarları bu veriler için hesaplandığında, ağırlık (w) değeri 1 olduğunda her iki amacı en iyileyen sipariş miktarının, daha önceki sonuçlardan farklı olarak, karı en büyükleyen sipariş miktarından (455) daha düşük düzeyde (441) elde edildiği görülmektedir.

Tablo 10. Normal (400, 40²) için farklı ağırlık (w) değerlerine göre sipariş miktarları

w	q_p^*	q_s^*	q^*	$L_2(q^*)$
0.0	455	413	413	0.00000
0.2	455	413	424	0.05515
0.4	455	413	427	0.06362
0.6	455	413	430	0.06300
0.8	455	413	433	0.05319
1.0	455	413	441	0.00000

Ortalaması 1000, standart sapması 20 olan talep verileri kullanılarak elde edilen sipariş miktarları Tablo 11’de verilmiştir. Bu tablodan da anlaşılacağı gibi, talebin ortalamasında yapılan değişim, sipariş miktarlarını değiştirmekte ancak sonuçlar genel hatlarıyla Tablo 3 ve Tablo 9’da verilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Özetle bu çalışmada, gazeteci çocuk probleminin, farklı amaçlar altında ve iade edilmiş tekrar satılabilir ürünler için de uygulanabilir olduğu kanıtlanmıştır. Sezonluk ürün satışında rekabet eden firmalar karlılıklarının yanı sıra müşteri memnuniyetini de üst düzeye çıkarmak amacıyla bu modelden yararlanarak, rekabette bir adım öne geçebilirler.

Tablo 11. Normal (1000, 20²) için farklı ağırlık (w) değerlerine göre sipariş miktarları

w	q_p^*	q_s^*	q^*	$L_2(q^*)$
0.0	1028	1006	1006	0.00000
0.2	1028	1006	1008	0.01486
0.4	1028	1006	1009	0.01944
0.6	1028	1006	1010	0.02215
0.8	1028	1006	1010	0.02297
1.0	1028	1006	1028	0.00000

5. KAYNAKLAR

Coplan, E.H., 1968. Behavioral assumptions of management accounting. The Accounting Review, 43 (4), 342-362.

Chankong, V., Haimes, Y.Y., 1983. Multiple objective decision making. North Holland, New York.

- Kabak, I., Schiff, A., 1978. Inventory models and management objectives. *Sloan Management Review*, 19 (2), 53-59.
- Khouja, M., 1999. The single-period (news-vendor) problem: Literature review and suggestions for future research. *Omega*, 27, 537-553.
- Kodama, M., 1995. Probabilistic single period inventory model with partial returns and additional orders. *Computers and Industrial Engineering*, 29, 455-459.
- Lanzillotti, R.F., 1958. Pricing objectives in large companies. *American Economic Review*, 48, 921-940.
- Lau, H.S., 1980. The newsboy problem under alternative optimization objectives. *Journal of the Operational Research Society*, 31, 525-53.
- Lau, A.H.L., Lau, H.S., 1988. Maximizing the probability of achieving a target profit in a two-product newsboy problem. *Decision Sciences*, 19, 392-408.
- Li, J., Lau, H., Lau, A.H., 1991. A two-product newsboy problem with satisfying objective and independent exponential demands. *IIE Trans*, 23, 29-39.
- Hillier, F.S., Lieberman, G.J., 1995. *Introduction to operations research* (6th ed.). McGraw- Hill, NY.
- Lee C. H., 2001. Coordinated stocking, clearance sales, and return policies for a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 131, 491-513.
- Mostard, J., Teunter, R., 2006. The newsboy problem with resalable returns: A single period model and case study. *European Journal of Operational Research*, 169, 81-96
- Parlar, M., Weng, Z.K., 2003. Balancing desirable but conflicting objectives in the newsvendor problem. *IIE Transactions*, 35, 131-142.
- Schiff, M., Lewin, A.Y., 1970. The impact of people on budgets. *Accounting Review*, 45, 259-268.
- Vlachos, D., Dekker, R., 2002. Return handling options and order quantities for single period products. *European Journal of Operational Research*, 151, (1), 38-52.
- Wells, M.C., 1968. Professor Machlup and theories of the firm. *Economic Record*, 22, 357-368.
- Williamson, O.E., 1970. *Corporate control and business behavior*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Winston, W.L., 2004. *Operations research*. Duxbury, NY.
- Zeleny, M., 1982. *Multiple criteria decision making*. McGraw-Hill. New York, NY.

THE NEWSVENDOR PROBLEM FOR RESALABLE PRODUCTS WITH CONFLICTING OBJECTIVES

ABSTRACT

Towards developing marketing strategies, the policies of competitive companies have focus on customer satisfaction. The occurrence of a return of a product that is sold to a customer has been increasingly common concept within marketing strategies. Towards this requirement, determining the inventory policy with newsboy problem for return products have been recognized frequently in the literature, recently. Besides the newsvendor problem is known as an inventory model that optimizes the single period profit or cost function, there are many studies that examines the newsvendor problem under alternative objectives. The models that examine the order quantity that maximizes the probability of exceeding a prespecified profit level and the probability of an expected profit level are the most popular ones. In this study, the newsvendor problem for return products is examined under the two following objective functions and optimal order quantities are proposed for each objective function separately. The first objective is maximizing the expected profit level and the second one is maximizing the probability of exceeding the expected profit level. Furthermore, an optimum policy which optimizes both conflicting objective is inspected. Simulated demand data used in a context of a scenario to determine the optimal order policy under all three objective functions. Finally, sensitivity analysis of model parameters and economic interpretations are proposed.

Keywords: Alternative objective functions, Probability of exceeding expected profit, Inventory, Newsvendor problem, Return products.