



Fiyata Bağımlı Deterministik Talep Varsayımı Altında Envanter Modellerini İnceleyen Bir Literatür Araştırması ve Sınıflandırması

M. Edib Gürkan^{a*}, Gözde Cundu Kaya^b, Mehmet Ferda Kaya^c

^aKarabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Karabük

^bOrta Doğu Teknik Üniversitesi, İktisat Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara

^cMevlana Kalkınma Ajansı, Konya

Öz

Envanter ve fiyatlandırma kararları, arz ve talep sürecini doğrudan etkilemektedir. Son zamanlarda birçok işletme, bu kararların bir arada ele alınmasına ve böylelikle, arz ile talep arasında oluşması muhtemel açık riskinin en düşük düzeye indirilmesine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, mamule ilişkin talep süreci fiyatlandırma stratejileri ile yönlendirilirken, envanter kararları ile arzın kontrol edilmesi sağlanmaktadır. Bu kararlar, işletme karlılığının artırılması amacıyla hizmet etmektedir. Dolayısıyla, işletmeler, mümkün mertebe yüksek kar elde edebilmek için en uygun fiyat ve envanter kararlarının verilmesine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu ihtiyaç, birçok araştırmacının, ilgili kararların elde edilmesine ilişkin matematiksel modeller geliştirmesi sonucunu doğurmaktadır. Bu çalışmada, fiyata bağımlı deterministik talep varsayımını altında eşgüdümlü envanter ve fiyatlandırma kararları problemini inceleyen çalışmalara ilişkin detaylı bir literatür taraması sunulmaktadır. Bu doğrultuda, ilk olarak literatürde sıklıkla kullanılan ve söz konusu problemi karakterize eden faktörler tanıtılmaktadır. Sonrasında, dayanıklı veya bozulma gösteren bir mamul için envanter ve fiyatlandırma problemine odaklanan çalışmalar karakteristik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bununla beraber, geleceğe yönelik araştırma alanları için önerilerde bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Eşgüdümlü Envanter ve Fiyatlandırma Yönetimi, Deterministik Talep

A Literature Review and Classification on Inventory Models under the Assumption of Price Dependent Deterministic Demand

Abstract

Inventory and pricing decisions directly influence the supply and demand processes. In recent years, many companies concentrate their effort on taking these decisions together and, therefore, minimizing the risk of potential gap between demand and supply. In this context, while demand process is influenced by price strategies, supply process is controlled by inventory policies. These decisions jointly serve the purpose of increase in business profitability. Therefore, companies need to make optimal inventory and pricing decision in order to attain maximum profit. This necessity gives birth to important mathematical models, developed by researches, for guiding companies while they develop their pricing and inventory policies. In this paper, we present a detailed review on studies which consider coordinated inventory and pricing decisions problem under price dependent deterministic demand assumption. In this context, we first introduce the modelling characteristics that are commonly used by researchers. Further, we classify the studies according to their modelling characteristics. We finally touch upon the gap between academic research and industrial practices, moreover we propose some future work suggestions to researchers.

Keywords: Coordinated Inventory and Pricing Management, Deterministic Demand

GİRİŞ

Envanter yönetimi, işletmenin en düşük düzeyde envanter maliyetlerine katlanması amacını gütmektedir. Bu amaca paralel olarak, başarılı bir envanter yönetimi uygulaması ile mamule ya da mamullere ait oluşan talebin mümkün olduğunca vaktinde karşılanması hedeflenmektedir. Matematiksel envanter modelleri ise, işletmenin içerisinde bulunduğu envanter sisteminin özelliklerini de göz önüne alarak, ilgili amaçları gerçekleştirecek sipariş zamanı ve miktarına ait optimal kararların verilmesine odaklanmaktadır.

Matematiksel envanter modelleri oluşturulurken talebe ilişkin varsayımlar ilgili modelin yapısını belirleyen en önemli etkidir. Bu kapsamda, envanter yönetimi literatüründe yer alan klasik envanter modelleri, optimal envanter planını belirlemek üzere, talebin karar verici tarafından kontrol edilemeyen bir değişken olduğu varsayımını temel almaktadır (Chen ve Simchi-Levi, 2004: 887). Bir diğer deyişle, klasik envanter yönetimi modelleri gelirin sabit olduğu varsayımı altında envanter maliyetlerinin minimize edilmesi probleminde ve böylelikle, arz yönetimine odaklanmaktadırlar. Halbuki, uygulamada envanter ve talebe ilişkin kararların birbirlerinden bağımsız olarak ele alınması arz ve talep kararları arasında koordinasyon eksikliğine yol açmakta ve sonuç olarak, işletmenin genel hedefi olan maksimum karın elde edilmesi önünde büyük bir engel teşkil etmektedir (Zhu ve Thonemann, 2009: 175).

Bir mamule ait gerçekleşen talep ile söz konusu mamulün fiyatı arasında çok sıkı bir ilişki vardır ve fiyatın karar değişkeni olarak matematiksel modele dahil edilmesi ile birlikte talep sürecinin arzu edilen biçimde yönlendirilmesi oldukça mümkündür. Dolayısıyla, arz ile talep arasında meydana gelmesi muhtemel dengesizlik riskini azaltmak üzere envanter ve fiyatlandırma kararları birbirlerini tamamlamaktadırlar (Zhang P. , 2013: 2). Bu kapsamda, satış veya üretim sezonu boyunca mamule ilişkin fiyatın sabit olduğu varsayımının kabul edilmesi halinde statik fiyat söz konusu olmaktadır. Benzer şekilde, fiyatın, müşterileri farklı zümrelere ayırmaksızın, karar vericinin isteği doğrultusunda zaman içerisinde değişkenlik gösteren bir yapıda olması durumu ise dinamik fiyatlandırma olarak tanımlanmaktadır.

Son on beş yıllık süre içerisinde bilişim teknolojisinde meydana gelen olumlu değişimler neticesinde müşteriye ait doğru verinin elde edilmesi oldukça kolay hale gelmektedir. Bu durum karar vericilerin talep süreci ve nihayetinde fiyatlandırma kararları üzerinde daha sağlıklı bilgiye sahip olması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, işletmeler için envanter ve fiyatlandırma kararlarını bir arada ele almak çok daha mümkün ve avantajlı olmaktadır. Bu sebeple, eşgüdümlü envanter ve fiyatlandırma stratejileri perakende, e-ticaret, otomobil, ulaşım, eğlence, telekomünikasyon ve enerji sektörü gibi birçok farklı endüstride kendisine yer bulmaktadır. Örneğin, Ford Motor Şirketi, ABD içerisinde yer alan beş satış bölgesinde envanter kararları tabanlı fiyatlandırma yöntemini uygulamış ve söz konusu bölgeler için toplamda yaklaşık bir milyar dolarlık kara ulaşarak daha önceden belirlenen kar

hedefinin çok üzerine çıkmıştır. Klasik fiyatlandırma yönteminin uygulandığı bölgelerde ise toplam kar hedefinin altında kalmıştır (Talluri ve Van Ryzin, 2006: 178). Benzer şekilde, 2005 yılı içerisinde, elektronik ticaret firması olan Ebay. Inc fiyatlandırma ve envanter kararları arasındaki koordinasyonu başarılı bir şekilde sağlamış ve yirmi milyar dolarlık gelir sağlamıştır (Sahay, 2007: 55). İlgili örnekler, envanter ve fiyatlandırma kararlarının doğru bir şekilde bir araya getirilmesi halinde işletme karlılığını arttırmada ne kadar etkili bir araç olduğuna işaret etmektedir.

Envanter ve fiyatlandırma kararlarını eşgüdümlü olarak ele alan gerçek hayat uygulamalarının kayda değer başarılar elde etmesi birçok akademik çalışmaya önyak olmuş ve bu alan üzerinde kapsamlı bir literatür oluşmasını sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı, literatürde yer alan ve planlama ufku içerisinde tedarik imkanına sahip deterministik çalışmaları incelemektir. Bununla beraber, incelenen çalışmalarda talebin fiyata veya fiyat ve zamana bağımlı bir fonksiyon olması özelliği aranmaktadır. Bu özelliği hiç taşımayan veya talebi fiyat ve zaman haricinde başka faktörlerden etkilenen bir fonksiyon olarak tanımlayan araştırmalar bu çalışmanın kapsamı dışında yer almaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın bir diğer amacı, bir sonraki bölümde detaylı bir şekilde yer verilen varsayımlara göre söz konusu çalışmaları sınıflandırmaktır.

Bu alanda yer alan çalışmalar ilk olarak Eliashberg ve Steinberg (1993) tarafından incelenmektedir. Yazarlar, pazarlama ve üretim kararlarını bir arada ele alan çalışmalar üzerine bir literatür taraması sunmaktadır. Elmaghraby ve Keskinocak (2003), dinamik fiyatlandırma ve envanter kararlarının eşzamanlı olarak verilmesi problemi ile ilgilenen çalışmaları, müşterilerin satın alma alışkanlıkları ve planlama ufku boyunca tedarik imkanına ilişkin varsayımlar gibi birçok farklı açıdan sınıflandırarak, oldukça geniş bir biçimde incelemiştir. Chan vd. (2004), ilgili literatürü işletmeler arasındaki rekabeti göz önüne alan veya talep öğreniminin karar verme süreci içerisinde yer aldığı varsayımları altında yapılan çalışmaları da kapsayacak biçimde incelemiştir. Ek olarak çalışmalarında, fiyat ve envanter kontrolüne ilişkin sektörel uygulamalara yer vermişlerdir. Yano ve Gilbert (2005), tedarik ve talep sürecini etkileyen fiyatlandırma stratejilerine ilişkin analitik modeller üzerine bir literatür çalışması sunmaktadır. Bu makale, literatürde yer alan temel çalışmalara ek olarak, bahsi geçen literatür taramalarından sonra yayınlanan uluslararası çalışmaları da kapsamaktadır.

Bu çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmektedir; takip eden bölümde envanter ve fiyatlandırma kararlarını etkileyen temel bileşenler tanıtılacak ve sınıflandırılacaktır. Sonraki bölümde dayanıklı bir mamul için söz konusu problemi ele alan çalışmalar talep tipine ve ürün sayısına göre sınıflandırılarak üç ayrı alt başlık altında incelenmektedir. Bir diğer alt başlıkta, bozulma gösteren mamul için envanter ve fiyatlandırma problemi ile ilgilenen çalışmalar analiz edilmektedir. Son bölümde ise, sonraki araştırmalar için potansiyel araştırma alanlarına değinilecektir.

1. Envanter ve Fiyatlandırma Kararlarını Etkileyen Temel Faktörler

İşletmeler faaliyetlerini sürdürebilmek ve uzun vadede kalıcı olabilmek adına, karlılığı arttırmanın ve böylelikle rekabet avantajı elde etmenin yollarını aramaktadırlar. Bu amaca yönelik olarak, talep ve arz miktarının eşleştirilmesi arzu edilmektedir. Bu doğrultuda, birçok işletme, mamule ilişkin fiyatlandırma ve envanter kararlarının eşgüdümlü olarak gerçekleştirilmesi ihtiyacını hissetmektedir. Araştırmacılar, pratikte yer alan bu ihtiyacın giderilmesi için matematiksel modeller geliştirmekte ve işletmelerin kullanımına sunmaktadırlar. Ancak herhangi bir gerçek hayat uygulamasına tam olarak karşılık gelen bir matematiksel model elde etmek oldukça güç olmaktadır. Bunun sebebi, söz konusu uygulamaların sahip olduğu karmaşık yapısıdır. Dolayısıyla, araştırmacılar matematiksel modellerin geliştirilmesi sürecinde farklı varsayımları kabul etmektedirler. Bu durum literatürde yer alan matematiksel modellerin birbirinden farklılaşması sonucunu doğurmaktadır. Bu başlık altında envanter ve fiyatlandırma kararlarına ilişkin modelleri karakterize eden temel varsayımlara yer verilmektedir.

1.1. Talep Yapısı

Envanter ve fiyatlandırma kararlarının alınması sürecinde talep ve fiyat arasında kurulan ilişki çok kritik bir rol oynamaktadır. Bununla beraber, envanter modellerinin analitik karmaşıklığı ürüne ait talep fonksiyonunun yapısına bağımlı olmaktadır (Taha, 1982: 428). Bu doğrultuda, fiyata bağımlı talep fonksiyonları literatürde birçok farklı şekilde ele alınmaktadır.

Deterministik fiyata bağımlı talep, her bir fiyat değerine ilişkin talep fonksiyonunun kesin olarak biliniyor olması durumu olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu talep varsayımı gerçek hayat problemlerinin karmaşık yapısını anlamada kullanılan ilk adım olmaktadır. Bununla beraber, basit yapısına rağmen, zaman içerisinde çok fazla değişim göstermeyen talebe sahip bir mamulün envanter ve fiyatlandırma kararları söz konusu olduğunda deterministik talep varsayımı ile makul sonuçlara ulaşmak mümkün olmaktadır (Chen ve Hall, 2010: 78).

Talebe ait bir diğer sınıflandırma ise mamule ait talebin desenine göre yapılmaktadır. Ülkede yaşanan ekonomik değişimler, mevsimlerde yaşanan dalgalanmalar veya ürün yaşam döngüsü gibi etkenler mamule olan talebin zamana göre değişkenlik göstermesine sebep olmaktadır. Bu doğrultuda, deterministik talep parametrelerinin her bir dönem farklı bir değer aldığı talep modelleri dinamik talep modelleri olarak adlandırılmaktadır. Benzer şekilde, talep parametrelerinin sabit olduğu modeller statik talep modelleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 1’de literatürde sıklıkla kullanılan talep modellerine ilişkin özet bilgi sunulmaktadır. Tablo 1’de bulunan eşitlikler statik talep ve fiyat notasyonu göz önüne alınarak sunulmaktadır. Söz konusu eşitlikler, parametrelerin zamana duyarlı bir şekilde genişletilmesi ile dinamik talep için kullanılabilir (Doğrusal talep-1 için bkz. $d_t(p) = a_t - b_t p$). Benzer şekilde, fiyat değişkenine zaman indeksi eklendiğinde, p_t , dinamik fiyat uygulamasından bahsedilmektedir.

Tablo 1. Fiyata Bağımlı Deterministik Talep Fonksiyonları

No	Talep Çeşidi	Model	Parametre Tanım Aralığı
1	Doğrusal Talep-1	$d(p) = a - bp$	$a > 0, b > 0$
2	Doğrusal Talep-2	$d(p) = a + bf(p)$	$a > 0, b > 0$
3	Doğrusal Talep-3	$d(p) = a + b \left(\frac{p_{max}-p}{p-p_{min}} \right)^i$	$a > 0, b > 0$
4	Eş Fiyat Esnekliği Fonksiyonu	$d(p) = ap^{-b}$	$a > 0, b > 1$
5	Çarpımsal Talep-1	$d(p) = bf(p)$	$b > 0$
6	Çarpımsal Talep-2	$d(p, t) = g(t)d(p)$	$t \geq 0$
7	Kuadratik Talep	$d(p) = a - bp - \gamma p^2$	$a > 0, b > 0, \gamma > 0$
8	Üstel Talep-1	$d(p) = ae^{-bp}$	$a > 0, b > 0$
9	Üstel Talep-2	$d(p, t) = (a - bp)e^{\lambda t}$	$a > 0, b > 0$

1.2. Sabit Sipariş Maliyeti

Siparişe ilişkin katlanılan toplam maliyet iki ana bileşenden oluşmaktadır – değişken ve sabit sipariş maliyeti. Tedarik miktarına, q , bağımlı olarak gerçekleşen maliyet bileşeni, değişken maliyet, $C(q)$, olarak ifade edilirken, sabit sipariş maliyeti, K , tedarik miktarından bağımsız olarak ortaya çıkan maliyete işaret etmektedir. Sabit sipariş maliyetinin probleme dahil edilmesi ile birlikte toplam sipariş maliyetini ifade eden fonksiyon konkav bir yapıya sahip olmaktadır. Bunun sonucu olarak, konkav olmayan bir amaç fonksiyonu elde edilebilmekte ve probleme ilişkin çözüm çok daha zorlu hale gelmektedir (Chan vd., 2004: 6).

1.3. Miktar İndirimi

Birim değişken sipariş maliyeti, c , çoğunlukla tedarik miktarından bağımsız kabul ediliyor olmasına rağmen, tedarikçinin miktar indirimi önermesi durumunda, sipariş miktarına bağımlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu doğrultuda, literatürde yer alan çalışmalarda kabul edilen miktar indirimi modellerini özetlemek adına Tablo 2 oluşturulmaktadır.

Tablo 2. Miktar İndirimi Modelleri

No	Miktar İndirimi Modeli	$C(Q)$	Parametre Tanım Aralığı	
10	Toplu Miktar İndirimi	$c_1q,$ $c_2q,$ $c_3q,$	$eğer 0 \leq q < a$ $eğer a \leq q < b$ $eğer b \leq q < c$	$c_1 > c_2 > c_3$
11	Sürekli Miktar İndirimi	$cq,$	$c = rq^{-\beta}$	$(0 < \beta < 1)$

1.4. Stoklanan Mamulün Zaman İçerisinde Bozulma Göstermesi

Belirli türdeki envanterler zaman içerisinde kısmen kullanım dışı kalmaktadır (Nahmias, 1982: 680). Benzin veya alkol gibi uçucu ürünler bu tür envanterlere örnek olarak verilebilmektedir. Bu yapıya sahip envanterler bozulma gösteren envanterler

ⁱ p_{max} , mamule ilişkin maksimum satış fiyatını, p_{min} ise minimum satış fiyatını temsil etmektedir.

olarak adlandırılmaktadırlar. Bu çalışmada, yapıları gereği zamanla belirli bir oranda miktarca kayıp yaşayan mamullere ilişkin fiyatlandırma ve envanter kararlarını göz önüne alan araştırmalara da yer verilmektedir. Bozulma sebebiyle herhangi bir t anında stoktan kaybedilen mamul miktarı genellikle elde bulundurulmuş envanter miktarına, $I(t)$, bağımlı bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır (Cohen, 1977: 257). Literatürde yer alan çalışmalarda geliştirilen matematiksel modeller, söz konusu fonksiyon tanımına göre karakterize edilmektedir.

Tablo 3, bu çalışmalarda yer verilen ve t anında gerçekleşen bozulma miktarını ifade eden fonksiyonları, $\theta(t)$, özetlemektedir.

Tablo 3. Bozulma Oranı Modelleri

No	Bozulma Yapısı	$\theta(t)$	Parametre Tanım Aralığı
12	Üstel Bozulma Oranı	$\sigma I(t)$	$0 < \sigma < 1, t > 0$
13	Zaman İçerisinde Değişen Bozulma Oranı-1	$\sigma(t)I(t)^{ii}$	$0 < \sigma(t) \leq 1, t > 0$
14	Zaman İçerisinde Değişen Bozulma Oranı-2	$\zeta t I(t)$	$0 < \zeta < 1, t > 0$
15	Zaman İçerisinde Değişen Bozulma Oranı-3	$\frac{1}{(1 + \phi(L - t))} I(t)$	$\phi, t > 0$
16	İki Parametrelili Weibull Dağılımını Takip Eden Bozulma Oranı	$\alpha \beta t^{\beta-1} I(t)$	$\alpha, \beta, t > 0$
17	Üç Parametrelili Weibull Dağılımını Takip Eden Bozulma Oranı	$\alpha \beta (t - \gamma)^{\beta-1} I(t)$	$\alpha, \beta, \gamma, t > 0$

1.5. Karşılanamayan Talep Durumu

Araştırmacılar, stoksuz kalma durumunda gerçekleşen talep üzerine farklı varsayımlara yer vermektedirler. Talebin karşılanamaması üzerine müşterinin ürünü satın almaktan vazgeçmesi veya alternatif ürünlere yönelmesi varsayımı kayıp satış durumu olarak adlandırılmaktadır. Bir diğer yaklaşım ise, talebin ilgili envanter temin edildiği vakit teslim edilmesi varsayımını temel almaktadır ve gecikmeli teslim durumu olarak tanımlanmaktadır.

Karşılanamayan talebin tümü gecikmeli olarak teslim edilebileceği gibi sadece belirli bir kısmı da gecikmeli olarak teslim ediliyor olabilmektedir. Bu durum, kısmi gecikmeli teslim olarak tanımlanmaktadır. Bu varsayıma göre, gecikmeli olarak teslim edilecek talep oranı, $B(\tau)$, bir sonraki tedarik dönemine kadar olan süreye, τ , bağımlı azalan bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda, literatürde sıklıkla kullanılan gecikmeli teslim oranı fonksiyonları Tablo 4’te verilmektedir. Bununla beraber, literatürde yer alan bazı çalışmalar, daha genel bir varsayımda bulunarak, $B(\tau)$ fonksiyonunu τ ’ye bağımlı azalan herhangi bir fonksiyon olarak tanımlamaktadır.

ⁱⁱ $\sigma(t)$ sürekli herhangi bir fonksiyondur.

Tablo 4. Gecikmeli Teslim Oranı

No	Gecikmeli Teslim Oranı	$B(\tau)$	Parametre Tanım Aralığı
18	Üstel	$k_0 e^{-k_1 \tau}$	$\tau > 0, k_1 \geq 0, k_0 \leq 1$
19	Hiperbolik	$k_0 / (1 + k_1 \tau)$	$\tau, k_0, k_1 > 0, k_0 \leq 1$

2. KOORDİNELİ ENVANTER VE FİYATLANDIRMA MODELLERİ

Son on beş yıla kadar, işletmeler pazarlama ve tedarik faaliyetlerini birbirlerinden bağımsız olarak ele almaktaydılar. Bu doğrultuda, birçok işletme pazarlama faaliyetlerini gelir merkezi olarak kabul ederken, tedarik faaliyetlerini maliyeti en aza indirmek üzere organize etmektedir (Karmarkar & Lele, 2005: 311). Dolayısıyla, pazarlama faaliyetleri, temel olarak, talebi yönetmek ve müşteri ihtiyacını mümkün mertebe karşılamak üzere fiyatlandırma kararlarına odaklanmaktadır. Bir diğer yandan, tedarik faaliyetleri ile arz süreci kontrol edilmektedir ve envanter kararlarına bağımlı olarak operasyonel etkinliğin artırılması hedeflenmektedir. Ancak işletme içerisinde farklı amaçları benimsiyor ve bağımsız birimler olarak ele alınıyor olmaları, bu faaliyetler arasında çatışmaların ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir.

Pazarlama ve tedarik faaliyetleri arasındaki çatışmalar, son yıllarda envanter ve fiyatlandırma kararlarını eşgüdümlü olarak ele alan akademik çalışmalara olan ilginin önemli ölçüde artmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda, bu başlık altında, fiyata bağımlı deterministik talebe sahip dayanıklı veya bozulma gösteren mamul/mamuller için envanter ve fiyatlandırma kararlarını ele alan çalışmalar incelenecektir. Başlık altında taranan çalışmalara ilişkin literatür özeti Tablo 5’de sunulmaktadır.

2.1. Dayanımlı Bir Mamulü Konu Alan Çalışmalar

2.1.1. Statik Talep Modelleri

Bu başlık altında, statik talebe sahip bir mamul için eşgüdümlü envanter ve fiyatlandırma kararlarını konu edinen çalışmalara yer verilmektedir. İlgili problem, daha karmaşık envanter ve fiyatlandırma problemler için yapıtaş niteliğindedir. Temel olarak, ekonomik sipariş miktarı modeline, talebin fiyata bağımlı olarak meydana geldiği varsayımının dahil edilmesiyle problem oluşturulmaktadır. Bu doğrultuda, karar verici bir döneme ilişkin karı optimize edecek şekilde, sipariş miktarı, q ($q \geq 0$), ve birim satış fiyatının, p , belirlenmesi problemiyle ilgilenmektedir. Dolayısıyla, bir dönem süresince gerçekleşen olaylar dizisi şu şekilde olmaktadır. Dönem başında, her bir mamul, birim başı sipariş maliyeti, c , katlanılarak temin edilmektedir. Her bir sipariş işlemi ise belirli bir sabit maliyeti, K , beraberinde getirmektedir. Dönem boyunca fiyata bağımlı talep, $d(p)$, meydana gelmektedir ve dönem süresince elde bulundurulmuş her bir birim stok için katlanılan maliyet, birim değişken sipariş maliyeti ile envanter bulundurma maliyeti oranının, I , çarpılması neticesinde elde edilmektedir. Bu çerçevede, söz konusu problem Eş. (20)’de ifade edilmektedir.

$$\max p d(p) - \frac{qic}{2} - \frac{d(p)K}{2} - cd(p) \quad (20)$$

Bu problem ilk olarak Whitin (1955) tarafından incelenmektedir. Talep modeli Eş.(1)'de olduğu gibi kabul edilmektedir. Bu bağlamda yazar, Eş.(20)'ye ilişkin optimal satış miktarı ve fiyatını sıralı olarak belirlemek üzere kübik bir formülasyon türetmektedir.

Kunreuther ve Richard (1971), perakendeci bir firmayı ele almaktadır ve Whitin (1955) tarafından öne sürülen problem için iki ayrı çözüm prosedürü sunmaktadır; sıralı ve eşzamanlı. Sıralı çözüm prosedürüne göre, Whitin (1955)'in çalışmasında olduğu gibi, ilk olarak optimal fiyat belirlenmekte, sonrasında ise optimal fiyata ilişkin talep miktarı göz önüne alınarak optimal sipariş miktarı tespit edilmektedir. Diğer çözüm prosedürüne göre ise, optimal kararlar eşzamanlı olarak verilmektedir. Bu doğrultuda, yazarlar, farklı koşullar altında bu çözüm prosedürlerini karşılaştırmaktadır. Ek olarak, çalışmalarında önermiş oldukları eşzamanlı çözüm prosedürünü sonlu üretim hızı varsayımı ile genişleterek yeni bir model oluşturmaktadırlar. Sonlu üretim hızı varsayımına sahip modelin temel modele kıyasla daha yüksek optimal satış fiyatına ve daha düşük optimal dönem uzunluğuna sahip olduğu belirtilmektedir.

Abad P. L. (1988), talebi fiyata bağımlı azalan herhangi bir fonksiyon olarak kabul ederek Whitin (1955) tarafından ele alınan problemi incelemektedir. Bununla beraber, fiyata bağımlı azalan birçok talep fonksiyonu için kar fonksiyonunun sipariş miktarına bağımlı konveks-konkav olduğunu göstermektedir. Bu durumda, kar fonksiyonunu maksimize eden iki farklı sipariş miktarı söz konusu olmaktadır. Dolayısıyla, yazar, yaklaşık optimal sipariş miktarı ve satış fiyatı değerlerinin sıralı olarak saptanmasına yönelik bir çözüm prosedürü geliştirmektedir. Ek olarak, çalışmada toplu miktar indirimi ele alınmaktadır ve bu problem için optimal politikayı belirlemek üzere sıralı ve eşzamanlı üstsezgisel algoritmalar önerilmektedir.

Lee (1993), talebi eş fiyat esnekliği fonksiyonu olarak ele almaktadır. Bununla beraber, tedarikçi işletme sürekli miktar indirimi [bkz. Eş. (11)] uygulamaktadır. Abad P. L. (1988)'in çalışmasından farklı olarak, yazar, geometrik programlama yaklaşımından faydalanmaktadır ve böylelikle, eşzamanlı fiyatlandırma ve tedarik kararlarını optimal olarak elde etmektedir.

Kim ve Lee (1998), söz konusu probleme işgücü kapasitesi artırımı ve azaltımı gibi kapasite kararlarını dahil etmektedir. Kullanılan birim kapasite için belirli bir işgücü maliyetine katlanılmaktadır. Talep, eş fiyat esnekliği fonksiyonu olarak kabul edilmektedir. Ele alınan problem, konkav olmayan amaç fonksiyonuna sahip doğrusal olmayan bir maksimizasyon problemi olduğu için yazarlar, optimal fiyat, tedarik ve kapasite kararlarını eşzamanlı olarak belirlemek üzere geometrik programlamayı kullanmaktadır.

Ray vd. (2005), fiyatlandırma ve envanter problemini fiyata bağımlı doğrusal talep ve eş fiyat esnekliği fonksiyonu formunda talep varsayımları için incelemektedir. Bu doğrultuda, yazarlar, optimal kararların davranışına ilişkin yönetimsel bakış açısının tespit edilmesine odaklanmaktadır. Her iki talep varsayımı altında da, fiyatın optimal fiyatın altında belirlenmesinin oldukça yüksek kar kaybına sebep olacağı, aksi

halde ise, en kötü senaryoda dahi yüksek bir kar kaybı meydana gelmeyeceği gösterilmektedir.

Transchel ve Mirner (2008), talebi fiyata bağımlı kesin-artmayan bir fonksiyon olarak tanımlamaktadır. Çalışmada, toplu miktar indiriminin söz konusu olduğu bir ekonomik sipariş miktarı modeli ele alınmaktadır. Bu bağlamda, üç farklı karar verme senaryosu tartışılmaktadır; sıralı yaklaşım, eşgüdümlü-statik yaklaşım ve eşgüdümlü-dinamik yaklaşım. Sipariş miktarı ve fiyatlandırma kararları, sıralı yaklaşımda birbirlerinden ayrı ele alınırken, eşgüdümlü yaklaşımlarda eşzamanlı olarak optimize edilmektedir. Bununla beraber, eşgüdümlü-statik yaklaşımda sabit fiyat stratejisi, eşgüdümlü dinamik yaklaşımda ise sınırla sayıda fiyat değişimi stratejisi söz konusu olmaktadır. Yazarlar, bahsi geçen yaklaşımlara ait amaç fonksiyonları için analitik özellikleri ortaya koymaktadır. Bununla beraber, çalışmada, eşgüdümlü-statik ve eşgüdümlü-dinamik yaklaşım için optimal envanter ve fiyatlandırma politikasını belirlemek üzere algoritmalar sunulmaktadır.

2.1.2. Dinamik Talep Modelleri

Talebin zaman içerisinde değişkenlik göstermesi varsayımı, statik talep modellerinden farklı olarak, her bir dönem için ayrı bir envanter planlaması yapılmasını gerekli kılmaktadır. Böylelikle, T dönemden oluşan planlama ufku için toplam karın maksimize edilmesi amaçlanmaktadır. Herhangi bir dönem içerisinde gerçekleşen olaylar dizisi statik talep modellerinde olduğu gibidir. Her bir t ($0 \leq t \leq T$) dönemi için dönem sonunda elde bulundurulmuş envanter miktarı I_t , birim başına elde bulundurma maliyeti, h , ve siparişin varlığına işaret eden ikili değişken δ_t ile ifade ediliyor olsun. Geri kalan notasyon Eş. (20) ile aynı olmak koşuluyla, dinamik talep varsayımı altında envanter ve fiyatlandırma kararlarını bir arada ele alan probleme ait matematiksel model en temel hali ile Eş. (21a)'de verilmektedir.

$$\max \sum_{t=1}^T (pd_t(p) - (K\delta_t + cq_t + hI_t)) \quad (21a)$$

$$\text{s. t. } t = 1, 2, \dots, T \text{ için,}$$

$$I_t = I_{t-1} + q_t - d_t(p), \quad (21b)$$

$$q_t \leq M\delta_t, \quad (21c)$$

$$q_t \geq 0, \quad \delta_t \in \{0,1\}$$

Eş. (21a)'da yer alan ilk terim t . döneme ilişkin geliri ifade etmektedir. Fiyatın dinamik olması halinde ise t . döneme ait gelir, $p_t d_t(p_t)$ olarak ifade edilmektedir. Amaç fonksiyonunda yer alan diğer terim ise söz konusu döneme ilişkin maliyetler toplamına işaret etmektedir. Eş. (21b) standart envanter koruma eşitliğini temsil etmektedir. M çok büyük bir sayı olmak üzere, sipariş verme kararı ile ikili değişken arasındaki ilişki Eş. (21c)'de yer alan kısıt aracılığıyla tanımlanmaktadır.

Söz konusu problem, ilk olarak Wagner ve Whitin (1958a) tarafından ele alınmaktadır. Herhangi bir sipariş döneminden itibaren bir sonraki sipariş dönemine

kadar olan dönemleri kapsayan seri *tedarik aralığı* olarak adlandırılmaktadır. Yazarlar, tedarik aralıklarının sıfır envanter seviyesi ile başlaması (sipariş öncesi) ve sonlanması halinde optimal çözüme ulaşılacağını ifade etmektedir. Bu yapı, sıfır-envanter yapısı olarak adlandırılmaktadır (Axsater, 2006: 63). Bu bağlamda, optimal kararları belirlemek üzere Wagner ve Whitin (1958b) tarafından öne sürülen ileriye doğru yineleme algoritmasının kullanılmasını önermektedirler.

Thomas (1970), talebi fiyata bağımlı artmayan bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır. Maliyet parametreleri ve mamule ilişkin fiyat zaman içerisinde değişkenlik göstermektedir. Yazar, tedarik planının sıfır-envanter yapısına sahip birçok tedarik aralığının bir araya gelmesiyle elde edildiğini ispatlamaktadır. Bununla beraber, herhangi bir tedarik aralığı içerisindeki dönemlere ilişkin fiyatlandırma kararlarının, farklı tedarik aralıklarındaki fiyatlandırma kararlarından bağımsız olarak alınabileceğini göstermektedir. Buradan yola çıkarak, çalışmada optimal sipariş miktarı ve satış fiyatı kararlarını belirlemek üzere bir çözüm algoritması ortaya konulmaktadır. Yazar, talebin fiyata bağımlı doğrusal fonksiyon olarak modellenmesi halinde, algoritmanın çözüme kavuşması için $O(T^2)$ (T , planlama ufku) hesaplamalı zamana ihtiyaç duyduğunu belirtmektedir.

Kunreuther ve Schrage (1973), Eş. (2)'de ifade edilen talep varsayımını kabul etmektedir. Talep fonksiyonunda yer alan $f(p)$ ifadesi fiyat efektini temsil etmektedir ve fiyata bağımlı artmayan bir fonksiyondur. Bu bağlamda, yazarlar, envanter ve fiyatlandırma probleminin eşzamanlı çözümüne ilişkin yinelemeli bir algoritma önermektedirler. Söz konusu algoritmanın ilk adımı bir başlangıç fiyatı, p_0 , belirlenmesini şart koşmaktadır. Başlangıç fiyatının $p_0 = 0$ olarak belirlenmesi ve algoritmanın uygulanması sonucunda elde edilen optimal fiyat p_l^* olmaktadır. Benzer şekilde, başlangıç fiyatının optimum fiyata ilişkin üst sınır olarak seçilmesi ve algoritmanın uygulamaya konması halinde optimal fiyat p_u^* olarak belirlenmektedir. Yazarlar, probleme ilişkin optimal fiyatın $[p_l^*, p_u^*]$ aralığında bulunduğunu göstermektedir.

Kunreuther ve Schrage (1973)'ün çalışmasında yer alan algoritma sadece $p_l^* = p_u^*$ eşitliği sağlandığı durumda optimal çözüme ulaşmaktadır. Bu noksanlığı gidermek adına, Gilbert (1999), söz konusu problem için eşzamanlı olarak optimal fiyat ve sipariş miktarının belirlenmesini garanti eden bir çözüm prosedürü geliştirmektedir. Temel alınan çalışmadan farklı olarak, envanter maliyetlerinin sabit olduğu varsayımında bulunmaktadır. Optimal çözümün eşsizliğini sağlamak adına çarpımsal talep varsayımı [bkz. Eş. (5)] kabul edilmektedir. Talep fonksiyonunda yer alan b_t ifadesi mevsimsellik faktörünü temsil ederken, $f(p)$ azalan bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır.

Billar vd. (2005), değişken kapasite ve envanter maliyetleri varsayımı altında dinamik fiyatlandırma ve üretim miktarı problemini incelemektedir. Üretim miktarından bağımsız sabit bir maliyete katlanılmamaktadır. Talep, fiyata bağımlı azalmayan doğrusal bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır. Karşılanamayan talep ise kayıp satış durumuna düşmektedir. Buna rağmen, kayıp satış durumu için bir maliyet

tanımlanmamaktadır. Bu çerçevede, yazarlar gelir fonksiyonunun konkav olduğu varsayımında bulunmaktadır ve böylelikle, probleme ilişkin amaç fonksiyonunun hafif konkav yapıda olduğunu göstermektedirler. Probleme ilişkin optimal kararlar, geliştirilen greedy algoritması ile elde edilmektedir.

Deng ve Yano (2006), sabit ve değişken kapasite kısıtı altında Eş. (21a)'da yer alan problemi analiz etmektedir. Envanter maliyetleri zaman içerisinde değişkenlik göstermektedir. Talep ise fiyata bağımlı kesin-azalan fonksiyon olarak ele alınmaktadır. Yazarlar, fiyatın karar değişkeni olarak kapasite kısıtlı modele dahil edilmesiyle birlikte optimal üretim planının klasik kapasite kısıtlı üretim miktarı probleminden farklı olmadığını ispatlamaktadır. Thomas (1970)'ın çalışmasında belirtildiği üzere, optimal çözüm sıfır-envanter yapısına sahip tedarik aralıklarının bir araya gelmesiyle elde edilmektedir. Bununla beraber, yazarlar, her bir tedarik aralığı içerisinde en fazla bir fraksiyonel üretim dönemi yer alması gerektiğini belirtmektedir. Bu dönemde en çok kapasite limiti kadar olacak şekilde üretim yapılmaktadır. Tedarik aralığında yer alan diğer dönemlerde ise ya hiç üretim olmamaktadır ya da kapasite kadar üretim yapılmaktadır. Yazarlar, yaptıkları nümerik çalışma ile kapasitenin artırılması halinde dönemlere ilişkin optimal fiyatların da artış gösterdiğini vurgulamaktadır.

Van den Heuvel ve Wagelmans (2006), Kunreuther ve Schrage (1973) tarafından önerilen algoritmayı temel alan bir çözüm algoritması geliştirerek söz konusu problem için optimal çözüme ulaşmaktadır. İlgili algoritma, Kunreuther ve Schrage (1973)'ün çalışmasında önerilen algoritmanın $p_l^* \leq \bar{p} \leq p_u^*$ için yinelemeli olarak uygulanmasını önermektedir. \bar{p} ise ilgili koşulu sağlayan uygun fiyatı ifade etmektedir ve Eisner Severance (Eisner ve Severance, 1976) yöntemi ile elde edilmektedir. Algoritma $p_l^* = p_u^*$ eşitliği sağlanana kadar devam etmektedir. Bununla beraber, sabit maliyet varsayımı altında, Gilbert (1999)'ün yaklaşımı için $O(T^3)$ hesaplamalı zamana ihtiyaç duyulurken, Van den Heuvel ve Wagelmans (2006) tarafından önerilen algoritma ile probleme ilişkin hesaplama zamanı $O(T^2)$ 'ye düşürülmektedir.

Geunes vd. (2009), sabit kapasite varsayımı altında hem dinamik hem de statik fiyatlandırma durumlarını ele almaktadır. Dinamik fiyat için talep fonksiyonunun fiyata bağımlı artmayan herhangi bir fonksiyon olduğu varsayılırken, statik fiyat durumu için Eş. (2)'de yer verilen talep fonksiyonu kabul edilmektedir. İncelenen iki tip fiyat politikası için de her döneme ilişkin gelir fonksiyonu talebe bağımlı konkav bir fonksiyondur. Bu bağlamda, ele alınan problemler için çözüm yaklaşımları geliştirilmektedir. Statik fiyat problemi için geliştirilen çözüm prosedürü $O(T^9)$ zaman içerisinde çözüme ulaşmaktadır.

Ahn vd. (2007), şu ana kadar incelenen çalışmalardan farklı olarak talebin mevcut dönem fiyatının yanı sıra daha önceki dönemdeki fiyatlara da bağımlı bir şekilde gerçekleştiği varsayımında bulunmaktadır. Üretim kapasitesinin limitli ve limitsiz olduğu durumlar incelenmektedir. Müşteriye ilişkin satın alma davranışını modellemek adına her bir dönemde gerçekleşen talep iki ayrı şekilde ele alınmaktadır; mevcut talep ve artık talep. Mevcut talep, ilgili dönemde sisteme giren müşterilere

ilişkin talebi ifade etmektedir ve fiyata bağımlı doğrusal bir fonksiyon ile tanımlanmaktadır. Artık talep ise, sisteme daha önceden girmiş ancak henüz satın alma işlemini gerçekleştirmemiş müşterilere ait talebe işaret etmektedir. Herhangi bir dönemde, mamule ilişkin fiyattan daha yüksek bir fiyat beklentisinde olan müşteriler satın alma işlemini gerçekleştirerek sistemden ayrılırken, geri kalan müşteriler satış fiyatını karşılayabilecekleri döneme kadar sistemde kalmaktadırlar. Bu ortamda, yazarlar, geliştirilen matematiksel modele ilişkin yapısal özellikleri göstermekte ve çeşitli özel durumlar için kapalı-formda çözümler, sezgisel algoritmalar sunmaktadır.

Chen ve Hu (2012), birbirini takip eden dönemler arasında fiyat farkı meydana gelmesi durumunda belirli bir maliyete katlanıldığı varsayımı ile Thomas (1970) tarafından ele alınan problemi analiz etmektedir. Talep fonksiyonu Eş. (2)'de olduğu gibi doğrusal formdadır. Optimal politikayı belirleyecek algoritmayı geliştirmek üzere, temel probleme karşılık gelen denk bir en uzun yol problemi formüle edilmektedir. Geliştirilen algoritma polinomial zaman ($O(T^8) + O(T)$) içerisinde çözüme ulaşmaktadır.

Şu ana kadar gözden geçirilen çalışmalar fiyatlandırma ve envanter problemini incelerken tek bir mamule odaklanmaktadır. Gilbert (2000), birden çok mamulün aynı ekipmanla üretildiği ve dolayısıyla üretim kapasitesinin mamuller tarafından ortak olarak kullanıldığı bir üretim işletmesi için optimal kararları analiz etmektedir. Mamullere ilişkin gelir fonksiyonlarının konkav olduğu ve üretime ilişkin sabit bir maliyetin oluşmadığı varsayılmaktadır. Tüm mamuller planlama ufku boyunca sabit bir fiyata sahiptir. Herhangi bir dönem için her bir mamule ilişkin talep fonksiyonu mevsimsellik faktörünü içermektedir ve Gilbert (1999)'in çalışmasında olduğu gibi modellenmektedir. Bu doğrultuda, yazarlar, kar fonksiyonunun konkav olduğunu ispatlamaktadır ve optimal çözüme ilişkin yinelemeli bir algoritma önermektedir.

Caccetta ve Mardaneh (2010), Gilbert (2000)'in çalışmasını karşılanamayan talebin gecikmeli olarak teslim edildiği varsayımı ile genişletmektedir. Geliştirilen model, bir doğrusal programlama ve doğrusal kısıtlara sahip bir doğrusal olmayan programlama modelinin kombinasyonu ile elde edilmektedir. Bu çerçevede, yazarlar, optimal çözüme ilişkin iki aşamalı yinelemeli bir çözüm algoritması sunmaktadır. İlk aşamada, ana problemin karar değişkenleri temel alınarak doğrusal problemin amaç fonksiyonunun elde edilmesine odaklanılmaktadır. İkinci aşamada ise, ilk aşamadan elde edilen sonuç kullanılarak ana probleme ilişkin doğrusal olmayan amaç fonksiyonu doğrusal kısıtlar çerçevesinde çözüme ulaştırılmaktadır. Final optimal çözüme ulaşılanaya kadar algoritma yinelenmektedir. Mardaneh ve Caccetta (2013), fiyatın zaman içerisinde değişkenlik gösterdiği varsayımı ile bu çalışmayı genişletmektedir.

Mardaneh ve Caccetta (2015), çok mamullü fiyatlandırma ve envanter problemini fiyat değişim maliyeti varsayımı altında incelemektedir. Karşılanamayan talep durumuna izin verilmemektedir. Diğer varsayımlar, Caccetta ve Mardaneh (2010)'in çalışmasında yer verilen varsayımlarla aynıdır. Çalışmada sabit, değişken

(fiyat değişim boyutuna bağımlı) ve sabit-değişken fiyat değişim maliyetleri için farklı matematiksel modellere yer verilmektedir.

Bajwa vd. (2016), sabit üretim maliyeti ve fiyata bağımlı konveks-kesin azalan talep fonksiyonu varsayımında bulunmaktadır. Kayıp satış durumuna izin verilmektedir ancak bu duruma karşılık gelecek bir maliyet tanımlanmamaktadır. Bu bağlamda, yazarlar problemi karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama ile formüle etmektedir. Modele ilişkin optimal çözüm için bir prosedür öne sürülmektedir. Bu prosedüre göre, problem birincil ve indirgenmiş esas problem olmak üzere iki ayrı alt-probleme indirgenmektedir. Birincil problem ana modele ilişkin alt sınırı oluştururken indirgenmiş esas problem üst sınırı belirlemektedir. Söz konusu alt-problemlere ilişkin alt ve üst sınır eş oluncaya kadar önerilen prosedür yinelenerek optimal çözüm elde edilmektedir.

2.2. Bozulma Gösteren Bir Mamulü Konu Alan Çalışmalar

Fiyata bağımlı talebe sahip ve bozulma gösteren bir mamulü ele alan çalışmaların temeli Cohen (1977) tarafından atılmaktadır. Cohen (1977), üstel oranla bozulan bir mamul için eşzamanlı olarak fiyatlandırma ve sipariş miktarı kararlarının verilmesi problemi ile ilgilenmektedir. Talep, fiyat ile doğrusal bir ilişki içerisinde bulunmaktadır. Çalışmada, karşılanamayan talebe izin verilmemektedir. Bu bağlamda, Cohen (1977), optimal fiyat ve tedarik dönemi uzunluğu kararlarına ilişkin yaklaşık değerleri veren kapalı formda ifadeleri türetmektedir. Bununla beraber, nümerik çalışmada, bozulma katsayısında (σ) meydana gelen artışa optimal kararların monoton bir şekilde tepki vermediği gösterilmektedir. Ek olarak, ele alınan problem karşılanamayan talebin tümüyle gecikmeli olarak teslim edildiği varsayımı altında da tartışılmaktadır. Kang ve Kim (1983), Cohen (1977) tarafından öne sürülen problemi, sonlu üretim hızı varsayımı ile genişletmektedir. Sayısal analizlerinin sonucu göstermektedir ki, bozulma katsayısı değerinde meydana gelen artış optimal tedarik dönemi uzunluğunda düşüşe sebep olmaktadır.

Rajan vd. (1992), tekel konumunda bulunan bir perakendeci işletme için fiyatlandırma ve envanter problemi ile ilgilenmektedir. Söz konusu problem, Eş. (13)'de yer verilen bozulma oranına sahip tek bir mamulü ele almaktadır. Mamule ilişkin talep, fiyata bağımlı azalan bir fonksiyon iken, fiyat, satış döneminde geçen süre dikkate alınarak belirlenmektedir. Bir diğer deyişle, mamulün yapısal durumuna göre fiyat değişkenlik göstermektedir. Rajan vd. (1992), talebin ilgili satış dönemi içerisinde tümüyle karşılanacağı varsayımında bulunmaktadır. Bu varsayımlar doğrultusunda yazarlar, birim zaman başına ortalama karı maksimize eden optimal fiyatlandırma politikasının ve satış dönemi uzunluğunun belirlenmesi ile ilgilenmektedir. Buna paralel olarak, söz konusu çalışmada, optimal fiyat politikası ve satış dönemi uzunluğunun varlığı ve eşsizliği belirli koşullar altında gösterilmektedir.

Wee (1997), zaman içerisinde değişkenlik gösteren bozulma oranını iki parametrelili Weibull dağılımını kullanarak modellemiştir. Talebi ise fiyata bağımlı doğrusal azalan bir fonksiyon olarak ele almıştır. Karşılanamayan talep tümüyle gecikmeli olarak teslim edilmektedir. Bu varsayımlar altında, Wee (1997), net kar

fonksiyonunu maksimize etmek üzere optimal fiyatlandırma ve tedarik politikasını formüle etmektedir. Bununla beraber, söz konusu politika parametrelerini elde etmek üzere bir sezgisel algoritma öne sürmektedir. Begum vd. (2009), Wee (1997) tarafından ele alınan problemi üç parametrelili Weibull dağılımını takip eden bozulma oranı varsayımı altında incelemektedir. Begum vd. (2012), daha önce öne sürmüş oldukları modeli, fiyata bağımlı doğrusal olmayan talep [bkz. Eş. (4)] ve talebin tümüyle ilgili dönem içerisinde karşılandığı varsayımları altında ele alarak optimal politikaya ilişkin matematiksel bir formülasyon ortaya koymaktadır.

Mukhopadhyay vd. (2004), talebi eş fiyat esnekliği fonksiyonu olarak kabul etmektedir. Bozulma oranı ise Eş. (14)'de tanımlandığı gibi zaman oranlı olarak ele alınmaktadır. Talebin dönem içerisinde tümüyle karşılanacağı varsayılmaktadır. Bu bağlamda, yazarlar kar fonksiyonunun konkav bir yapıda olmasını sağlayan bir koşulun oluşturulması ile ilgilenmektedirler. Önerilen matematiksel model, fiyatlandırma, sipariş miktarı ve tedarik dönemi uzunluğunu eşzamanlı olarak optimize etmektedir. Bununla beraber, çalışmada, modele ilişkin parametrelerin optimal çözüm değerleri üzerindeki etkisini göstermek amacıyla detaylı bir duyarlılık analizine yer verilmektedir. Bu çalışmayı takiben, Mukhopadhyay vd. (2005) aynı problemi iki parametrelili Weibull dağılımını takip eden bozulma oranı varsayımı altında incelemektedir.

Roy (2008), elde bulundurma maliyetinin zamana duyarlı olduğu varsayımında bulunmaktadır. Talep fiyata bağımlı doğrusal bir fonksiyondur. Ele alınan modelde karşılanmayan talep tümüyle gecikmeli olarak teslim edilmektedir. Bozulma oranı ise zaman içerisinde değişmektedir. Bu çerçevede, bir envanter modeli geliştirilmektedir ve optimal çözüm için gerekli şartlar ortaya konulmaktadır. Tripathy ve Mishra (2010), bozulma oranının iki parametrelili Weibull dağılımını izlediği varsayımı ile Roy (2008)'un çalışmasını genişletmektedir.

Sana (2011), fiyata bağımlı talebe sahip bir mamul için ekonomik sipariş miktarı modelini incelemektedir. Bu doğrultuda, talep fiyata bağımlı kuadratik bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır [bkz. Eş. (7)] ve fiyat zaman içerisinde değişim göstermektedir. Bununla beraber, fiyat değişimine ilişkin belirli bir maliyete katlanılmaktadır. Elde bulundurulan envanter sabit bir oranda bozulma göstermektedir. Karşılanamayan talep durumuna ise izin verilmemektedir. Böylelikle, probleme ilişkin analitik bir formülasyon sunulmaktadır.

2.2.1. Kısmi Gecikmeli Teslim

Bozulma gösteren bir mamulü ele alan ve karşılanamayan talebin bir bölümünün gecikmeli olarak teslim edildiği varsayımını içeren ilk çalışmalardan biri Abad P. L. (1996) tarafından ortaya konulmaktadır. Bu doğrultuda yazar, Rajan vd. (1992)'nin çalışmasında yer alan modeli, kısmi gecikmeli teslim varsayımı ile genişletmektedir. Gecikmeli teslim oranı bir sonraki tedarik dönemi kalan süreye bağımlı azalan bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Yazar, bu varsayımına rağmen karşılanamayan talep için bir maliyet tanımlamamaktadır. Sonuç olarak, çalışmada, problemin çözümü için sıralı bir çözüm prosedürü sunulmaktadır. İlgili prosedür,

Tablo 4'te yer alan iki eşitlik için de geçerliliğini korumaktadır. Bu prosedüre göre, ilk olarak optimal fiyat politikası belirlenmekte, sonrasında ise optimal fiyat politikası göz önüne alınarak optimal satış dönemi uzunluğu belirlenmektedir.

Wee (1999), gecikmeli teslim oranı varsayımını Tablo 4'te yer alan eşitliklerden farklı olarak zaman içerisinde sabit olacak şekilde kabul edilmektedir. Bununla beraber, birim tedarik maliyeti, toplu miktar indirimi esasına göre değişim göstermektedir. Yazar, söz konusu varsayımlar ile Wee (1997) tarafından öne sürülen modeli genişletmektedir. Bu doğrultuda, optimal fiyatlandırma ve tedarik kararlarının verilmesine ilişkin bir çözüm algoritması sunmaktadır.

Papachristos ve Skouri (2003), Wee (1999)'nin çalışmasında yer alan modeli hiperbolik kısmi gecikmeli teslim varsayımı altında ele almaktadır. Talep fiyata bağımlı azalan bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, elde edilen optimal çözümler ile Wee (1999) tarafından öne sürülen modele ilişkin yaklaştırılmış sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Dahası, yazarlar, Wee (1999)'nin modelinde kısmi gecikmeli teslim varsayımı kabul edilmesine rağmen, gelir fonksiyonunun gerçekleşen tüm talebi kapsadığını vurgulamaktadır. Bu sebeple, çalışmada, Wee (1999)'nin modelinde yer alan gelir fonksiyonuna ilişkin bir düzeltme önerilmektedir.

Abad P. L. (2001), statik fiyat ve üstel bozulma oranına sahip bir mamul için bir önceki çalışmasında yer verdiği modeli genişletmektedir. İlgili çalışmada, incelenen problemin, teorik olarak birden çok lokal maksimum çözümünün olabileceği vurgulanmaktadır. Bununla beraber, yazar, talebin stoktan karşılandığı ve karşılanamadığı dönem uzunluklarının biliniyor olması halinde, amaç fonksiyonunun tam pseudo-konkav yapıda olduğunu ve global maksimum noktasının karakterize edilebileceğini göstermektedir. Buradan yola çıkarak, probleme ilişkin yinelemeli çözüm prosedürü öne sürmektedir. Chang vd. (2006) ilgili problemi, Eş. (6)'da yer alan talep varsayımı altında incelemektedir. Talep fonksiyonunda yer alan $g(t)$, pozitif log-konkav bir fonksiyonu işaret etmektedir. Bu doğrultuda, yazarlar, tedarik planının bilinmesi durumunda, fiyata bağımlı toplam kar fonksiyonunun konkav olduğunu göstermektedir.

Abad P. L. (2003) sonlu üretim kapasitesi varsayımı altında Abad P. L. (2001) tarafından incelenen problemi ele almaktadır. Karşılanamayan talebin bir kısmı Eş. (19)'da olduğu gibi gecikmeli olarak teslim edilmektedir. Böylelikle, yazar, optimal politikayı elde etmek amacıyla yinelemeli bir algoritma önermektedir. Teng vd. (2007), gecikmeli teslim ve kayıp satış maliyetlerini amaç fonksiyonuna dahil ederek Abad P. L. (2003)'ün çalışmasını genişletmektedir. Buna ek olarak, sabit sipariş maliyeti haricindeki tüm maliyet parametrelerini zamana bağımlı birer fonksiyon olarak ele almaktadır.

Dye (2007), gecikmeli teslim ve kayıp satış maliyetlerini modele dahil ederek Abad P. L. (2001) tarafından önerilen problemi incelemektedir. Talep, fiyata bağımlı azalan ve konveks bir fonksiyon olarak kabul edilmektedir. Gecikmeli teslim oranı, bekleme zamanına bağımlı hiperbolik bir fonksiyon olarak modellenmektedir. Mamule ilişkin bozulma oranı ise zaman içerisinde değişim göstermektedir [bkz. Eş. (13)]. Bu

varsayımlar altında, yazar, birim başına toplam karı maksimize eden optimal çözümün varlığını ve eşsizliğini göstermektedir. Dye vd. (2007a), üstel gecikmeli teslim oranı varsayımı altında söz konusu problemi incelemektedir. Dye vd. (2007) ise aynı problemi, karşılanamayan talebin tamamının gecikmeli olarak teslim edildiği varsayımı ile genişletmektedir. Bu bağlamda, yazarlar, birim başına toplam karın konkav bir fonksiyon olduğunu ispatlamaktadır. Böylelikle, toplam karın net bugünkü değerini optimize etmek üzere bir matematiksel model önerilmektedir.

Şu ana kadar incelenen çalışmalarda gecikmeli teslim ve kayıp satışa ilişkin maliyetlere yer verilse de karşılanamayan talebe ilişkin ceza maliyeti göz ardı edilmektedir. Bu doğrultuda, Abad P. L. (2008), Abad P. L. (2001)'in çalışmasında ele alınan probleme, kayıp satış, gecikmeli teslim ve ceza maliyetlerini dahil etmektedir. Böylelikle, bozulma gösteren bir ürün için optimal satış fiyatı ve sipariş miktarının belirlenmesine ilişkin genel bir model formüle etmektedir. Amaç fonksiyonuna ilişkin lokal maksimum değerini garanti eden bir çözüm prosedürü önerilmekte ve bu prosedürün yapısal özellikleri ispatlanmaktadır.

Sana (2010), zaman içerisinde değişkenlik gösteren bozulma oranı varsayımı altında optimal sipariş miktarı ve satış fiyatının belirlenmesi problemi ile ilgilenmektedir. Envanter sisteminin talebi karşılayamaz durumda başladığı ve bir süre sonra tedarik işleminin gerçekleştirildiği varsayılmaktadır. Karşılanamayan talep kısmen gecikmeli olarak teslim edilmektedir ve yazar, Tablo 4'te yer alan her iki durumu da ele almaktadır. Talep, Eş. (3)'de tanımlandığı üzere fiyata bağımlı doğrusal bir fonksiyondur. Ayrıca, mamule ilişkin maksimum kullanım ömrü L olmak üzere, Eş. (15)'de yer verilen bozulma oranı varsayımı kabul edilmektedir. Bu varsayımlar altında yazar, tedarik planı için optimal çözüme ilişkin kriterleri ortaya koymaktadır ve optimal sipariş planının eşsizliğini ispat etmektedir.

Gerçek hayat uygulamalarında, meyve, sebze ürünleri gibi birçok türde mamul bir süre orijinal formlarını korumakta ve daha sonrasında ise yapısal olarak bozulma göstermeye başlamaktadır. Halbuki, bu kategoriye giren mamuller için şu ana kadar yer alan çalışmalarda kabul edilen hemen bozulma varsayımı gerçekçi olmamaktadır. Bu sebeple, Yang vd. (2009) hemen bozulma göstermeyen mamuller için optimal bir fiyatlandırma ve sipariş politikası araştırmaktadır. Gecikmeli teslim oranı hiperbolik bir fonksiyon olarak kabul edilmektedir. Mamul, belirli bir süre orijinal formunu koruduktan sonra sabit bir oranda bozulmaktadır ve mamule ilişkin talep satış fiyatına bağımlı azalan bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır. Bozulmanın başladığı vakte ilişkin iki ayrı senaryo ortaya konulmaktadır; talebin stoktan karşılandığı süre mamulün bozulma göstermeye başladığı vakte kadar geçen süreden (i) büyük veya eşittir ve (ii) küçük veya eşittir. Bu iki senaryo, bu çalışmayı takip eden çalışmalara temel teşkil etmektedir. Bu bağlamda, ilk olarak, satış fiyatının bilindiği durum için optimal tedarik dönemi uzunluğu ve talebin stoktan karşılandığı optimal sürenin varlığı ve eşsizliği gösterilmektedir. Sonrasında, tedarik dönemi uzunluğu ve talebin stoktan karşılandığı sürenin bilindiği durum için toplam karı maksimize eden optimal satış fiyatının varlığı ve eşsizliği gösterilmektedir. Dahası, söz konusu probleme ilişkin optimal kararların elde edilmesine yönelik bir çözüm algoritması önerilmektedir.

Maihami ve Kamalabadi (2012), Yang vd. (2009) tarafından ele alınan problemi ilk senaryo çerçevesinde incelemektedir. Talep, fiyatla beraber zamana da bağımlı bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır [bkz. Eş. (6)] ve gecikmeli teslim oranının üstel bir fonksiyon olduğu varsayılmaktadır. Böylelikle, probleme ilişkin optimal çözümün eşsizliği ispat edilmektedir.

2.2.2. Ödeme Finansmanı

Klasik eşgüdümlü envanter ve fiyatlandırma modelleri, perakendecinin envanter stoğa giriş yaptığı anda tedarikçiye satın alma işlemine ilişkin ödemeyi yaptığı varsayımını temel almaktadır. Halbuki, uygulamada, kimi tedarikçi işletme, satış bedelini tedarikten hemen sonra tahsil etmek yerine, belirli bir ödeme dönemi sonunda perakendecinin gecikmeli olarak ödeme yapmasına müsaade etmektedir. Bu ödeme davranışı genellikle ödeme finansmanı olarak adlandırılmaktadır. Perakendeci, bu ödeme dönemi süresince satıştan kazandığı geliri depozito olarak faiz getiren bir banka hesabında tutmaktadır. Ödeme dönemi sonunda tedarikçiye satın alınan mamulün bedeli ödendikten sonra tedarik dönemi son bulana kadar elde bulundurulmuş envanter miktarı için belirli bir oranda faiz bedeli ödemektedir. Bu doğrultuda, kazanılan faiz geliri ve ödenen faiz bedeli, tedarik dönemi uzunluğu, T , ve kredi dönemi uzunluğuna, T_c , bağımlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu sebeple, satış fiyatı p ile ifade edilmek üzere, maksimize edilmek istenen toplam kar fonksiyonu Eş. (22)'deki gibi iki farklı formda tanımlanmaktadır.

$$\Pi(T, p) = \begin{cases} \Pi_1(T, p), & T \geq T_c \text{ için} \\ \Pi_2(T, p), & T < T_c \text{ için} \end{cases} \quad (22)$$

Bu çerçevede, ödeme finansmanı varsayımını kabul eden çalışmalar, ödeme dönemi uzunluğunun bilinmesi durumunda, $\Pi(T, p)$ fonksiyonunu maksimize eden optimal tedarik dönemi uzunluğu ve satış fiyatının belirlenmesi ile ilgilenmektedir. Bu amaca paralel olarak, söz konusu fonksiyonun konkav bir yapıda olmasını sağlamak üzere belirli şartlar tanımlanmaktadır.

Hwang ve Shinn (1997), ödeme finansmanına sahip ve üstel oranda bozulan bir mamul satışı yapan perakendeci için fiyatlandırma ve tedarik planı problemini incelemektedir. İncelenen modelde karşılanamayan talep durumuna izin verilmemektedir. Fiyata bağımlı talep, eş fiyat esnekliği fonksiyonu olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, yazarlar, modele ilişkin optimal çözümün elde edilmesinin oldukça zor olduğunu belirtmektedir ve optimal çözüm değerlerini yaklaşık olarak veren çözüm prosedürünü sunmak adına tepesi kesik Taylor serisi açılımından faydalanmaktadır. Teng vd. (2005), sabit bozulma oranı varsayımı altında benzer bir problemi incelemektedir. Optimal çözüm için geliştirilen algoritmaya ilişkin nümerik çalışma göstermektedir ki; ödeme dönemi uzunluğu arttıkça yıllık kar artarken, daha düşük optimal satış fiyatı ve tedarik dönemi uzunluğu değerleri elde edilmektedir.

Tsao ve Sheen (2007), daha önceki çalışmalardan farklı olarak, satın alma maliyetini sipariş miktarı ve zamana bağımlı bir fonksiyon olarak tanımlamaktadır. Mamul, üstel bozulma oranına sahiptir. Yazarlar, hem fiyata bağımlı doğrusal talep

hem de eş fiyat esnekliği talep fonksiyonu için ilgili problem formüle edilmektedir. Tsao (2010), bir tedarik dönemi içerisinde talebin stoktan karşılandığı ve karşılanamadığı dönemler için iki ayrı fiyatlandırma kararının mevcut olduğu varsayımında bulunmaktadır. Talep, fiyata ve zamana bağımlı azalan doğrusal bir fonksiyon olarak kabul edilmektedir [bkz. Eş. (9)]. Stoksuz kalma durumuna izin verilmektedir ve karşılanamayan talebin sabit bir kısmı gecikmeli olarak teslim edilirken geri kalan kısmı kayıp satış durumuna düşmektedir. Mamule ilişkin bozulma oranı ise üstel bir fonksiyon olarak kabul edilmektedir. Bu varsayımlar altında, yazar, talebin stoktan karşılandığı ve karşılanamadığı dönem uzunluklarının ve bu dönemler için optimal fiyatların belirlenmesi problemine odaklanmaktadır. Buradan hareketle optimal çözüme ilişkin bir çözüm algoritması geliştirilmektedir. Yazar, yapılan nümerik çalışmayla beraber tedarik dönemi içerisinde iki ayrı fiyat stratejisinin tek fiyat stratejisine kıyasla daha karlı olduğunu vurgulamaktadır.

Dye ve Ouyang (2011), ödeme finansmanı hakkına sahip ve müşterisine gecikmeli ödeme seçeneği sunan bir perakendeciyi ele almaktadır. Bir diğer ifadeyle, iki taraflı bir ödeme finansmanı söz konusudur. İlgilenilen mamul sabit bir bozulma oranına sahiptir. Mamule ilişkin talep ise zamana ve fiyata bağımlı bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır [bkz. Eş. (6)]. Talep fonksiyonuna ilişkin $g(t)$ ifadesi ise zamana bağımlı pozitif bir fonksiyondur. Talebin karşılanamama durumuna izin verilmemektedir. Böylece, yazarlar, toplam karı maksimize etmek amacıyla doğrusal olmayan bir optimizasyon modeli formüle etmektedir. Modelin analitik olarak çözülmesi oldukça güç olduğundan çalışmada optimal politika için bir çözüm algoritması önerilmektedir. Dye (2012), Dye ve Ouyang (2011)'ın çalışmasını zaman içerisinde değişkenlik gösteren bozulma oranı, kısmi gecikmeli teslim ve zamana göre değişken birim sipariş maliyeti varsayımları ile genişletmektedir. Talebin stoktan karşılandığı ve karşılanamadığı gödenler için iki ayrı fiyat tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda, yazarlar, optimal kararların verilmesine yönelik bir üstsezgisel algoritma geliştirmektedirler.

Tablo 5. Literatür Özeti Tablosu

Yazar(lar) (Yıl)				Ürün Yapısı		Karşılanamayan Talep							Diğer		
	Talep Yapısı	Fiyat	Sabit Sip. Maliyeti	Dayanıklı	Dayanıksız	Bozulma Oranı	Bozulma Zamanı	Tümüyle Gecikmeli Teslim	Kısmi Gecikmeli Teslim	Kayıp Satışlar	Kapasite Kısıtı	Ürün Sayısı	Miktar İndirimi	Maliyetli Fiyat Değişimi	Ödeme Finansmanı
Whitin (1955)	1	S	✓	✓								T			
Wagner ve Whitin (1958a)	NA	D	✓	✓								T			
Thomas (1970)	G	D	✓	✓								T			
Kunreuther ve Richard (1971)	1	S	✓	✓								T			
Kunreuther ve Schrage (1973)	2	S	✓	✓								T			
Cohen (1977)	1	S	✓		✓	12	HB	✓				T			
Kang ve Kim (1983)	1	S	✓		✓	12	HB					T			
Abad P. L. (1988)	G, 1, 4	S	✓	✓								T	10		
Kim & Lee (1998)	4	S	✓	✓							S, D	T			
Rajan vd. (1992)	G, 1	D	✓		✓	13	HB		18, 19	✓		T			
Lee (1993)	4	S	✓	✓								T	11		
Abad P. L. (1996)	G, 1	D	✓		✓	13	HB		G	✓		T			
Wee (1997)	1	S	✓		✓	16	HB	✓				T			
Hwang ve Shinn (1997)	4	S	✓		✓	12	HB					T			✓
Gilbert (1999)	5	S	✓	✓								T			
Wee (1999)	1	S	✓		✓	16	HB		S	✓		T	10		
Gilbert (2000)	5	S		✓							S	Ç			

Abad P. L. (2001)	G	S	✓	✓	13	HB	G	✓	T	
Abad P. L. (2003)	G	S	✓	✓	12	HB	19	✓	T	
Papachristos ve Skouri (2003)	G	S	✓	✓	16	HB	19	✓	T	10
Mukhopadhyay vd. (2004)	4	S	✓	✓	14	HB			T	
Biller vd. (2005)	G	D		✓				✓	D	T, Ç
Mukhopadhyay vd. (2005)	4	S	✓	✓	16	HB			T	
Teng vd. (2005)	4	S	✓	✓	12	HB			T	✓
Ray vd. (2005)	1, 4	S	✓	✓					T	
Deng ve Yano (2006)	G	D	✓	✓					S, D	T
Van den Heuvel ve Wagelmans (2006)	2	S	✓	✓					T	
Chang vd. (2006)	6	S	✓	✓	12	HB	G	✓	T	
Ahn vd. (2007)	1	D		✓					D	T
Teng vd. (2007)	G	S	✓	✓	12	HB	19	✓	T	
Dye (2007)	G	S	✓	✓	13	HB	19		T	
Dye vd. (2007a)	G	S	✓	✓	13	HB	18	✓	T	
Dye vd. (2007b)	G	S	✓	✓	13	HB	✓		T	
Tsao ve Sheen (2007)	1, 4	S	✓	✓	12	HB			T	✓
Transchel ve Mirner (2008)	G	S	✓	✓					T	10
Abad P. L. (2008)	G	S	✓	✓	13	HB	G	✓	T	
Roy (2008)	1	S	✓	✓	12	HB	✓		T	
Geunes vd. (2009)	G, 2	S, D	✓	✓					S	T
Begum vd. (2009)	1	S	✓	✓	17	HB	✓		T	
Yang vd. (2009)	G	S	✓	✓	12	HGB	19	✓	T	
Caccetta ve Mardaneh (2010)	5	S		✓			✓		S	Ç
Sana (2010)	3	S	✓	✓	15	HB	18, 19	✓	T	
Tripathy ve Mishra (2010)	1	S	✓	✓	16	HB	✓		T	

Tsao (2010)	9	D	✓	✓	12	HB	S	✓	T	✓
Sana (2011)	7	D		✓	12	HB			T	✓
Dye ve Ouyang (2011)	6	S	✓	✓	12	HB			T	✓
Chen ve Hu (2012)	2	D	✓	✓					T	✓
Begum vd. (2012)	4	S	✓	✓	17	HB			T	
Dye (2012)	6	D	✓	✓	13	HB	G	✓	T	✓
Maihami ve Kamalabadi (2012)	6	S	✓	✓	12	HBG	18	✓	T	
Mardaneh ve Caccetta (2013)	5	D		✓			✓		S	Ç
Mardaneh ve Caccetta (2015)	5	S		✓					S	Ç
Bajwa vd. (2016)	G	D	✓	✓				✓	D	Ç

* Bu tabloda, literatürde yer alan çalışmalar modelleme varsayımlarına göre sınıflandırılmaktadır. Bu doğrultuda, sütunlarda yer alan sayılar ilgili varsayımlara ait eşitlik numaralarını, "G" ifadesi genel talep yapısı veya gecikmeli teslim oranı üzerine genel varsayımı ve "NA" ifadesi tanımlanmayan talep yapısını temsil etmektedir. Herhangi bir çalışmada fiyat veya kapasite kısıtı sabit kabul ediliyorsa "S", değişken varsayılıyor ise "D" ile gösterilmektedir. "HB" ifadesi hemen bozulma gösteren, "HBG" ifadesi ise hemen bozulma göstermeyen mamul varsayımlarına karşılık gelmektedir. Tek bir mamulü ele alan çalışmalar "T", birden çok mamul ile ilgilenen çalışmalar ise "Ç" ile gösterilmektedir. Sütunlarda yer alan "✓" işareti söz konusu varsayımın varlığını ifade etmektedir, aksi halde çalışmada ilgili varsayım yer almamaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgi teknolojilerinde meydana gelen olumlu gelişmelerle birlikte, işletmeler tarafından müşteri verisinin doğru bir şekilde analiz edilmesi mümkün hale gelmektedir. Bu doğrultuda, son yıllarda, birçok işletme yöneticisi, talep ve arz sürecini karlı bir şekilde yönetmek adına envanter ve fiyatlandırma stratejilerinin koordinasyonu üzerine yoğun ilgi göstermektedir. Bu ilgiye paralel olarak, araştırmacılar envanter ve fiyatlandırma kararlarını bir arada ele alan matematiksel modellerin geliştirilmesine odaklanmaktadır.

Bu çalışmada, fiyata bağımlı deterministik talep varsayımı altında eşgüdümlü envanter ve fiyatlandırma problemini inceleyen araştırmaları içeren bir literatür taraması sunulmaktadır. Bu bağlamda, literatürde yer alan çalışmalar probleme ilişkin modelleme varsayımlarına (Bkz. Bölüm 2) göre sınıflandırılmakta ve sonuçlar tablo halinde verilmektedir. İncelenen çalışmalara göz atıldığında görülmektedir ki, kimi varsayımlar çalışmalarda daha çok tercih edilirken, diğerleri nadiren kabul edilmektedir. Örneğin, araştırmacılar tarafından en çok kullanılan talep fonksiyonları Eş. (1) ve (4)'de yer verilen yapıda olmaktadır. Benzer şekilde, bozulma gösteren bir mamulü ele alan birçok çalışma mamulün sabit bir oranda bozulduğu varsayımını temel almaktadır.

Literatürde yer alan çalışmaların büyük bir çoğunluğunun tek bir mamul ile ilgilendiği görülmektedir. Halbuki gerçek hayatta birçok işletme birden fazla mamul ile ilgilenmekte ve karını mümkün olduğunca yukarı çekmeyi hedeflemektedir. Dolayısıyla, birden çok mamul varsayımını içeren çalışmaların çeşitlenmesi literatürün genişletilmesi açısından önem arz etmektedir. Buna ek olarak, mamuller arasında belirli bir ilişkinin (ikame veya tamamlayıcı vb.) bulunduğu varsayımı altında envanter ve fiyatlandırma problemi, çalışmaya açık, gelecek vaat eden bir alan olarak göze çarpmaktadır.

Müşterinin satın alma davranışı satış yapan işletmenin envanter ve fiyatlandırma kararları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada incelenen makaleler, tüketicinin zihninde yer alan bir fiyat eşliğini temel alarak satın alma işlemini gerçekleştirdiğini varsaymaktadır. Ancak, uygulamada kimi müşteriler, ilgilendiği mamule ait fiyatın zaman içerisinde göstereceği değişimi dikkate alarak satın alma işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu tür müşteriler rasyonel satın alma davranışına sahip müşteriler olarak adlandırılmaktadır (Elmaghraby ve Keskinocak, 2003: 1290). Dolayısıyla, bir diğer potansiyel araştırma alanı rasyonel satın alma davranışı göz önüne alınarak oluşturulabilir.

İlgili literatür, tedarik süresinin sıfır olduğu varsayımına odaklanmaktadır. Bir diğer deyişle, sipariş kararı verildiği vakit ihtiyaç duyulan envanterin anında temin edildiği düşünülmektedir. Bu varsayım, gerçek hayat uygulamaları için pek gerçekçi olmamakla beraber, ilgililenen envanter ve fiyatlandırma probleminin analitik olarak çok daha kolay analiz edilmesine imkan vermektedir. Bundan sonraki çalışmalarda, tedarik süresinin sabit veya değişken olarak ele alınması uygulama ve literatür arasındaki boşluğun azalması adına oldukça önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

- Abad, P. L. (1988). Determining optimal selling price and lot size when the supplier offers all-unit quantity discounts. *Decision Sciences*, 622-634.
- Abad, P. L. (1996). Optimal Pricing and Lot-Sizing under Conditions of Perishability and Partial Backordering. *Management Science*, 1093-1104.
- Abad, P. L. (2001). Optimal price and order size for a reseller under partial backordering. *Computers & Operations Research*, 53-65.
- Abad, P. L. (2003). Optimal pricing and lot-sizing under conditions of perishability, finite production and partial backordering and lost sale. *European Journal of Operational Research*, 677-685.
- Abad, P. L. (2008). Optimal price and order size under partial backordering incorporating shortage, backorder and lost sale costs. *International Journal of Production Economics*, 179-186.
- Ahn, H.-s., Gümüş, M.ve Kaminsky, P. (2007). Pricing and manufacturing decisions when demand is a function of prices in multiple periods. *Operations Research*, 1039-1057.
- Axsater, S. (2006). *Inventory control*. New York: Springer Science & Business Media.
- Bajwa, N., Sox, C. R.ve Ishfaq, R. (2016). Coordinating pricing and production decisions for multiple products. *Omega*, 86-101.
- Begum, R., Sahoo, R.ve Sahu, S. (2012). A replenishment policy for items with price-dependent demand, time-proportional deterioration and no shortages. *International Journal of Systems Science*, 903-910.
- Begum, R., Sahoo, R., Sahu, S.ve Mishra, M. (2009). An EOQ model for varying items with Weibull distribution deterioration and price-dependent demand. *Journal of Scientific Research*, 24-36.
- Biller, S., Chan, L. M., Simchi-Levi, D.ve Swann, J. (2005). Dynamic pricing and the direct-to-customer model in the automotive industry. *Electronic Commerce Research*, 309-334.
- Caccetta, L.ve Mardaneh, E. (2010). Joint pricing and production planning for fixed priced multiple products with backorders. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 123-147.
- Chan, L. M., Shen, Z. M., Simchi-Levi, D.ve Swann, J. L. (2004). Coordination of pricing and inventory decisions: A survey and classification. *Handbook of quantitative supply chain analysis*, 335-392.
- Chang, H.-J., Teng, J.-T., Ouyang, L.-Y.ve Dye, C.-Y. (2006). Retailer's optimal pricing and lot-sizing policies for deteriorating items with partial backlogging. *European Journal of Operational Research*, 51-64.
- Chen, X.ve Hu, P. (2012). Joint pricing and inventory management with deterministic demand and costly price adjustment. *Operations Research Letters*, 385-389.

- Chen, X.ve Simchi-Levi, D. (2004). Coordinating inventory control and pricing strategies with random demand and fixed ordering cost: The finite horizon case. *Operations Research*, 887-896.
- Chen, X.ve Simchi-Levi, D. (2012). Pricing and inventory management. *The Oxford handbook of pricing management*, 784-822.
- Chen, Z.-L.ve Hall, N. G. (2010). The coordination of pricing and scheduling decisions. *Manufacturing & Service Operations Management*, 77-92.
- Cohen, M. A. (1977). Joint pricing and ordering policy for exponentially decay inventory with known demand. *Naval Research Logistics Quarterly*, 257-268.
- Deng, S.ve Yano, C. A. (2006). Joint production and pricing decisions with setup costs and capacity constraints. *Management Science*, 741-756.
- Dye, C.-Y. (2007). Joint pricing and ordering policy for a deteriorating inventory with partial backlogging. *Omega*, 184-189.
- Dye, C.-Y. (2012). A finite horizon deteriorating inventory model with two-phase pricing and time-varying demand and cost under trade credit financing using particle swarm optimization. *Swarm and Evolutionary Computation*, 37-53.
- Dye, C.-Y.ve Ouyang, L.-Y. (2011). A particle swarm optimization for solving joint pricing and lot-sizing problem with fluctuating demand and trade credit financing. *Computers & Industrial Engineering*, 127-137.
- Dye, C.-Y., Hsieh, T.-P.ve Ouyang, L.-Y. (2007a). Determining optimal selling price and lot size with a varying rate of deterioration and exponential partial backlogging. *European Journal of Operational Research*, 668-678.
- Dye, C.-Y., Ouyang, L.-Y.ve Hsieh, T.-P. (2007b). Inventory and pricing strategies for deteriorating items with shortages: A discounted cash flow approach. *Computers & Industrial Engineering*, 29-40.
- Eisner, M. J.ve Severance, D. G. (1976). Mathematical techniques for efficient record segmentation in large shared databases. *Journal of the ACM (JACM)*, 619-635.
- Eliashberg, J.ve Steinberg, R. (1993). Marketing-production joint decision-making. *Handbooks in operations research and management science*, 827-880.
- Elmaghraby, W.ve Keskinocak, P. (2003). Dynamic pricing in the presence of inventory considerations: Research overview, current practices, and future directions. *Management Science*, 1287-1309.
- Geunes, J., Merzifonluoğlu, Y.ve Romeijn, H. E. (2009). Capacitated procurement planning with price-sensitive demand and general concave-revenue functions. *European Journal of Operational Research*, 390-405.
- Gilbert, S. M. (1999). Coordination of pricing and multi-period production for constant. *European Journal of Operational Research*, 330-337.

- Gilbert, S. M. (2000). Coordination of pricing and multiple-period production across multiple constant priced goods. *Management Science*, 1602-1616.
- Hwang, H.ve Shinn, S. W. (1997). Retailer's pricing and lot sizing policy for exponentially deteriorating products under the condition of permissible delay in payments. *Computers & Operations Research*, 539-547.
- Kang, S.ve Kim, I.-T. (1983). A study on the price and production level of the deteriorating inventory system. *International Journal of Production Research*, 899-908.
- Karmarkar, U. S.ve Lele, M. M. (2005). The marketing/manufacturing interface: strategic issues. 311-328.
- Kim, D.ve Lee, W. J. (1998). Optimal joint pricing and lot sizing with fixed and variable capacity. *European Journal of Operational Research*, 212-227.
- Kunreuther, H.ve Richard, J. F. (1971). Optimal pricing and inventory decisions for non-seasonal items. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 173-175.
- Kunreuther, H.ve Schrage, L. (1973). Joint pricing and inventory decisions for constant priced items. *Management Science*, 732-738.
- Lee, W. J. (1993). Determining order quantity and selling price by geometric programming: optimal solution, bounds, and sensitivity. *Decision Sciences*, 76-87.
- Maihami, R.ve Kamalabadi, I. N. (2012). Joint pricing and inventory control for non-instantaneous deteriorating items with partial backlogging and time and price dependent demand. *International Journal of Production Economics*, 116-122.
- Mardaneh, E.ve Caccetta, L. (2013). Optimal pricing and production planning for multi-product multi-period systems with backorders. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 896-917.
- Mardaneh, E.ve Caccetta, L. (2015). Impact of price-adjustments costs on integration of pricing and production planning of multiple-products. *Optimization Letters*, 119-142.
- Mukhopadhyay, S., Mukherjee, R.ve Chaudhuri, K. (2004). Joint pricing and ordering policy for a deteriorating inventory. *Computers & Industrial Engineering*, 339-349.
- Mukhopadhyay, S., Mukherjee, R.ve Chaudhuri, K. (2005). An EOQ model with two-parameter Weibull distribution deterioration and price-dependent demand. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 25-33.
- Nahmias, S. (1982). Perishable Inventory Theory: A Review. *Operations Research*, 680-708.
- Papachristos, S.ve Skouri, K. (2003). An inventory model with deteriorating items, quantity discount, pricing and time-dependent partial backlogging. *International Journal of Production Economics*, 247-256.
- Rajan, A., Steinberg, R.ve Steinberg, R. (1992). Dynamic Pricing and Ordering Decisions by a Monopolist. *Management Science*, 240-262.

- Ray, S., Gerchak, Y. ve Jewkes, E. M. (2005). Joint pricing and inventory policies for make-to-stock products with deterministic price-sensitive demand. *International Journal of Production Economics*, 143-158.
- Roy, A. (2008). An inventory model for deteriorating items with price dependent demand and time varying holding cost. *Advanced modeling and optimization*, 25-37.
- Sahay, A. (2007). How to reap higher profits with dynamic pricing. *MIT Sloan management review*, 53-60.
- Sana, S. S. (2010). Optimal selling price and lotsize with time varying deterioration and partial backlogging. *Applied Mathematics and Computation*, 185-194.
- Sana, S. S. (2011). Price-sensitive demand for perishable items--an EOQ model. *Applied Mathematics and Computation*, 6248-6259.
- Taha, H. A. (1982). *Operations Research: An Introduction*. Pearson Education India.
- Talluri, K. T. ve Van Ryzin, G. J. (2006). *The theory and practice of revenue management*. Springer Science & Business Media.
- Teng, J.-T., Chang, C.-T. ve Goyal, S. K. (2005). Optimal pricing and ordering policy under permissible delay in payments. *International Journal of Production Economics*, 121-129.
- Teng, J.-T., Ouyang, L.-Y. ve Chen, L.-H. (2007). A comparison between two pricing and lot-sizing models with partial backlogging and deteriorated items. *International Journal of Production Economics*, 190-203.
- Thomas, J. (1970). Price-production decisions with deterministic demand. *Management Science*, 747-750.
- Transchel, S. ve Mirner, S. (2008). Coordinated lot-sizing and dynamic pricing under a supplier all-units quantity discount. *Business Research*, 125-141.
- Tripathy, C. ve Mishra, U. (2010). An inventory model for Weibull deteriorating items with price dependent demand and time-varying holding cost. *Applied Mathematical Sciences*, 2171-2179.
- Tsao, Y.-C. (2010). Two-phase pricing and inventory management for deteriorating and fashion goods under trade credit. *Mathematical Methods of Operations Research*, 107-127.
- Tsao, Y.-C. ve Sheen, G.-J. (2007). Joint pricing and replenishment decisions for deteriorating items with lot-size and time-dependent purchasing cost under credit period. *International Journal of Systems Science*, 549-561.
- Van den Heuvel, W. ve Wagelmans, A. P. (2006). A polynomial time algorithm for a deterministic joint pricing and inventory model. *European Journal of Operational Research*, 463-480.
- Wagner, H. M. ve Whitin, T. M. (1958a). Dynamic Problems in the Theory of the Firm. *Naval Research Logistics Quarterly*, 53-74.

- Wagner, H. M.ve Whitin, T. M. (1958b). Dynamic version of the economic lot size model. *Wagner, Harvey M and Whitin, Thomson M*, 89-96.
- Wee, H.-M. (1997). A replenishment policy for items with a price-dependent demand and a varying rate of deterioration. *Production Planning & Control*, 494-499.
- Wee, H.-M. (1999). Deteriorating inventory model with quantity discount, pricing and partial backordering. *International Journal of Production Economics*, 511-518.
- Whitin, T. M. (1955). Inventory control and price theory. *Management science*, 61-68.
- Yang, C.-T., Ouyang, L.-Y.ve Wu, H.-H. (2009). Retailer's optimal pricing and ordering policies for non-instantaneous deteriorating items with price-dependent demand and partial backlogging. *Mathematical Problems in Engineering*.
- Yano, C. A.ve Gilbert, S. M. (2005). Coordinated pricing and production/procurement decisions: A review. *Managing Business Interfaces*, 65-103.
- Zhang, R. (2013). An Introduction to Joint Pricing and Inventory Management under Stochastic Demand.
- Zhu, K.ve Thonemann, U. W. (2009). Coordination of pricing and inventory control across products. *Naval Research Logistics (NRL)*, 175-190.