

PERAKENDE RAF ALANI YÖNETİMİ: LİTERATÜR İNCELEMESİ VE BİR KARAR DESTEK ARACI TASARIMI

Tuncay Özcan
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Sınırlı raf alanının etkin yönetimi, müşteri satınalma tercihlerini etkileyerek ve müşteri hizmet düzeyi iyileştirerek perakendecilere önemli bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu bağlamda; alan tahsisi, ürün seçimi ve çeşitlendirme, mağaza yerleşim optimizasyonu ve stok yenileme raf alanı yönetiminin ana problemleri olarak tanımlanabilir. Bu karar problemlerinin çözümü için literatürde son 40 yılda birçok çalışma yayımlanmıştır. Bu çalışmada; ilk olarak bu çalışmalar, detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve kapsamlarına ve model yapılarına göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra, raf alanı tahsisi ve ürün seçimi kararları için bir doğrusal olmayan tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir. Son olarak, geliştirilen model temelinde raf alanı yönetimi için bir karar destek aracı tasarlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Perakendecilik, Raf Alanı Tahsisi, Ürün Seçimi, Optimizasyon, Karar Destek Aracı

RETAIL SHELF SPACE MANAGEMENT: LITERATUR REVIEW AND THE DESIGN OF A DECISION SUPPORT TOOL

ABSTRACT

The efficient management of the limited shelf space can provide an important competitive advantage to retailers by improving customer service and attracting customer buying preferences. In this context; space allocation, product selection and assortment, shop layout optimization and inventory replenishment can be defined as the main problems of the shelf space management. In the literature, many studies have been published for solution of these decision problems in the last fourty years. In this study, firstly, these studies are analyzed in detail and classified according to their contents and model structures. Later, a non-linear integer programming model for shelf space allocation and product selection decisions is developed. Finally, a decision support tool is designed based on the developed model for shelf space management.

Key Words: Retailing, Shelf Space Allocation, Product Selection, Optimization, Decision Support Tool

GİRİŞ

Tüketicilerin dinamik nitelik taşıyan satınalma tercihlerini, finansal performansı gözeterek karşılama perakende yönetiminin temel amacı olarak nitelendirilebilir. Bu noktada; raf alanı, sergilenebilecek ürün çeşitliliğinin yüksekliği ve sürekli yeni ürün girişleri nedeniyle perakendecinin, sabit ve sınırlı kaynaklarından biridir. Diğer taraftan; pazarlama araştırmaları, birçok tüketicinin satınalma kararını alışveriş anında verdiğini ve ürün seçiminin mağaza içi faktörlerden etkilendiğini ortaya koymuştur (Irion, Al-Khayyal ve Lu, 2004). Tüketici davranışının bu yapısı, raf alanı yönetim sistematğine hayati bir anlam yüklemektedir.

Sınırlı raf alanının etkin ve doğru yönetimi hem finansal performansı iyileştirerek, hem de müşteri hizmet düzeyini geliştirerek perakendeciye önemli bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu bağlamda; raf alanı yönetiminin temel problemleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Ürün seçimi ve çeşitlendirme: Potansiyel ürün kümesi içerisinde hangi ürünler raflarda sergilenmek üzere seçilmelidir?
- Raf alanı tahsisi: Raflarda sergilenecek ürünlere ne kadar raf alanı tahsis edilmelidir?
- Yerleşim: Ürünler mağazanın hangi raf lokasyonunda sergilenmelidir?
- Stok: Sergilenecek ürünlerin, siparişi ne zaman ve hangi miktarda verilmelidir?

Raf alanı yönetiminin kapsamına giren bu problemler, hem perakende işletmeleri hem de araştırmacılar için her zaman ilgi çekici olmuştur. Bu amaçla; birçok ticari raf alanı yönetim sistemi geliştirilmiş ve akademik çalışma gerçekleştirilmiştir.

Perakendeciler tarafından kullanılan geleneksel ticari raf alanı yönetim aracı; planogram yazılımlarıdır ve bu yazılımlar; ürünlerin raflardaki konumunu gösteren diyagramlardan oluşmaktadır. Ticari yazılımlar için bir alan yönetim metodu seçiminde en önemli kriter basitlik ve metodun operasyon kolaylığıdır ve uygulanabilirlik raf alanının optimal tahsisinden daha önceliklidir (Yang ve Chen, 1999). Bu yazılımlar; kar miktarı, satış hızı gibi basit sezgisellere göre raf alanı tahsis etme yeteneğine sahiptir ve bir optimizasyon aracı olarak düşünülmemelidir (Desmet ve Renaudin, 1998). Bununla birlikte, bu basit yaklaşımlar; önemli satış kayıplarına yol açabilmektedir (Borin, Farris ve Freeland, 1994).

Akademik çalışmalar ise, raf alanı yönetimi ile ilgili ele aldığı problemin kapsamına ve önerilen model yapısına göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada; ilk olarak perakende raf alanı yönetimi ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların detaylı bir analizi ve sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, literatürde yer alan çalışmaların belirtilen eksikliklerinin üstesinden gelmek için Corstjens ve Doyle

(1981) tarafından sunulan model temelinde bir raf alanı tahsisi ve ürün seçim modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model; ürün ve ürün kategorileri arasındaki sergileme ilişkilerini ve lokasyon etkisini dikkate alması gibi nitelikleri ile farklılık taşımaktadır. Son olarak, bir perakendeciye raf alanı yönetimi ile ilgili kararlarında rehberlik edecek bir karar destek aracı, geliştirilen model yapısı paralelinde tasarlanmıştır.

1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Raf alanı yönetiminin; ürün seçimi ve çeşitlendirme, alan tahsisi, yerleşim ve envanter problemleri ile ilgili olarak literatürde son 40 yılda birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmaların bir bölümü; raf alanı yönetiminin belirli bir problemini ele alırken, diğer bir bölümü ise iki ya da daha fazla problem alanının çözümü için bütünleşik modeller önermiştir. Literatürde yer alan bu çalışmaların, inceledikleri raf alanı yönetim problemlerine göre sınıflandırılması Tablo 1’de sunulmaktadır. Tablo 1’den de görülebileceği gibi; raf alanı yönetimi ile ilgili çalışmaların önemli bir bölümü, raf alanı tahsisi ve ürün seçim ve çeşitlendirme kararları üzerinedir.

Diğer taraftan; literatürde yer alan çalışmalar, model yapılarına ve bu modellerin çözümüne yönelik olarak geliştirilen yaklaşım özelliklerine göre de farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmaların algılanmasını kolaylaştırmak için raf alanı yönetim modellerinde sıklıkla kullanılan bazı kavramların da ortaya konulması gerekmektedir.

1.1. Alan Esnekliği ve Çapraz Esneklik

Literatürde yer alan çalışmalarda; ilk olarak, mağaza raf alanının sınırlılığından dolayı, ürünlerin satışları ve ürünlere tahsis edilen raf alanı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmalarda raf alanındaki artışın birim satışları azalan bir oranda arttırdığını ortaya konulmuş ve raf alanı ile satış arasındaki ilişkiyi 0 ile 1 arasında değişen alan esneklik katsayısı adında bir üssel parametre ile açıklanmıştır. Raf alanı ve ürün talebi arasındaki bu ilişki şu şekilde ifade edilebilir:

$$D_i = \alpha_i \cdot S_i^{\beta_i} \quad (1)$$

Bu eşitlikte kullanılan değişkenler şu şekildedir:

- D_i i ürününün talep değeri
- S_i i ürününe tahsis edilen raf alanı
- α_i i ürününün alan esnekliği ölçek parametresi
- β_i i ürününün alan esneklik katsayısı

TABLO 1. Perakende Raf Alanı Yönetimi Literatürünün Problem Alanlarına Göre Sınıflandırılması

Makale	Alan Tahsisi	Ürün seçimi	Yerleşim	Stok
Abbott ve Palekar, 2008				✓
Anderson ve Amato, 1974	✓			
Anderson, 1979	✓			
Bai, 2005	✓		✓	
Bala, 2008		✓		
Borin ve diğerleri, 1994	✓	✓		
Borin ve Farris, 1995	✓	✓		
Brijs ve diğerleri, 1999		✓		
Brijs ve diğerleri, 2000		✓		
Bookbinder ve Zarour, 2001	✓			
Bultez ve Naert, 1988	✓			
Chen ve Lin, 2007	✓	✓	✓	
Corstjens ve Doyle, 1981	✓			
Dreze ve diğerleri, 1994			✓	
Fadıloğlu ve diğerleri, 2008		✓		
Gajjar ve Adil, 2008	✓			
Gün ve Badur, 2008		✓		
Hansen ve Heinsbroek, 1979	✓			
Hansen ve diğerleri, 2010	✓			
Hariga ve diğerleri, 2007	✓	✓	✓	✓
Hwang ve diğerleri, 2005	✓			✓
Hwang ve diğerleri, 2008	✓		✓	
Irion ve diğerleri, 2004	✓	✓		
Kamaşak, 2008			✓	
Liang ve diğerleri, 2007	✓			
Lim ve diğerleri, 2002	✓			
Lim ve diğerleri, 2004	✓			
McIntyre ve Miller, 1999		✓		
Miller ve diğerleri, 2010		✓		
Murray ve diğerleri, 2010	✓		✓	
Nafari ve Shahrabi, 2010	✓	✓		
Reyes ve Frazier, 2005	✓			
Reyes ve Frazier, 2007	✓			
Ramaseshan ve diğerleri, 2008	✓	✓		✓
Russell ve Urban, 2008	✓		✓	
Seruni, 2005			✓	
Urban, 1998	✓	✓		✓
Yang ve Chen, 1999	✓		✓	
Yang, 2001	✓		✓	
Zufryden, 1986	✓			

Alan esnekliği; raf alanındaki görece değişime birim satışlardaki görece değişimin oranıdır. Raf alanı yönetimi ile ilgili ilk çalışmaların önemli bir bölümü, alan esneklik katsayısının belirlenmesi üzerinedir. Bu parametre değeri ürün ve mağaza yapısına ve talep karakteristiğine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; Curhan (1972), Hansen ve Heinsborek (1979), Corstjens ve Doyle (1981), Desmet ve Renaudin (1988) alan esneklik katsayısını sırasıyla 0,212, 0,15, 0,086, 0,6 olarak bulmuştur. Bir diğer çalışmada; Van Dijk, Van Heerde, Leeflang ve Wittink (2004) raf alanı esnekliklerinin tahmini için benzerlik bazlı yeni bir metodoloji geliştirmiştir. Tek bir ürün için sergileme alanı değişiminin talep üzerine etkisinin ölçülmesini ifade eden alan esnekliğinin yanında, birçok çalışmada; belirli bir ürünün sergileme alanı değişiminin ikame ya da tamamlayıcı ürünün talebi üzerine etkisini ölçmeyi esas alan, çapraz esneklik kavramı da kullanılmıştır (Chen ve Lin, 2007). Çapraz esneklik katsayısı $[-1,1]$ aralığında değişen üssel bir değer olup, negatif değerler ürünler arasındaki ikame ilişkisini, pozitif değerler ise ürünler arasındaki tamamlayıcılık ilişkisini belirtmektedir. Alan esneklik katsayısı ile birlikte çapraz esneklik katsayısının da dahil edildiği talep fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir:

$$D_i = \alpha_i \cdot S_i^{\beta_i} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n S_j^{\beta_{i,j}} \quad (2)$$

Bu eşitlikte; $\beta_{i,j}$ değeri, i ve j ürünleri arasındaki çapraz esneklik katsayısını belirtmektedir.

1.2. Alan Esnekliği ve Çapraz Esneklik Esaslı Modeller

Literatürde yer alan çalışmaların önemli bir bölümünde, (1) ve (2) nolu eşitliklerle belirtilen alan esnekliğinin ve çapraz esnekliğin matematiksel formu, perakendeye özgü kapasite, tedarik ve miktar kısıtları ile bütünleştirilerek optimizasyon modeline dönüştürülmüştür. Bu bağlamda; Anderson ve Amato (1974); ürün çeşitliliğini ve raf alanı tahsisini perakendecinin karlılığı temelinde eşzamanlı olarak eniyilemek için alan esnekliğini kullanmış, ancak maliyet bileşenlerine bu çalışmada yer verilmemiştir. Hansen ve Heinsbroek (1979); ana talep etkisini maliyet bileşenleri ile birleştiren bir model önermiştir. Anderson (1979); ürün pazar payı ve ürün sergileme alanı arasındaki ilişkinin teorik bir modelini geliştirmiştir. Bu çalışmaların hiçbirinde mağaza içindeki ürünler arasındaki çapraz satış etkisi düşünülmemiş, sadece ürünler ve raf alanı arasındaki ilişkiye odaklanılmıştır.

Çapraz esneklik, ilk olarak Corstjens ve Doyle (1981) çalışmasında kullanılmıştır. Bu çalışmada; raf alanı tahsisi için, talep fonksiyonunun alan esnekliği yanında ürünler arasındaki çapraz esnekliği de içerdiği bir doğrusal olmayan programlama

modeli geliştirilmiş ve kapasite ve ürün miktarının alt ve üst sınır kısıtları model yapısına dahil edilmiştir. Borin ve diğerleri (1994) ve Borin ve Farris (1995), çapraz esneklik etkisini dikkate alacak şekilde raf alanı tahsisi ve ürün çeşitliliği problemlerinin bütünlük çözümü için envanter yatırımının geri dönüşü amacı eşliğinde bir model tasarlamıştır. Raf alanı yönetimi ile ilgili çalışmalar içinde en çok bilinen Cortjens ve Doyle'un modeli temelinde, raf alanı tahsis probleminin çözümü için birçok model geliştirilmiştir (Bultez ve Naert, 1988; Bookbinder ve Zarour, 2001).

Abbott ve Palekar (2008); talebin envanter miktarına ve ürünler arasındaki çapraz esnekliğe bağlı olduğu bir yapıda perakende envanter ikmal için bir model geliştirmiştir. Urban (1998) ve Hariga, Al-Ahmari ve Mohamed (2007); alan esnekliği temelinde raf alanı tahsisi ve ürün çeşitlendirme kararları ile envanter ikmal kararlarını bütünlük şekilde ele almıştır. Bazı çalışmalarda, alan esnekliğini ve çapraz esnekliği esas alan talep fonksiyonuna, ürünlerin sergilendiği raf lokasyonunun etkisi de dahil edilmiştir (Hwang, Choi ve Lee, 2005; Hwang, Choi, Lee ve 2008; Hariga ve diğerleri, 2007).

Tablo 2'de alan esnekliği, çapraz esneklik ve lokasyon etkisi gibi faktörleri dikkate alma niteliğine göre literatürde yer alan bu çalışmaların sınıflandırılması sunulmaktadır.

TABLO 2. Alan esnekliği esaslı literatür çalışmalarının sınıflandırılması

Makale	Alan Esnekliği	Çapraz Esneklik	Lokasyon Etkisi
Abbott ve Palekar, 2008	✓	✓	
Anderson, 1979	✓		
Bookbinder ve Zarour, 2001	✓	✓	
Bultez ve Naert, 1988	✓	✓	
Corstjens ve Doyle, 1981	✓	✓	
Hansen ve Heinsbroek, 1979	✓		
Hariga ve diğerleri, 2007	✓	✓	✓
Hwang ve diğerleri, 2005	✓	✓	✓
Hwang ve diğerleri, 2008	✓	✓	✓
Irion ve diğerleri, 2004	✓	✓	

1.3. Diğer Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Alan esnekliği ve çapraz esneklik esaslı talep yapısını kullanmadan, raf alanı yönetim problemlerinin çözümüne yönelik olarak geliştirilen yaklaşımları içeren çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalarda; Reyes ve Frazier (2007), belirli bir ürün kategorisi için toplam raf alanı bilindiğinde, ürünlerin herbirine bu raf alanının ne kadarının tahsis edileceği problemi ile ilgilenmiş ve problemin çözümü için müşteri hizmet faktörü ve karlılık amaçlarının her ikisini dengeleyen bir

doğrusal olmayan tamsayılı hedef programlama modeli önermiştir. Diğer bir çalışmada; Reyes ve Frazier (2005), tüketicinin perakende mağazasındaki davranışının ve karar prosesinin modellenmesi temelinde, tüketici davranışlarının direkt etkilerini ölçen bir talep fonksiyonu yardımıyla raf alanı tahsis problemine odaklanmıştır. Zurfyden (1986), raf alanı tahsisi için fiyat, reklam, promosyon ve mağaza karakteristikleri gibi bazı alan dışı faktörleri dikkate alacak şekilde bir raf alanı tahsis modeli geliştirmiş ve modelin çözümü için bir dinamik programlama yaklaşımı önermiştir.

1.4. Sezgisel ve Meta-sezgisel Yaklaşımlar

Literatürde yer alan çalışmaların önemli bir bölümünde, geliştirilen model yapılarının kompleksliğinden dolayı, bir bütün olarak mağaza düşüncesinden ziyade tek bir ürün ya da küçük bir ürün grubu ile model uygulamaları sunulmaktadır. Perakende raf alanı yönetim problemleri, NP-Zor nitelik taşımaktadır. Örneğin; 40 ürün için bir raf alanı tahsis kararı, bir trilyondan fazla olası raf alanı seçimini içermektedir (Urban, 1998). Bu nedenle; geliştirilen modellerin büyük boyutlu uygulamalarda kullanılabilmesi için sezgisel ya da meta-sezgisel algoritmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu doğrultuda, Yang (2001); raf alanı tahsis problemini bir sırt çantası problemi gibi modellemiş ve sergileme alanı başına kazanca göre raf alanı tahsisini gerçekleştiren bir sezgisel yaklaşım önermiştir. Ayrıca; raf alanı tahsis probleminin çözümüne benzetimli tavlama (Borin ve diğerleri, 1994; Borin ve Farris, 1995; Bai ve Kendall, 2007), tabu arama (Lim, Rodrigues, Zhang, 2004) ve genetik algoritma (Hwang ve diğerleri, 2005; Hwang ve diğerleri, 2008; Liang, Cheung ve Wang, 2007; Urban, 1998) esaslı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Raf alanı tahsis probleminin doğrusal olmayan model yapısının çözümü için, Gajjar ve Adil (2008) ve Irion ve diğerleri (2004) parçalı doğrusallaştırma tekniğini kullanarak, model yapısını bir doğrusal programlama modeline dönüştürmüştür. Lim, Rodrigues, Xiao ve Zhang (2002); çok boyutlu sırt çantası problemi yapısında bir raf alanı tahsis modeli geliştirmiş ve ağ akış modelini yardımıyla geliştirilen modele çözüm yaklaşımı önermiştir.

Tablo 3’de, literatürde yer alan, perakende raf alanı yönetimi ile ilgili sezgisel ve meta-sezgisel yaklaşımların bir sınıflandırılması sunulmaktadır.

TABLO 3. Raf alanı yönetiminde kullanılan sezgisel ve meta-sezgisel yaklaşımlar

Yaklaşım	Çalışma
Benzetimli tavlama	Borin ve diğerleri, 1994; Borin ve Farris, 1995; Bai ve Kendall, 2007
Genetik algoritma	Urban, 1998; Hwang ve diğerleri, 2005; Liang ve diğerleri, 2007; Hwang ve diğerleri, 2008
Açgözlü sezgisel	Urban, 1998
Tabu arama	Lim ve diğerleri, 2004
Parçalı doğrusallaştırma	Gajjar ve Adil, 2008; Irion ve diğerleri, 2004

1.5. Veri Madenciliği Esaslı Modeller

Alan esnekliği ve çapraz esneklik esaslı modellerin; çok sayıda parametrenin hesaplanmasını gerektirmesi ve bu parametrelerin hesaplanmasındaki tahmin güçlüğü ve maliyet nedeniyle; büyük boyutlu raf alanı yönetim problemlerine uygulanabilirliği oldukça düşük düzeydedir. Bu noktada; veri madenciliği birliktelik kuralları esaslı algoritmalar raf alanı yönetimi için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Brijs, Swinnen, Van Hoot ve Wets (1999); ürün seçim ve çeşitlendirme problemi için veri madenciliği birliktelik kuralı tabanlı bir yaklaşım önermiş ve yaygın ürün kümesi başına karlılık değeri temelinde ürün seçimini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmayı geliştirerek, Brijs, Goethals, Swinnen, Van Hoot ve Wets (2000) kategori yönetimine ait kısıtları çalışmaya dahil etmiş ve daha büyük boyutlu sepetler için modelin uygulamasını sunmuştur. Gün ve Badur (2008), Brijs ve diğerlerinin (1999) çalışması temelinde ürün seçimi için bir model önermiştir. Bu çalışmalarda; raf alanı kapasitesi ve ürün boyutları dikkate alınmamıştır. Chen ve Lin (2007), çok seviyeli birliktelik kuralları madenciliği temelinde ürünler, ürün alt kategoriler ve ürün kategorileri için raf alanı tahsis modeli geliştirmiş ve Brijs ve diğerlerinin (1999, 2000) çalışmalarından farklı olarak raf alanı kısıtlarını ve boyutlarını model yapısına dahil etmiştir. Bu çalışmada; ayrıca ürünlerin ve ürün kategorilerinin raf lokasyonunun belirlenmesi amacına yönelik bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Nafari ve Shahrabi (2010); literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak, ürün fiyatını dikkate alarak ürünlere raf alanı tahsisi ve ürün karması seçimi için yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Bala (2008), özellikle paket olarak satın alınan ürünler için nicel birliktelik kurallarının perakende ürün seçimi ve envanter kararlarında kullanımı için bir yaklaşım önermiştir.

2. MODEL GELİŞTİRME

Perakende yönetiminde tekil olarak ürünlere odaklanma yerine ürün kategorilerine odaklanma yaygın şekilde kullanılan bir metottur. Bir kategori, aynı ya da benzer fonksiyonlara ya da özelliklere sahip ürünlerin bir koleksiyonudur (Bai, 2005). Bu noktada; raf alanı tahsis kararı iki seviyeye ayrılabilir: 1) Belirli bir ürün kategorisine ne kadar raf alanı tahsis edilmelidir? 2) Bir ürün kategorisi içindeki her bir ürüne ne kadar raf alanı tahsis edilmelidir? (Reyes ve Frazier, 2007). Diğer taraftan; Zurfyden'in belirttiği gibi (1986); estetik sebeplerden dolayı, ürünlere ya da markalara tahsis edilen raf alanı bütünlük içerisinde olmalıdır.

Kategori yönetimi ilkeleri, uygulamada geniş ölçüde kullanılmasına karşın; literatürde yer alan çalışmaların sınırlı bir bölümünde (Russell ve Urban, 2008; Chen ve Lin, 2007), ürün-kategori ilişkilerinden kaynaklanan, aynı kategorideki ürünlerin birlikte sergilenme kısıtları dikkate alınmıştır.

Bir diğer nokta; müşteri taleplerini karşılamak ve marka imajını zedelememek için perakende mağazalarının; elde edilebilir ürün kümesinin belirli bir bölümünü raflarda sergilemek eğiliminde olmasıdır. Perakendecinin sadece finansal performansını esas alan modeller; yüksek talep gören ürünlerin sunum miktarlarını arttırarak elde bulundurmama olasılığını azaltma yönünde bir eğilimi olacaktır. Bu nedenle; raf alanı tahsis ve ürün seçim modelleri, belirli bir çeşitlilikte ürünün raf üzerinde sergilenmesi güvence altına alınacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu durum, literatürde yer alan çalışmalarda yeterince dikkate alınmamıştır.

Bu çalışmada; literatürdeki çalışmaların sözü edilen eksikliklerinin üstesinden gelmek için, Corstjens ve Doyle (1981) tarafından geliştirilen model temelinde raf alanı tahsis ve ürün seçim kararları için doğrusal olmayan bir tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir.

$i = 1, 2, \dots, n$ ürünler kümesini, $j = 1, 2, \dots, m$ kategoriler kümesini, $k = 1, 2, \dots, o$ mağazada bulunan raf kümesini ifade etmek üzere modelde kullanılan notasyonlar aşağıdaki şekildedir:

P_i	i ürününün bir birim sergilenmesinden elde edilen kazanç
A_i	i ürününün boyutu
L_i	i ürününün minimum sergilenme miktarı
U_i	i ürününün maksimum sergilenme miktarı
Q_i	i ürününe tahsis edilen sergileme miktarı
α_i	i ürününün alan esnekliği ölçek parametresi
β_i	i ürününün alan esneklik katsayısı
$\beta_{i,l}$	i ve l ürünleri arasındaki çapraz esneklik katsayısı
MV_j	j kategorisinin minimum çeşitlendirme sabiti
T_k	k rafının kapasitesi

LE_k k rafının lokasyon etkisi

LE_i i ürününün raf alanı tahsis kararı sonucunda oluşan lokasyon etkisi

$Y_{i,j}$ i ürününün j kategorisine ait olma durumunu gösteren ikili parametre

$H_{i,l}$ i ve l ürünlerinin aynı kategoriye ait olup olmadığını gösteren ikili parametre

$X_{i,k}$ i ürününün k rafına atanma durumunu gösteren ikili karar değişkeni

Burada; $Y_{i,j} \in \{0,1\}$ ve $H_{i,l} \in \{0,1\}$. Ayrıca; S, farklı kategorilere ait ürün ikililerinin tamamını içeren bir küme olsun. Bu durumda; $S = \{(i,l) \mid H_{i,l}=0; i=1,\dots,n; l=1,\dots,n\}$ ile tanımlanabilir.

Modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$MAX \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot Q_i^{\beta_i} \cdot \prod_{l=1}^n Q_l^{\beta_{i,l}} \cdot LE_i \cdot P_i \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^o X_{i,k} \leq 1, \quad \forall i \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^o X_{i,k} \cdot X_{l,k} = 0, \quad \forall i, l \in S \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{i,k} \cdot Q_i \cdot A_i \leq T_k, \quad \forall k \quad (6)$$

$$LE_i = \sum_{k=1}^o X_{i,k} \cdot LE_k, \quad \forall i \quad (7)$$

$$\frac{\sum_{k=1}^o \sum_{i=1}^n X_{i,k} \cdot Y_{i,j}}{\sum_{i=1}^n Y_{i,j}} \geq MV_j, \quad \forall j \quad (8)$$

$$Q_i \geq L_i, \quad \forall i \quad (9)$$

$$Q_i \leq U_i, \quad \forall i \quad (10)$$

$$Q_i \in N, \quad \forall i \quad (11)$$

Geliştirilen raf alanı yönetiminin amaç fonksiyonu (3) nolu eşitlikle ifade edilmektedir. Amaç fonksiyonunda; ürün talebi; ürünün sergileme miktarının alan esnekliğinin, ürünler arasındaki çapraz satış etkisinin ve ürünlerin sergilendiği

rafların lokasyon etkisinin bir fonksiyonudur. (4) nolu kısıt, herbir ürünün, ürün seçim kararına bağlı olarak ya mağaza raflarında sergilenmeyeceği ya da en fazla bir rafta sergilenebileceğini belirtmektedir. (5) nolu kısıt literatürdeki çalışmalarda eksikliği belirtilen ürün- kategori ilişkilerinden doğan sergileme kısıtlarını ortaya koymakta ve farklı kategorilere ait ürünlerin aynı rafta sergilenmemesi durumunu güvence altına almaktadır. (6) nolu kısıt; bir rafta sergilenecek ürünlerin, raf kapasitesini aşmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. (7) nolu eşitlik, amaç fonksiyonu değerinin hesaplanmasında etkin olan ürün lokasyon etkisinin, raf alanı tahsis kararına bağlı olarak hesaplanmasını içermektedir. (8) nolu kısıt denklemi, her ürün kategorisine ait potansiyel ürün kümesinin, belirlenen minimum çeşitlendirme sabiti (MV_j) ölçüsünde rafta sergilenmesini garanti altına alarak ürün çeşitliliğinin istenen seviyelerini sağlamaktadır. (9) ve (10) nolu kısıt denklemleri, ürünlere tahsis edilen sergileme miktarının belirlenen alt sınır ve üst sınır aralığında olması ve (11) nolu kısıt denklemi ise ürün sergileme miktarlarının tamsayı olması koşulunu sunmaktadır.

3. BİR KARAR DESTEK ARACI TASARIMI

Geliştirilen model temelinde; Microsoft Excel programı, bu programın bir eklentisi olan Solver yazılımı ve Visual Basic uygulamaları kullanılarak, perakendeciye raf alanı tahsis ve ürün seçim kararlarında destek olmak amacı ile bir raf alanı yönetim sistemi tasarlanmıştır. Solver, Microsoft Excel altında çalışan doğrusal ve doğrusal olmayan programlama modellerinin çözümü için tasarlanmış bir optimizasyon yazılımıdır. Karar değişkenlerinin, model kısıtlarının ve amaç fonksiyonunun Solver arayüzleri ve Microsoft Excel hücreleri kullanılarak tanımlanması, modelin çalıştırılması için yeterli olmaktadır. Solver, doğrusal olmayan programlama modellerinin çözümü için geliştirilmiş indirgenmiş gradyan yöntemini kullanmaktadır.

Geliştirilen raf alanı yönetim sistem yapısı, bütünleşik olarak birbirinin tamamlayan 4 evreden oluşmaktadır. Şekil 1'de bu 4 evreyi ortaya koyacak şekilde geliştirilen sistemin ana menüsünün ekran arayüzü sunulmaktadır. Bu evrelerin detaylandırılması ise aşağıdaki şekildedir:

ŞEKİL 1. Raf Alanı Yönetim Sistemi – Ana Menü

Evre I: Model seçimi - Perakendeci ilk olarak; alan esnekliği, çapraz esneklik ve lokasyon etkisi faktörlerinden hangisi ya da hangilerinin model yapısına dahil edilmesini istediğini ana menüde yer alan model seçiminde belirtmelidir. Üç faktörün tamamının seçilmesi durumunda oluşacak model yapısı, Bölüm 2’de verilen model yapısı ile aynı olacaktır.

Evre II: Tanımlamalar ve Veri Girişleri - Perakendeci; raf alanı yönetim modelinin çalışması için raflarda sergilenebilecek ürünlere, kategorilere ve mağaza raflarına ait gerekli bilgilerin tanımlanmasını bu evrede gerçekleştirmelidir. Ürün, kategori ve raf bilgileri komut butonlarının seçilmesi sonucunda ortaya çıkan kullanıcı formları ile kolaylıkla tanımlanabilmektedir. Ürün girişlerinde; ürünlerin satış fiyatları, satınalma maliyetleri, boyut bilgileri, minimum ve maksimum sergileme miktarları ve kategori bilgileri tanımlanmaktadır. Kategori tanımlamaları, kategoriler için belirlenen minimum çeşitlendirme sabitinin tanımlanmasını, raf tanımlamaları ise, raf kapasite bilgileri ve lokasyon etkileri gibi model parametrelerini içermektedir. Ürün, kategori ve raf tanımlamalarında kullanıcı formları kullanılarak girilen bilgiler aynı anda tanımlanan Microsoft Excel hücrelerine de yazılmaktadır. Şekil 2’de ürün girişleri için tasarlanan kullanıcı formunun yapısı sunulmaktadır.

Bir diğer önemli veri kümesi, müşteri işlem verisidir. Müşteri işlem verisi; alan esneklik ve çapraz esneklik katsayılarının hesaplanması açısından kritik önem taşımaktadır. Bu veri, aynı zamanda ürünlere ait talep anındaki stok bilgilerini de içermektedir.

ŞEKİL 2. Ürün Tanımlama Ekran Formu

The screenshot shows a window titled 'ÜRÜN TANIMLAMA EKRANI' with a close button (X) in the top right corner. The window contains the following fields and buttons:

- ÜRÜN ID:
- SATIŞ FİYATI:
- SATINALMA MALİYETİ:
- ÜRÜN BOYUTU:
- MİNİMUM MİKTAR:
- MAKSİMUM MİKTAR:
- KATEGORİ BİLGİSİ:
- Buttons: 'Yeni Ürün Girişi' and 'ÇIKIŞ'

Evre III : Gerekli Hesaplamalar - Raf alanı yönetimi için geliştirilen model yapısının işletilmesi için alan esneklik ve çapraz esneklik katsayılarının hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla; müşteri işlem verisi kullanılarak Eşitlik (2) ile tanımlanan talep fonksiyonu paralelinde bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur.

Evre IV : Optimizasyon Sonuçları - Alan tahsis kararları ve yerleşim kararları olarak tanımlanan komut butonlarından herhangi biri seçildiğinde, Solver raf alanı tahsis probleminin çözümüne gerçekleştirilen tanımlamalar paralelinde başlayacak ve elde ettiği tahsis ve yerleşim sonuçlarını tanımlanan MS-Excel hücrelerinde gösterecektir.

3.1 Sayısal Örnek

Geliştirilen modelin ve karar destek aracının uygulanabilirliğini sunmak için bir örnek problem oluşturulmuştur. Bu amaçla; 3 ürün kategorisine ait 14 ürün, 5 raf içeren bir raf alanı problemi ele alınmıştır. Örnek problem için tanımlamalar sonrası oluşan Microsoft Excel ekran görüntüsü Şekil 3'de sunulmaktadır. Şekil 3'den görülebileceği gibi; geliştirilen raf alanı yönetim sistemi, aynı zamanda Microsoft Excel araç çubuğuna bir menü olarak eklenmiştir. Perakendeci; bu menüyü kullanarak, kolaylıkla, model için gerekli verileri tanımlayabilmekte, raf alanı yönetim modelinin çalıştırılmasını sağlayabilmekte ve model sonuçlarını elde edebilmektedir.

Sayısal örnek için ürün giriş ekranı ile tanımlanan ürün parameter değerleri, hesaplanan alan esneklik ve çapraz esneklik katsayıları, raf kapasiteleri ve lokasyon etkileri ve kategori bilgileri de Şekil 3’de sunulmaktadır. Burada Tk değeri raf alanının uzunluğunu ifade etmektedir. Ürünlere ait kapasite bilgileri de, ürünün yalnızca uzunluk boyutunu içerecek şekilde verilmiştir.

ŞEKİL 3. Raf Alanı Yönetim Modeli Uygulama Örneği

URUN ID	P	A	L	U	a	b	Y1	Q	Net Profit
1	2.39	1.04	0	10	2.12	0.11	1	10	9.2891
2	4.1	7.32	0	10	4.38	0.13	1	1	14.8635
3	15.2	4.74	0	10	2.9	0.06	2	7	65.5651
4	14.01	3.12	0	10	3.96	0.05	2	2	48.6664
5	7.23	1.94	0	10	4.86	0.26	1	1	41.8061
6	16.6	8.06	0	10	2.97	0.29	1	4	79.3954
7	3.33	5.25	0	10	2.95	0.31	1	1	13.0484
8	17.15	6.84	0	10	2.1	0.31	3	6	100.9745
9	13.91	1.92	0	10	3.64	0.11	3	1	45.2043
10	12.5	3.84	0	10	2.75	0.1	2	1	33.3586
11	16.98	4.11	0	10	0.82	0.06	3	2	16.9706
12	13.84	6.71	0	10	4.95	0.12	3	4	159.6990
13	8.5	2.08	0	10	0.22	0.14	2	4	2.0205
14	14.27	2.6	0	10	1.68	0.26	3	8	63.2867
									697.7453

RAf ID	Tk	LEk	KATEGORİ ID	MV
1	50	1.2	1	0.9
2	40	1.12	2	0.9
3	50	1.18	3	0.9
4	30	1.05	4	0.9
5	40	1.08	5	0.9

URUN ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	-0.026	0.036	-0.01	0.011	-0.006	-0.008	0.013	-0.056	0.066	0.054	0.029	-0.019	0.084
2	-0.021	0	-0.05	-0.031	0.017	0.004	0.061	0.034	-0.019	0.008	-0.013	-0.057	0.009	-0.043
3	0.023	-0.057	0	0.058	-0.026	-0.027	0.063	0.01	-0.008	0	0.018	0.071	0.06	-0.054
4	-0.063	-0.098	-0.005	0	-0.062	-0.034	0.002	-0.015	0.002	0.022	0.068	-0.018	-0.019	0
5	0.024	0.047	0.06	-0.017	0	-0.013	-0.053	-0.006	-0.032	-0.04	0.054	0.027	0.035	-0.076
6	-0.035	0.082	-0.005	-0.033	-0.005	0	0.011	0.061	-0.063	-0.032	0.004	-0.046	-0.012	0.038
7	-0.046	0.003	0.069	0.089	-0.034	0.048	0	0.086	-0.002	-0.068	0.036	-0.003	0	-0.06
8	0.014	0.095	0.06	-0.042	-0.088	0.085	0.095	0	0.004	-0.002	-0.025	0.019	0.005	0.019
9	-0.077	-0.065	-0.007	0.032	-0.048	-0.021	-0.031	0.073	0	0.028	-0.03	0.009	0.01	0.001
10	0.034	0.004	0	0.042	-0.029	-0.032	-0.029	-0.01	0.066	0	-0.025	-0.033	0.038	-0.066
11	0.068	-0.073	0.019	0.056	0.069	0.021	0.059	-0.093	-0.005	-0.026	0	0.002	-0.037	-0.043
12	0.055	-0.069	0.065	-0.034	-0.007	-0.029	-0.066	0.051	0.065	-0.054	0.027	0	-0.01	0.051
13	-0.047	0.031	0.095	-0.073	0.009	-0.008	0.002	0.075	0.042	0.041	-0.029	-0.076	0	0.034
14	0.022	-0.02	-0.014	0.098	-0.032	0.006	-0.058	0.034	-0.065	-0.08	-0.04	0.02	0.075	0

Gerekli tanımlamalar sonrasında, Solver programı kullanılarak modelin işletilmesi ile tahsis ve raf lokasyon sonuçları elde edilebilir. Bulunan en iyi çözüm değerlerine karşılık gelen lokasyon ve tahsis kararları da, Şekil 3’de karar değişkenleri olarak tanımlanan Microsoft Excel hücrelerinde sunulmaktadır. Bu çözüm kümesinin Eşitlik (3) ile belirtilen amaç fonksiyonu değeri; 697,74 olarak bulunmuştur. Ürün-kategori ilişkileri ve elde edilen ürün bazlı model sonuçları yardımıyla ürün kategorilerine ilişkin raf alanı tahsis ve lokasyon kararlarına ulaşılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Raf alanının etkin yönetimi hem finansal performansın en iyilenmesi hem de müşteri hizmet düzeyinin geliştirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır. Bu noktada; perakendecinin raf alanı yönetimini gerçekleştirmek için bir karar çatısı gereksinimi; elde edilebilir ürün kümesinin sürekli olarak artması ve tüketici talebinin dinamikliği ve bu durumun karşısında raf alanının sınırlılığı nedeniyle giderek önem kazanan bir konudur.

Bu çalışmada; ilk olarak raf alanı yönetiminin ürün seçim ve çeşitlendirme, alan tahsisi, yerleşim ve stok yönetimi problemleri ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların detaylı bir analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar; kapsam, model yapısı ve çözüm yaklaşımları gibi niteliklerine göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra; literatürde yer alan çalışmaların eksikliklerinin üstesinden gelmek için, raf alanı tahsis ve ürün seçim kararları için doğrusal olmayan bir tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model yapısı; alan esnekliğini, çapraz esnekliği ve lokasyon etkisini esas alan bir talep fonksiyonunu perakende kategori yönetimine özgü kısıtlar ile bütünleştirerek bir optimizasyon problemine dönüştürmektedir. Son olarak; geliştirilen model temelinde Microsoft Excel programı, bu programın bir eklentisi olan Solver yazılımı ve Visual Basic uygulamaları kullanılarak, perakendeciye raf alanı tahsis ve ürün seçim kararlarında destek olmak amacı ile bir raf alanı yönetimi karar destek aracı tasarlanmıştır. Geliştirilen model yapısının uygulanabilirliği ve karar destek aracının kullanımı, küçük ölçekli bir örnek problem ile sunulmuştur.

Geliştirilen karar destek aracı özellikle belirli bir raf alanı yönetim sistemi kullanmayan perakendeciler için önemli fayda sağlayacaktır. Veri girişlerinin ve takınımlamaların kolaylıkla yapılabilmesi ve kullanıcı dostu ekran arayüzleri ve Microsoft Excel'in yaygın kullanımı, bu karar destek aracının avantajları olarak nitelendirilebilir.

Bu çalışmanın sınırlamaları ise şu şekilde ifade edilebilir: Alan esnekliğini ve çapraz esnekliği esas alan modeller, çok sayıda parametrenin tahminini gerektirmesi ve bu parametrelerin tahminin çok zor olması ve deney yapmanın yüksek maliyeti nedeniyle uygulanabilirliği düşük modellerdir. Bu noktada; uygulanabilirliği yüksek model yapılarının tasarlanması önemli bir araştırma fırsatı sunmaktadır. Bir diğer önemli sınırlama, karar destek aracının Solver programına bağımlılığıdır. Özellikle, büyük ölçekli raf alanı yönetim problemleri için Solver programının çözüm üretme yeteneği istenilen düzeyde olmayacaktır. Bu noktada; geliştirilen model yapısı ve raf alanı yönetim problemleri NP-Zor nitelik taşıdığı için sezgisel ve meta-sezgisel yaklaşımlar temelinde farklı çözüm algoritmalarına ihtiyaç duyulacaktır.

KAYNAKÇA

ABBOTT, Harris, PALEKAR, Udatta S., 2008, “Retail Replenishment Models with Display-space Elastic Demand” , *European Journal of Operational Research*, Vol: 186, 586-607.

ANDERSON, Evan E., AMATO, Henry N., 1974, “A Mathematical Model for Simultaneously Determine The Optimal Brand-Collection and Display-Area Allocation”, *Operations Research*, Vol: 22, No:1, 394-406.

ANDERSON, Evan E., 1979, “An Analysis of Retail Display Space: Theory and Methods”, *Journal of Business*, Vol: 52, No: 1; 103-118.

BAI, Ruibin, 2005, **An Investigation of Novel Approaches for Optimising Retail Shelf Space Allocation**, University of Nottingham, PhD thesis.

BAI, Ruibin, BURKE, Edmund K., KENDALL, Graham, 2007, “Heuristic, Meta-heuristic and Hyper-Heuristic Approaches for Fresh Produce Inventory Control and Shelf Space Allocation”, *Journal of the Operational Research Society*, doi:10.1057, 1-11.

BALA, Pradip Kumar, 2008, “A Technique for Mining Generalized Quantitative Association Rules for Retail Inventory Management”, *International Journal of Business Strategy*, Vol:8, No:2, 114-127.

BOOKBINDER, James H., ZAROOR, Feyrouz H., 2001, “Direct Product Profitability and Retail Shelf Space Allocation Models”, *Journal of Business Logistics*, Vol:22, No:2, 183-208.

BORIN, Norm, FARRIS, Paul, FREELAND, James R., 1994, “A Model for Determining Retail Product Category Assortment and Shelf Space Allocation”, *Decision Science*, Vol: 25, No: 3, 359-384.

BORIN, Norm, FARRIS, Paul, 1995, “A Sensivity Analysis of Retailer Shelf Management Models”, *Journal of Retailing*, Vol: 71, No: 2, 153-171.

BRIJS, Tom, SWINNEN, Gilbert, VANHOOF, Koen, WETS, Geert, 1999, “Using Association Rules for Product Assortment Decisions: A Case Study”, *International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 254-260.

BRIJS, Tom, GOETHALS, Bart, SWINNEN, Gilbert, VANHOOF, Koen, WETS, Geert, 2000, “A Data Mining Framework for Optimal Product Selection in Retail Supermarket Data: The Generalized PROFSET Model”, *International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 300-304.

BULTEZ, Alain, NAERT, Philippe, 1988, “SH.A.R.P.: Shelf Allocation for Retailers’ Profit”, *Marketing Science*, Vol: 7, No: 3, 211-231.

CHEN, Mu-Chen, LIN, Chia-Ping, 2007, “A Data Mining Approach to Product Assortment and Shelf Space Allocation”, *Expert Systems with Applications*, Vol: 32, No:1, 976-986.

CORSTJENS, Marcel, DOYLE, Peter, 1981, “A Model For Optimizing Retail Space Allocations”, *Management Science*, Vol: 27, No:7, 822-833.

CURHAN, Ronald C., 1972, “The Relationship Between Shelf Space and Unit Sales in Supermarkets”, *Journal of Marketing Research*, Vol: 9, No: 1, 406-412.

DESMET, Pierre, RENAUDIN, Valerie, 1998, “Estimation of Product Category Sales Responsiveness to Allocated Shelf Space”, *International Journal of Research in Marketing*, Vol: 15, No: 5, 443-457.

DREZE, Xavier, HOCH, Stephen J., PURK, Mary E., 1994, “Shelf Management and Space Elasticity”, *Journal of Retailing*, Vol: 70, No:5, 301-326.

FADİLOĞLU, Mehmet Murat, KARAŞAN, Oya Ekin, PINAR, Mustafa Ç., 2008, “A model and case study for efficient shelf usage and assortment analysis”, *Annals of Operations Research*, DOI 10.1007/s10479-008-0497-9.

GÜN, Ajlan, BADUR, Bertan, 2008, “Assortment Planning Using Data Mining Algorithms”, *Management of Engineering & Technology, 2008. PICMET 2008*, 2312-2322.

GAJJAR, Hasmukh K., ADIL, Gajendra K., 2008, “A Piecewise Linearization for Retail Shelf Space Allocation Problem and A Local Search Heuristic”, *Annals of Operations Research*, Vol: 179, No:1, 149-167.

HANSEN, Pierre, HEINSBROEK, Hans, 1979, “Product Selection and Space Allocation in Supermarket”, *European Journal of Operational Research*, Vol: 3, No:6, 474-484.

HANSEN, Jared M., RAUT, Sumit, SWAMI, Sanjeev, 2010, “*Retail Shelf Allocation: A Comparative Analysis of Heuristic and Meta-Heuristic Approaches*”, *Journal of Retailing*, Vol: 86, No: 1, 94-105.

HARIGA, Moncer A., AL-AHMARI, Abdurrahman, MOHAMED, Abdel-Rahman A., 2007, “*A Joint Optimisation Model for Inventory Replenishment, Product Assortment, Shelf Space and Display Area Allocation Decisions*”, *European Journal of Operational Research*, Vol: 181, No: 1, 239-251.

HWANG, Hark, CHOI, Bum, LEE, Min-Jin, 2005, “*A Model for Shelf Space Allocation and Inventory Control Considering Location and Inventory Level Effects on Demand*”, *International Journal of Production Economics*, Vol: 97, No:2, 185-195.

HWANG, Hark, CHOI, Bum, LEE, Min-Jin, 2008, “*A Genetic Algorithm Approach to An Integrated Problem of Shelf Space Design and Item Allocation*”, *Computers and Industrial Engineering*, Vol: 56, No: 3, 809-820.

IRION, Jens, AL-KHAYYAL, Faiz, LU, Jye-Chyi, 2004, **A Piecewise Linearization Framework for Retail Shelf Space Management Models**, Technical Report, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta.

KAMAŞAK, Rıfat, 2008, “*The Impact of Shelf Levels on Product Sale*”, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Vol:17, No:2, 219-230.

LIANG, Cunli, CHEUNG, Yiu-Ming, WANG, Yuping, 2007, “*A Bi-Objective Model for Shelf Space Allocation Using a Hybrid Genetic Algorithm*”, *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, Orlando, Florida, USA.

LIM, Andrew, RODRIGUES, Brian, XIAO, Fei, ZHANG, Xingwen, 2002, “*Adjusted Network Flow for the Shelf-Space Allocation Problem*”, *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, s: 224-230.

LIM, Andrew, RODRIGUES, Brian, ZHANG, Xingwen, 2004, “*Metaheuristics with Local Search Techniques for Retail Shelf-Space Optimization*”, *Management Science*, Vol: 50, No: 1, 117-131.

MCINTRYE, Shelby H., MILLER, Christopher M., 1999, “*The Selection and Pricing of Retail Assortments: An Empirical Approach*”, *Journal of Retailing*, Vol: 75, No:3, 295-318.

- MILLER, Christopher M., SMITH, Stephen A., MCINTRYE, Shelby H., ACHABAL, Dale D., 2010, “*Optimizing and Evaluating Retail Assortments for Infrequently Purchased Products*”, ***Journal of Retailing***, Vol: 86, No:2, 159-171.
- MURRAY, Chase C., TALUKDAR, Debabrata, GOSAVI, Abhijit, 2010, “*Joint Optimization of Product Price, Display Orientation and Shelf-Space Allocation in Retail Category Management*”, ***Journal of Retailing***, Vol: 86, No:2, 125-136.
- NAFARI, Maryam, SHAHRABI, Jamal, 2010, “*A Temporal Data Mining Approach for Shelf-Space Allocation with Consideration of Product Price*”, ***Expert System with Applications***, Vol:37, No:6, 4066-4072.
- RAMASESHAN, B., ACHUTHAN, N.R., COLLINSON, R., 2009, “*A Retail Category Management Model Integrating Shelf Space and Inventory Levels*”, ***Asia-Pacific Journal of Operational Research***, Vol: 26, No:4, 457-478.
- REYES, Pedro M., FRAZIER, Gregory V., 2005, “*Initial Shelf Space Considerations at New Grocery Stores: An Allocation Problem with Product Switching and Substitution*”, ***International Entrepreneurship and Management Journal***, Vol:1, 183-202.
- REYES, Pedro M., FRAZIER, Gregory V., 2007, “*Goal Programming Model for Grocery Shelf Space Allocation*”, ***European Journal of Operational Research***, Vol: 181, 634-644.
- RUSSELL, Robert A., URBAN, Timothy L., 2008, “*The Location and Allocation of Products and Product Families on Retail Shelves*”, ***Annals of Operations Research***, Vol:179, No:1, 131-147.
- SERUNI, Citra A., 2005, “*Design of Product Placement Layout in Retail Shop Using Market Basket Analysis*”, ***Teknologi***, Vol:9, No:2, 43-47.
- URBAN, Timothy L., 1998, “*An Inventory Theoretic Approach to Product Assortment and Shelf Space Allocation*”, ***Journal of Retailing***, Vol: 74, No:1, 15-35.
- VAN DIJK, Albert, VAN HEERDE, Harald J., LEEFLANG, Peter S.H., WITTINK, Dick R., 2004, “*Similarity-Based Spatial Methods to Estimate Shelf Space Elasticities*”, ***Quantitative Marketing and Economics***, Vol: 2, 257-277.
- YANG, Ming-Hsien, 2001, “*An Efficient Algorithm to Allocate Shelf Space*”, ***European Journal of Operational Research***, Vol: 131, No: 1, 107-118.

YANG, Ming-Hsien, CHEN, Wen-Chen, 1999, “*A Study on Shelf Space Allocation and Management*”, *International Journal of Production Economics*, Vol: 60-61, No:1, 309-317.

ZUFRYDEN, Fred S., 1986, “*A Dynamic Programming Approach for Product Selection and Supermarket Shelf Space Allocation*”, *Journal of Operational Research Society*, Vol: 37, No: 4, 413-422.