

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**PERAKENDE SEKTÖRÜNDE İKAME ETKİSİ İLE
PORTFÖY VE RAF ALAN OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu FİLİZ IŞIK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

ŞUBAT 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**PERAKENDE SEKTÖRÜNDE İKAME ETKİSİ İLE
PORTFÖY VE RAF ALAN OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Burcu FİLİZ IŞIK
(0507201125)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Y. İlker TOPCU

ŞUBAT 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**ASSORTMENT AND SHELF SPACE OPTIMIZATION WITH SUBSTITUTION
EFFECT IN RETAIL**



M. Sc. THESIS

**Burcu FİLİZ IŞIK
(0507201125)**

Department of Industrial Engineering

Industrial Engineering Programme

Thesis Advisor: Prof. Dr. Y. İlker TOPCU

FEBRUARY 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 0507201125 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Burcu FİLİZ IŞIK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “PERAKENDE SEKTÖRÜNDE İKAME ETKİSİ İLE PORTFÖY VE RAF ALAN OPTİMİZASYONU” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Y. İlker TOPCU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Özgür Kabak**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Özay Özaydın
Doğuş Üniversitesi

Teslim Tarihi : 5 Ocak 2024
Savunma Tarihi : 6 Şubat 2024



ÖNSÖZ

Bu çalışmada perakende sektöründe ürün ve raf alan optimizasyonu modellenerek sektörün önde gelen firmalarından birinde gerçek verilerle uygulama yapılmıştır. Tez çalışmam boyunca en başta yardımlarını ve tecrübesini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Y. İlker Topcu'ya teşekkür ederim. Süreç içerisindeki destekleri için sevgili eşime ve aileme teşekkürlerimi iletiyorum.

Ocak 2024

Burcu Filiz Işık





İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1 İkame Etkisi	8
2.2 Alan Elastikiyeti.....	9
2.3 Ürün Konumunun Talebe Etkisi	9
2.4 Kar ve Maliyetler	10
2.5 Talep Modelleri.....	11
2.6 Kararların Bütünleşik Çözümlemesinin Etkisi.....	12
3. UYGULAMA.....	15
3.1 Problem Tanımı.....	15
3.2 Amaç	18
4. MODEL.....	19
4.1 Raf Stoğu.....	19
4.2 Ürün Talebi	21
4.2.1 İkame etkisi	21
4.2.2 Alan elastikiyeti	23
4.2.3 Dikey konum etkisi	25
4.3 Toplam Kar	25
4.3.1 Satışlardan gelen kar	26
4.3.2 Stok tutma maliyeti	26
4.3.3 Stoksuzluk maliyeti.....	27
4.3.4 İmha maliyeti	27
4.4 Kısıtlar.....	28
4.5 Model	30
4.5.1 Model formülasyonu	30
4.5.3 Veri yapısı	33
4.5.4 Sayısal sonuçlar.....	36
4.6 GMROF Sıralama Yöntemi	38
4.7 Duyarlılık Analizi.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
5.1 Sonuçlar	49
5.2 Öneriler	51
6. KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ.....	55

KISALTMALAR

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

GMROF : Gross Margin Return on Footage





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Alan elastikiyet katsayısı ve önyüzün talep etkisi.....	24
Çizelge 4.2 : Parametreler ve verilerin en küçük ve büyük değerleri.....	35
Çizelge 4.3 : Sabun kategorisi ikame oranının kar tutarı ve ürün sayısı etkisi.....	42
Çizelge 4.4 : Sabun kategorisi alan elastikiyeti, kar tutarı ve ürün sayısı.	44
Çizelge 4.5 : Yoğurt kategorisi ikame katsayısı, kar tutarı ve ürün sayısı.	45
Çizelge 4.6 : Yoğurt kategorisi alan elastikiyeti, kar tutarı ve ürün sayısı.....	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Portföy ve raf planlama ilişkisi.	7
Şekil 2.2 : Mağaza ve satış alanı ilişkisi.	7
Şekil 2.3 : Çeşit artışının satış ve kara etkisi.	11
Şekil 2.4 : Portföy ve raf yerleşim kararlarının diğer alanlarla ilişkisi.	13
Şekil 2.5 : Literatür araştırması.	14
Şekil 3.1 : Sabun kategorisinde satış miktar ve raf stoklar.	17
Şekil 3.2 : Yoğurt kategorisinde satış miktar ve raf stoklar.	17
Şekil 4.1 : Ürün önyüz ve raf derinliğinin temsili gösterimi.	20
Şekil 4.2 : Toplam talep bileşenleri.	21
Şekil 4.3 : J ürününün i ürününe ikame oranları örnek gösterim.	23
Şekil 4.4 : Toplam kar bileşenleri.	25
Şekil 4.5 : Önemli rafların temsili gösterimi.	29
Şekil 4.6 : Sabunlarda önerilen portföy, önyüz ve dikey alan.	37
Şekil 4.7 : Yoğurtlarda önerilen portföy, önyüz ve dikey alan.	38
Şekil 4.8 : Sabunlarda GMROF sıralamasına göre kararlar.	40
Şekil 4.9 : Yoğurtlarda GMROF sıralamasına göre kararlar.	41
Şekil 4.10 : Sabun kategorisinde ikame katsayısı ve kar tutarı.	43
Şekil 4.11 : Sabun kategorisi alan elastikiyeti ve kar tutarı.	44
Şekil 4.12 : Yoğurt kategorisinde ikame katsayısı ve kar tutarı.	45
Şekil 4.13 : Yoğurtlarda alan elastikiyeti ve kar tutarı.	46



PERAKENDE SEKTÖRÜNDE İKAME ETKİSİ İLE PORTFÖY VE RAF ALAN OPTİMİZASYONU

ÖZET

Portföy planlaması, perakendeci için temel karar noktalarından biridir. Portföy büyüklüğü (çeşit sayısı) mağaza büyüklüklerine, tedarik zinciri yapısına, iş gücü kaynağına ve pazarlama faaliyetlerine etki etmektedir. Çeşitlerin yapısı perakendecinin faaliyet alanını belirlemekte, faaliyet alanındaki çeşit büyüklüğü perakendecinin stratejisini, müşteri vaadini ve müşterinin mağazalara yaklaşımını değiştirmektedir. Müşteri sektörde bulunan perakendecilerde hangi ürün kategorilerini bulabileceğini ve ürün çeşitliliğinin seviyesini tahmin ederek mağazalara gitmektedir. Ürün çeşitliliğinde yapılan büyük değişiklikler, tüm şirket ve maliyet yapısını değiştirebilecektir. Çeşit planlamasında daha iyi kararlar almak özellikle düşük marjlarla çalışan gıda perakendeciliği için kritik öneme sahiptir. Son dönemlerde perakende piyasasında hızlı tüketim ürünlerinde artan çeşitlilik, fiziksel alanlardaki kısıtlılık ve maliyetlerin artışı, sektördeki düşük karlılıklar çeşit planlaması problemini odaklanması gereken bir konu haline getirmektedir. Çoklu formatla çalışan perakendeciler, her formatta müşterilere farklı çeşit sunarak, karını arttırmaya çalışmaktadır. Çeşit planlaması literatürde incelenirken, çalışılacak kategori kararı, çalışılacak ürün kararı, mağaza içerisinde kategorilerin yerleşimi, ürünlerin önyüzlerinin kararı ve ürünlerin reyon içerisinde yerlerinin belirlenmesi problemlerinden biri veya bir kısmını bütünsel olarak ele alındığı görülmüştür.

Çeşit sayısını arttırmak toplam satışı arttıracak gibi, aynı ihtiyacı karşılayan diğer ürünlerin satışını da azaltabilecektir. Benzer mantıkla ihtiyacı karşılayacak farklı ürünler varsa, perakendeci portföyden çıkarılan ürün çeşidinin satış hacminin tamamını kaybetmeyecektir. Alternatif ürünlerin portföyden çıkarılması ile kalan ürünler üzerinde oluşacak ek talep ikame etkisi olarak adlandırılmaktadır. İkame etkisinden dolayı ürünlerin toplam talepleri portföyde bulundurulmuş seçeneklere göre değişebilmektedir. Ürünlerin yapısına göre de ikame etkisi değişmektedir. Müşteri bulamadığı ürünün yerine, aynı ihtiyaca yönelik farklı bir ürünü seçebilir. Bu durum portföyde olmayan ürün yerine, seçilen ürünün talebinin artmasına sebep olacaktır. Bir ürünü delist etme (portföyden çıkarma) kararı verildiğinde, delist edilen ürünün satışı ikame etkisinden dolayı tamamen kaybedilmez. Ürünlerin talebi, ürüne ayrılan alanın büyüklüğüne bağlı olarak da değişmektedir. Talebin ayrılan alana ve ürünün raftaki konumuna göre değişiklik göstermesi, talebin alan elastikiyeti olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada ürünün talebinin önyüzlere göre gösterdiği değişiklik alan elastikiyeti olarak adlandırılırken, dikey konumda önemli raflara yerleştirilmesi dikey alan elastikiyeti olarak adlandırılacaktır. Raflardaki bir önyüz ile gerçekleşen talep baz talep olarak kabul edilmiştir. Önyüz arttıkça satış da belirlenen bir oranda artmaktadır. Ürüne raflarda ayrılan alan arttıkça, ürünün görünürlüğü arttığı için talebi de artmaktadır. Kısıtlı raf alanından dolayı bir ürünün önyüzü arttırıldığında, farklı bir ürünün önyüzünün azaltılması gerekmektedir. Aynı zamanda ürünün raflardaki konumunun da satışları etkilediği düşünülmektedir. En üst ve en alt raflarda yer alan

ürünler orta seviyedeki raflardaki ürünlere göre fark edilme şansları daha düşüktür. Dikey alanda önemli raflara yerleştirilen ürünlerin talebinde pozitif olarak dikey alan etkisi eklenmiştir. Ürün talebi ürünün baz talebi, ikame etkisinden oluşan talep, alan elastikiyet talebi ve dikey konum etkisinden oluşmaktadır.

Ürün çeşitliliğinin, müşterilerin mağaza seçimine pozitif etkisi olduğu düşünülmektedir. Ancak ürün çeşitliliği, operasyonel maliyetleri arttırmakta ve verimliliği etkilemektedir. Ürün maliyetleri ve karı, satış fiyatı, stok tutma maliyeti, kayıp satış maliyeti, bozulabilir ürünlerde imha maliyeti ile hesaplanmaktadır. Fazla stok, stok tutma maliyeti ve imha maliyetine sebep olurken, düşük stok kayıp satışa sebep olabilmektedir. Atanan ürün önyüzleri, aynı zamanda ürünün raftaki stok kapasitesini de belirleyecektir. Bir ürün için olması gerekenden daha az raf stokları ile çalışmak, rafları kontrol etme ve ürünleri bulup getirme için işgücü harcanmasına sebep olurken, mağazalarda satış alanı olarak kullanabilecek alanlarının depo olarak ayrılmasına da sebep olmaktadır. Yüksek çeşitle çalışmak, bir ürüne ayrılan önyüzü düşürerek raf stoklarını azaltmakta ve depo alanlarına ihtiyacı arttırmaktadır. Çalışmada depo stoklarının olmadığı varsayımı ile hareket edilmiştir. Raflardaki stokların yetmediği durumda karşılanamayan ürün talepleri, kayıp satışa yol açmaktadır. Bir ürün için satışlardan daha fazla stok bulundurmak bozulabilir ürünler için imha maliyetine ve stok maliyetine, dayanıklı ürünler için de stok maliyetine sebep olmaktadır. Aynı zamanda kısıtlı kaynak olan rafların, daha verimli ve satış artışı yaratacak ürünlerle değerlendirme fırsatı da kaçırılmaktadır.

Toplam kara etki eden faktörler çalışmada, dört başlıkta ele alınmıştır. Satışlardan gelen kar, ürünlerin stok tutma maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve imha maliyeti başlıkları kar bileşenlerini oluşturmaktadır. Çalışma kategorilerin toplam alanını kısıt olarak kullanarak, karlılığı en çok arttıran ürün seçimi, yerleşimi ve raf stoklarını belirlemektedir.

Bu çalışmanın amacı, perakendede çeşit optimizasyonu ve ikame etkisini içeren model oluşturarak, seçilen ürünler ve atanan ürün önyüzleri, ürünlerin dikey alanda kısmi yerleşimi ile oluşan talebi ve karı tahminlemek, kısıtlı raf alanlarının verimli kullanımı ile karlılıkta iyileşme sağlamaktır. Modeller bozulabilir ve dayanıklı ürünlerde gerçek veriler ile test edilerek, kullanılabilir bir çözüm ortaya sunmak hedeflenmiştir. Maliyetlerin yüksek, karlılığın düşük olduğu perakende sektöründe çeşit optimizasyonu sektöre katkı sağlayacaktır.

Bozulabilir ve dayanıklı ürünler için iki farklı model oluşturulmuştur. Dayanıklı ürünlerde kullanılan modelde imha maliyeti ve raf ömrü gözardı edilmiştir. Modeller Türkiye’de bulunan bir gıda perakendecisinin iki farklı mağazası ve farklı yapıdaki iki kategori belirlenmiştir. Ürünlerin satışları, ürün bilgileri, reyon verileri alınarak çalışma kapsamında uygulama yapılmıştır. Mevcut durumda mağazalarda kategorilere verilen reyon alanları kısıt olarak kullanılmıştır. Oluşturulan model IBM ILOG CPLEX programı ile çözülmüştür. Modeller çalışma süreleri açısından şirketlerin uygulayabileceği, karar destek sistemi olarak kullanabilecekleri hızdadır. Kar artışı olarak iki kategori için de dikkat çekici sonuçlar elde edilmiştir. Dayanıklı kategoriler için seçilen sabun kategorisinde %57 kar tı artışı ve %5,5 kar marjı artışı görülmüştür. Bozulabilir kategoriler için raf ömrü kısa ürünlerden seçilen yoğurt kategorisinde %51,6 kar TL artışı ve %5,8 marj artışı görülmüştür. Çalışmada ikame etkisi ve alan elastikiyet katsayısı üzerinden duyarlılık analizleri yapılmıştır. İkame etkisinin değişimi ile karda %21,7 ‘ye varan değişim görülmüştür. İkame etkisinin yok sayılması ve ikame etkisin %50 kabul ederek ilk çalıştırılan model karşılaştırıldığında

%10,5'e varan daha düşük kar hesaplanmasına bulundurulması gerekenden daha yüksek çeşit ile çalışılmasına yol açmıştır. Alan elastikiyet parametresinin arttırılması ise sabunlarda %3,4'e kadar kar artışı oluşturmaktadır.

GMROF (Gross Margin Return on Footage) değerine göre sıralama yapılarak ürün seçimi yapıldığında da kar artışı yaşanmaktadır. Optimizasyon sonuçları ile karşılaştırıldığında GMROF sıralaması ile tespit edilen ürünlerde kar artışları sabunlarda %24,7 ile, yoğurtlarda %6,2 ile sınırlı kalmaktadır.

Optimizasyon modelleri sonucunda oluşan kar TL artışları ve marj artışları dikkat çekici seviyelerdedir. Perakendeciler modeli kullanılarak kategori içinde portföy seçimini ve ürün yerleşimini iyileştirebilecektir. Bu sayede karını, satışlarını ve operasyonel verimliliğini arttırarak toplam karını da arttırabilecektir.





ASSORTMENT AND SHELF SPACE OPTIMIZATION WITH SUBSTITUTION EFFECT IN RETAIL

SUMMARY

Assortment planning is one of the key decision points for the retailer. The magnitude of varieties affects store sizes, supply chain structure, workforce resources and marketing activities. The structure of the assortment determines the retailer's field of activity. Assortment size affects retailer's strategy, customer promise and customer approach to the stores. The customer enters a store by guessing which product categories he can find in and the level of product variety. Major changes in product diversity can change the entire company strategy and its cost structure. Better decisions in assortment planning is critical for especially food retailing that operates on low margins. Recently the increasing diversity of fast-moving consumer goods, limitations in physical alternative store spaces, increase in costs and low profitability in the sector make the problem of assortment planning an issue that needs to be focused on. Multi format retailers aim to increase their profit by offering different varieties to customer in each format.

Determining categories and products which will be sold in each store, place of categories in the stores, facing decision and shelf inventory of products, determining vertical location of the products are interrelated problems. Moreover in the literature one of these problems was handled separately or can be addressed in an integrated manner. While increasing the number of varieties will increase total sales, it may also reduce the sales of other products that meet the same need. By the same logic, if there are different products to meet the same necessity, the retailer will not lose the entire sales volume of the product removed from the portfolio. Substitution effect is the additional demand that will arise on the remaining products when alternative products are removed from the portfolio. The substitution effect varies depending on the structure of the products. The customer can choose a different product for the same need instead of the product he cannot find. This will cause an increase in the demand for the selected product instead of the product not in the portfolio. When a product is delisted (removed from the portfolio) sales of the delisted are not completely lost due to the substitution effect.

The demand of products also varies depending on the size of the area allocated to the product. Change of demand according to allocated area and vertical position of product is called space elasticity of demand. In this study, the change in the demand of the product according to the facings will be called space elasticity, while products' placement on important shelves in a vertical position will be called vertical space elasticity. Base demand is considered demand of the product with one facing. When facing increases, product sales increase with a decreasing rate depending on facings. As the space allocated to the product on the shelves increases, the visibility of the product increases and its demand also increases. When the facings of one product are increased due to limited shelf

space, the facings of a different product must be reduced. It is also thought that the vertical position of the product on the shelves also affects sales. Products on the top and bottom shelves have a lower chance of being noticed than products on the middle level shelves. A positive vertical space effect has been added to the demand for products placed on significant shelves in vertical space.

Product diversity is thought to have a positive impact on customers' store selection. However, product diversity increases operational costs and affects efficiency. Product costs and profit are evaluated with sales price, stock holding cost, lost sales cost, and destruction cost for perishable products. While excess stock causes stock holding costs and disposal costs, low stock can cause lost sales. The assigned product facings will also determine the product's on-shelf stock capacity. Keeping fewer shelf stock than necessary for a product causes labor to be spent on checking the shelves and finding the product in warehouse, and also causes reserving large areas as warestore that could be used as sales areas. Working with a high variety reduces the amount of space allocated to a product, reduces shelf stocks and increases the need for warehouse space. Warehouse stocks were ignored in the study. Product demands that cannot be met when the stocks on the shelves are not sufficient lead to lost sales. Keeping more stock than sales for a product causes disposal costs and stock costs for perishable products, and stock costs for durable products. At the same time, we miss the opportunity to utilize limited resources on the shelves with products that are more efficient and will increase sales. The factors affecting the total profit are discussed in four sections in the study: Profit from sales, stock holding cost of products, out-of-stock cost and disposal cost. The study determines the product selection, placement and shelf stocks that increase profitability using the total area of the categories as a constraint.

The aim of this study is to create a model that includes assortment optimization and substitution effect in retail, to estimate the demand and profit generated by selected products, assigned product facings and partial placement of products in the vertical area, and to improve profitability with the efficient use of limited shelf areas. Providing a usable solution by testing models with real data on perishable and durable products is aimed. Assortment optimization will contribute to the retail sector, where costs are high and profitability is low. Two different models have been created for perishable and durable products. Disposal costs and shelf life are ignored in the model used for durable products. Models were applied within the scope of the study by taking the sales, costs, prices, measurement and shelf life of products and shelf measurement in two categories which have different features, from two different stores of a food retailer in Turkey. The aisle areas given to categories in stores are used as constraints. Created models was solved with the IBM ILOG CPLEX program. The models are fast enough that companies can implement them and use them as a decision support system in terms of working time. Remarkable results were obtained for both categories in terms of profit increase. There was a 57% profit increase and a 5.5% profit margin increase in the soap category, which was chosen for the durable categories. In the yoghurt category, which is selected from products with a short shelf life for perishable categories, a 51.6% profit TL increase and a 5.8% margin increase were observed. In the study, sensitivity analyzes were performed on the substitution effect and area elasticity coefficient. With the change in the substitution effect, a change of up to 21.7% was observed in the profit. Ignoring the substitution effect will lead to a lower profit calculation of up to 10.5% and will result in working with more

varieties than should be kept. With the change of space elasticity, it creates a profit increase of up to 3.4% in soaps.

There is also an increase in profit when product selection is made by sorting according to GMROF (Gross Margin Return on Footage) value. Compared to the optimization results, the profit increase in the products determined by the GMROF ranking is limited to 24.7% for soaps and 6.2% for yoghurts.

Optimization models offer remarkable profit increase. By using optimization models, retailers will be able to increase their total profit by improving their portfolio selection and product placement within the category, increasing their sales and operational efficiency.





1. GİRİŞ

Perakende son müşteriye, kişisel ve kişisel olmayan amaçlar için, ürün ve hizmet satmak için oluşturulan faaliyetlerin tümünü içermektedir. (Sarin,2012) Perakende sektörü yıllar içinde büyüyen bir sektördür. Tuik verilerine göre (2023) Türkiye perakende sektöründe hacim artışı 2020 Eylül ayından, 2023 Eylül ayına kadar geçen dönem kıyaslandığında %44 olmuştur. Gıda, içecek ve tütün grubuna aynı dönem içinde bakıldığında %35 lik hacim artışı gerçekleşmiştir.

Perakendede ürün çeşitliliği, perakendecinin faaliyet gösterdiği alana ve stratejilerine göre değişmektedir. Tekstil alanında faaliyet gösteren şirketler, beden, renk, sezonsal değişiklikleri ve moda trendlerini takip ederek portföylerini yenilemelidirler. Elektronik alanında faaliyet gösteren şirketler, teknolojik gelişmelere ve kullanıcı trendlerine göre portföy büyüklüklerini ve çeşitlerini belirlemektedirler. Teknolojinin değişim hızına dikkat etmeden satışlara göre fazla stok yapıldığında, kullanım ömrü geçen ürünleri portföyünde ve stoklarında bulundurarak verimsiz bir portföy yönetimine sebep olabilirler. Gıda perakendecileri ise ürün ömürlerine, tazeliğine özen göstererek, ürün içeriklerine göre yeme içme alışkanlıklarına uygun ve bu alışkanlıklara yön veren ürünler ile portföylerini güncel tutmaktadırlar.

Perakende sektöründe raf alan planlaması ve ürün seçimi perakendeci için satınalma, satış, dağıtım, depolama ve insan kaynağı gibi tüm ana süreçlerini etkilediğinden önemlidir. Fazla çeşit bulundurmak, satışları arttıracak gibi perakendeci için stok maliyetleri, çalışan maliyetleri, raf alanı ve depo alanı operasyonel maliyetleri de arttıracaktır. Müşterinin aynı ihtiyaçlarını karşılayan ürün çeşidini arttırmak, her birim artış için azalan bir satış ve kar artışı sağlayacaktır. Artan çeşidin getireceği ek operasyonel maliyetler ile gelecek ek satışlar dengelenerek optimum çeşitler bulunabilmektedir. Müşteri için aynı ihtiyacı karşılayan ürün çeşidini azaltmak, daha az marka, tat, koku veya gramaj çeşidi sunmak, üründen elde edilen tüm satışlarını kaybettirmeyecektir. Müşterinin, portföyden çıkarılan ürün yerine ihtiyaçlarını en çok karşılayan ikinci ürünü belirli bir olasılıkla seçmesi

beklenmektedir. Aynı ihtiyaç biriminde, çeşit sayısı değişiminin diğer ürünlerin müşteri talebindeki değişimi, ikame etkisi olarak adlandırılmaktadır. Mağazalarda ürünlere ayrılan alan müşteri açısından ürün görünürlüğünü artırır ve satışlar üzerinde etkisi olmaktadır. Mağazalar içerisinde reyona karşıdan bakıldığında müşteri tarafından görünen ürün sayısı önyüz olarak adlandırılmaktadır. Önyüz sayısı arttıkça ürünün satışları da artmaktadır. Önyüz sayısının müşteri tercihleri üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir. Önyüz sayısı artan ürünlerin, mağaza içerisinde stokları da artmaktadır. Stok seviyesi artan ürünler sayesinde, müşteri talebini yoksatma olmadan karşılama olasılığı da artmaktadır. Ürüne müşterinin talebi az ama önyüz sayısı fazla ise perakendeci ürün için gereğinden fazla stok tutmakta, hızlı satışı olan bir ürün için kullanabileceği fırsat stok alanını kaçırmaktadır. Müşteri tercihleri ürünün bulunduğu dikey raf seviyesinden de etkilenmektedir. En alt ve en üst raflar, orta raflara göre müşteriler için daha az tercih edilen raflar olmaktadır. Orta raflarda olan ürünlerin görünürlüğü arttığı için satışlar üzerinde de pozitif etkisi olmaktadır. Türkiye’de ve Dünya’da son yıllarda mağaza alanları küçülmekte, mağaza alanı maliyetleri artmaktadır. Kısıtlı alan raf alanı yıllar içinde daha değerli bir kaynak haline gelmiştir. Kısıtlı raf alanının en doğru ürünlerle kullanımı, müşteri talebine uygun raf stokları bulundurmak kar ve verimliliği etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kısıtlı raf alanını doğru ürünlerle ve doğru miktarlarda doldurmak satışları ve karlılığı pozitif yönde etkileyecektir. Raflarda konumlandırılacak ürün seçimi, yani ürün portföyü belirleme tek başına bir problem olarak ele alınabileceği gibi mağaza alanı planlama, raf alanı planlama, ikmal, üretim planlama, ihtiyaç birimi planlama gibi problemlerle birlikte ele alınabilmektedir.

Perakendecinin portföy ve raf alan optimizasyonu problemini daha verimli yönetmesi, karlılığını arttıracak, son derece rekabetçi olan sektörde fiyat rekabeti ve promosyonlar için bütçe alanı açacaktır. Problemlerin birbirleri ile bağlantılarından dolayı birlikte optimize etmek daha büyük bir karlılık artışı getirmektedir. Çalışmamızda portföy ve raf alan optimizasyonu birlikte değerlendirilmektedir. Çalışma dikey alan etkisini, literatürdeki dikey raf yerleşimin konu alan uygulamalardan farklı olarak önemli raf alanı ve diğer alan olarak ikiye bölen uygulaması kolay bir çözüm sunmuştur. Bozulabilir ve dayanıklı ürünler ile oluşturulan modeller test edilerek farklı özellikler içeren kategorilerin kullanımı için uygun olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma ile karı maksimize eden, talep

üzerinde ikame etkisini içeren, kısıtlı reyon alanında perakendeci için ürün seçimi yapan, önyüz sayısını belirleyen ve dikey alanda önemli raflardaki ürünleri belirleyen doğrusal tamsayılı bir model geliştirilmiştir. Ürünlerin kısa zamanda bozulabilir ve dayanıklı olma yapısına göre modelde kar bileşenleri ve kısıt kuralları farklılaştırılmıştır. Modeller, Türkiye’de bir gıda perakendecisinin gerçek verilerle sabun ve yoğurt kategorilerinde uygulanmıştır. Çalışmanın 2. Bölümü literatür taramasını, 3. Bölümü problemin tanımını ve önemini, 4. Bölümü model bileşenlerini ve notasyon gösterimini, 5. bölümü model sonuçlarını ve duyarlılık analizini, 6. Bölümü yönetimsel sonuçları ve gelecek çalışmalar için önerileri içermektedir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Perakendeciler raf verimliliğini, müşteri ayak izini, satışları ve karlılığı arttırmayı hedefler. Müşterileri mağazalara çekmek, ürün çeşitliliğine, ziyaretleri satışa dönüştürmek ise mağaza içi aktivitelere ve mağaza yerleşimine bağlıdır. (Flamand ve dig.,2017). Geniş ürün portföyü daha fazla müşterinin ilgisini çeker ve talebi arttırırken aynı zamanda kısıtlı raf alanında operasyonel ve stok maliyetlerini de arttırmaktadır. (Katsifou ve dig., 2014). Müşteri memnuniyetini sağlamanın ana etkenlerinden biri doğru ürün bulunurluğunu sağlamaktır. (Hübner ve Schall, 2017). Dhar ve dig., (2001) portföyü iki boyutta tanımlamışlardır. Faaliyet gösterilen kategori sayısını genişlik, kategori içerisinde alternatif olarak sunulan ürün sayısını derinlik olarak adlandırmışlardır. Bauer ve dig. (2012) odak grubu ve saha çalışmaları sonucu, tüketiciler iyi bir ürün portföyü algısını oluşturmak için, ürün fiyatlandırması, kalitesi, çeşitliliği ve sunumu olarak dört skalada değerlendirmişlerdir. Oluşturdukları portföy algısı ile müşteri memnuniyeti ve sadakati arasında pozitif ilişki bulmuşlardır. Arhami ve dig. (2024) yüksek çeşitliliğinin talep öğrenim kalitesini olumsuz etkilemekte ve gelir kaybına sebep olduğunu göstermektedir. Çay ve kahve gibi ürün çeşitliliğinin satışı önemli derecede etkilemediği kategorilerde perakendecilere çeşit azaltmalarını önermektedirler. Teknoloji ve giyim kategorilerinde perakendeciler çeşit arttırmanın faydalarından yararlanabilirler.

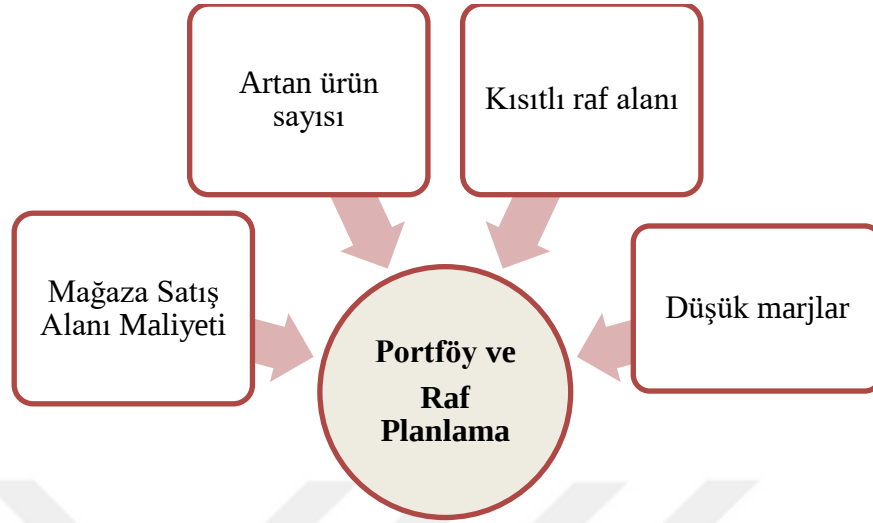
Perakende sektöründe, ürün portföylerini (çeşitliliğini) ve portföy için gerekli raf alanını belirlemek en önemli konulardandır. Raf alanı perakendede kısıtlı kaynak olduğundan, iki problem birbirine bağlıdır. (Hübner ve Schaal, 2017). Artan ürün sayısı, kısıtlı raf alanı, perakende sektöründeki düşük marjlar, mağaza satış alanı maliyetinin yüksekliği portföy optimizasyonu ve raf planlamanın önemini arttırmaktadır. (Hübner ve Schaal, 2017; Bianch-Aguiar ve dig. 2021; Ostermeier ve dig., 2021; Hübner ve dig., 2015). Bir kategoriye daha fazla alan ayrılması, diğer kategoriye daha düşük alan ayrılmasına, bu durumda alanı azalan kategoride, daha düşük portföy büyüklüğü ve daha az ürün görünürlüğüne sebep olacaktır. (Ostermeier ve dig., 2021). Portföy optimizasyonu

sağlarken ürün sayısında azalma operasyonel maliyetleri azaltırken, doğru üründe mağazalarda daha fazla raf stoğu bulundurmaya imkân tanıyacak, müşteri memnuniyetini de arttıracaktır.

Tranchel ve dig. (2022) çalışmalarında ürün çeşitliliğini değerlendirirken aynı kategori içinde dikey farklılaşmayı, stok optimizasyonu ile ele almıştır. Katsifou ve dig. (2014), perakendecilerin ticari başarısı için kısıtlı raf alanında ürün portföyünü, stok optimizasyonun ve fiyatlamayı içeren bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Müşterileri sadık ve sadık olmayan müşteri olarak, ürünleri de standart ve özel ürünler olarak ayırmışlardır. Timonina-Farkas ve dig. (2020), müşterileri sadık ve sadık olmayan müşteriler, ürünleri sabit ve dönemsel ürünler olarak ayırarak portföy optimizasyonu yapmışlardır. Müşteri bütçesini bir kısıt olarak alarak, müşterinin bütçesinin üstüne çıkmayacağı düşünülmüştür. Bütçesi içerisinde en karlı ürünlerin satılması karı maksimize etmek için hedef olarak görülmüştür.

Hekimoğlu ve dig. (2019) perakendede raf alan kapasiteleri sabit kalırken, ürün çeşitliliğinin önemli ölçüde artışı geniş aday kümesinden ürünlerin seçilimi ve raflara yerleşimi finansal başarı için önemli faktörlerdendir. Kısıtlı bütçesi ve küçük evleri olan şehir içindeki tüketiciler ihtiyaçlarını karşılamak için daha küçük miktarlarda ürün almayı tercih etmektedirler. Gerçekçi finansal dönüşler için mağazaların yakınlığı önemli bir faktördür.

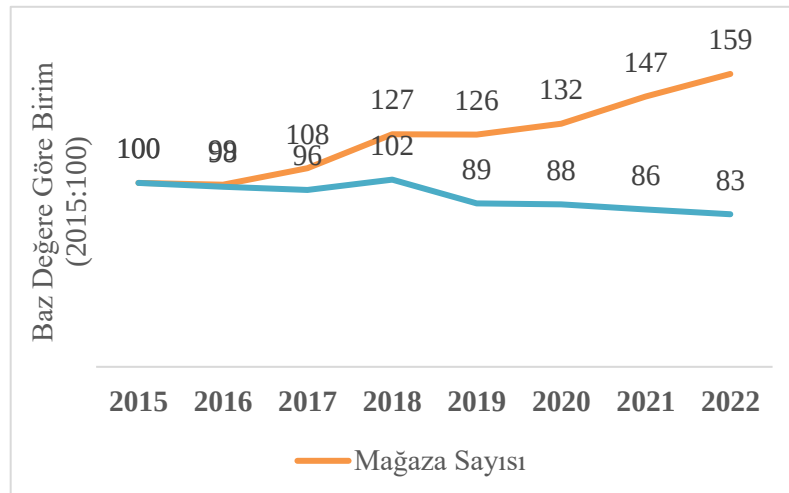
Gıda perakendeciliğinde mağaza sayıları artmasına rağmen, mağazaların ortalama satış alanı yıllar içinde küçülmeye başlamıştır. Önceki yıllardaki şehir dışında ve alışveriş merkezlerindeki hipermarket trendi yerine, müşteriye daha yakın olmak ve günlük alışverişlerini karşılayabilecekleri alan sunmak için şehir içlerinde, mahalle aralarındaki süpermarketler ve mini marketler açılmaktadır. Daha küçük satış alanları, kısıtlı bir portföy ile çalışmayı gerektirdiğinden, perakendeci için de maksimum karı ve satışı getirecek portföyü seçmenin önemi yıllar içinde artmaktadır. Sektörde yıllar içerisinde üretilen ürün sayıları artmakta, perakendedeki düşük marjlar ve mağaza satış alanı maliyetlerinin artması portföy optimizasyonunun önemini arttırmaktadır. Şekil 2.1’de şema ile gösterilmiştir. Ostermeier ve dig. (2021), perakendede en kısıtlı ve en maliyetli kaynağın mağaza alanı olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 2.1 : Portföy ve raf planlama ilişkisi.

(Hübner ve Schaal, 2017), (Hübner ve dig., 2015), (Bianch-Aguiar ve dig., 2021), (Ostermeier ve dig., 2021)

Sayısal uygulamanın yapıldığı perakendecinin verileri mağaza sayısı ve mağaza başına ortalama satış alanı çerçevesinde incelenmiştir. Mağaza sayısı ve ortalama satış alanının 2015 değerleri baz olarak 100 kabul edilmiştir. Yıllar içerisinde baz değere göre gerçekleşen artışa bakılmıştır. Şekil 2.2’ de görüldüğü üzere mağaza sayısı 100 birimden 159’a çıkarak %59 artarken, mağaza başına ortalama satış alanları 100 birimden 83’e düşerek, %17 küçüldüğü gözlemlenmektedir.



Şekil 2.2 : Mağaza ve satış alanı ilişkisi.

Marka ve yeni ürün sayısındaki artış ile perakende kategori yöneticileri daha fazla ürün içerisinde, daha küçük mağazalar için ürün seçimi yapmak zorundadır. Sürekli yeni ürün lansmanı yapan tedarikçilerin, perakendecilerin raflarında yer bulabilmek, diğer markalara göre alanlarını arttırabilmek için perakendecilere baskıları artmaktadır. Perakendeciler için çeşit seçimi yıllar içinde zorlaşan bir karar olmuştur.

2.1 İkame Etkisi

Ürünler bulunur olmadığında müşteriler, belirli bir oranda o ürün yerine başka bir ürünü alarak ikame etmektedir. Frontoni ve diğ. (2017) müşterilerin ürünleri bulamadığında ikame bir ürün alınması, alışverişini ertelenmesi, almaktan vazgeçilmesi veya ürünü farklı bir mağazadan alınması şeklinde dört farklı şekilde davranış gösterdiklerini belirtmiştir. Geçmiş çalışmalardan bilindiği gibi perakendeci daha az kar elde ettiği ürünleri portföyünden çıkararak, bunların talebinin bir kısmını portföyde olan ürünler ile ikame edebilir. İkame oranları arttıkça perakendeci en karlı ürünlere odaklanıp, karını arttırabilir. (Hübner ve Schaal, 2017). İkame etkisi portföy etkili ve stoksuzluk etkili olarak literatürde nedenine göre iki başlıkta incelenmektedir. Portföy etkili olan statik, stoksuzluk etkili olan dinamik olarak da adlandırılmaktadır (Transchel ve diğ., 2022). İkame etkisini tek aşamalı ve müşteri davranışına göre çok aşamalı olarak değerlendirmektedir. İkame etkisinin ikisini de içeren çalışmalar olduğu gibi sadece birini içeren çalışmalar da mevcuttur. Yücel ve diğ. (2009), çalışması stoksuzluk ve portföyde bulunmama sebebiyle ikame etkisini içermektedir. Yücel ve diğ. (2009) çalışmalarında bireysel yerine toplam müşteri seçimlerinden yola çıkarak çok aşamalı ikame etkisi oluşturulmuştur. İkame etkisi bu modelde görmezden gelindiğinde daha az kar bulunmaktadır, ikame etkisi eklendiğinde kar artışı %30'lara kadar çıkmaktadır. (Yücel ve diğ. 2009 ve Hübner ve diğ., 2016). Tranchel ve diğ. (2022) stoksuzluk nedeniyle oluşan ikameyi ve portföyde bulunmama sebebiyle oluşan ikame etkisini müşteri fayda fonksiyonu ile ve çoklu aşamalı olarak ele almıştır. Katsifou ve diğ. (2014) modellerinde ikame etkisini kullanmamışlar, stockoutların tamamının kayıp satışa sebep olacağını Lidl, Aldi gibi perakendeciler düşünüldüğünde bir ürün tipinden sadece tek marka taşıyan perakendeciler için adil bir varsayım olarak kabul etmişlerdir.

2.2 Alan Elastikiyeti

Raf alan dağılımı ve portföy planlaması önemli ve birbirine bağlı karar alanlarındandır. Raf alan planlamasının ana amacı ürünleri kısıtlı olan raflara dağılım kısıtlarını dikkate alarak atayarak maksimum karlılığa ulaşmaktır. Bir ürüne ne kadar alan ayrılacağı ve ürünün reyondaki dikey ve yatay konumunun belirlenmesini içermektedir. (Bianchi-Aguiar ve dig., 2021). Raf boyutlandırması ve ürünlerin raflara atanma şeklinin talebi etkilemektedir. Satın alma kararlarının sadece %30'u mağazaya girmeden önce kararlaştırılmaktadır. (Hübner ve dig. 2021). Ürünün talebi, toplam önyüz sayısı ile değişmektedir. Ürünlere daha fazla alan ayırdığımızda ürünler daha görünür olmakta ve talepleri artmaktadır. Bu durum alan elastikiyeti olarak tanımlanmaktadır. (Hübner ve Schaal, 2017). Etki büyüklüğünde farklı görüşler olsa da, geçmiş çalışmalarda satışlar ve ürüne ayrılan alan arasındaki pozitif etki bulunmuştur. (Bianchi-Aguiar ve dig., 2021; Hübner ve dig., 2021)

Portföye dahil edilmesi gereken ürünü belirlemek, önyüz kararı ile bağlantılıdır. Önyüz rafın ön sırasında, müşterinin gördüğü ürün sayısıdır. Bir ürünü portföye dahil ettiğimizde (list edildiğinde), diğer ürünlerin önyüzü azaltılmalı veya farklı bir ürün delist edilmelidir. Önyüz değişimi aynı zamanda ürüne rafta ayrılan stok sayısını da değiştirmektedir. Toplam raf stoğu, önyüz ve önyüz başına stok çarpımı (önyüz dahil, önyüz arkasındaki stok) ile bulunur. Raf stoklarının müşteri talebini karşılaması beklenir. Müşteri talebinden daha yüksek raf stok miktarı, raf ömrü uzun olanlarda stok taşıma maliyetine, raf ömrü kısa ürünlerin bozulmasına yol açacaktır. Müşteri talebinden daha düşük miktarda raf stokları bulundurmamak karşılanamayan talebe ve ikame oranına göre kayıp satışa yol açacaktır. (Flamand ve dig. 2017). Alan elastikiyeti ve ikame oranı etkisi birbirini güçlendirmekte ve kar, portföy seçimi ve önyüz kararlarında önemli etkileri bulunmaktadır. Perakendeciler iki etkiyi hesaba katarak, modeli uyguladığında %60'a kadar kar artışı yakalayabilmektedirler (Hübner ve Schaal, 2017).

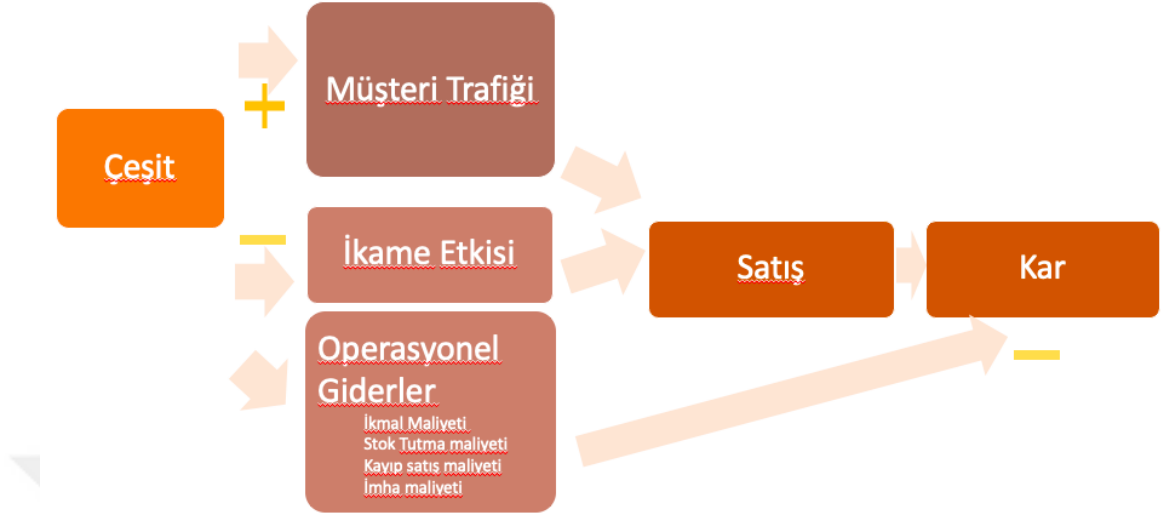
2.3 Ürün Konumunun Talebe Etkisi

Üst ve orta raflara konumlandırılan ürünlerde pozitif etki daha yüksektir. Üst ve orta raflarda olan ürünlerin %17 daha fazla fark edildiği ve %20 daha çok seçildiğini gösteren

alışmalar mevcuttur. (Bianchi-Aguiar ve dig., 2017). Raf segmentinin ürünün fark edilip satın alınmasında etkisi vardır. Gz ve diz arasındaki segmentlerde ürünlerin görülme olasılığı daha yüksektir. En st raflar, en alt raflardan daha değerlidir. (Hübner ve dig., 2020) Dikeyde en kötü raf konumundan, en iyi konuma %39 satış farkı oluşturmaktadır. Yatay etki dikey etkiden biraz daha düşüktür. En kötü konumdan, en iyi konuma %15 satış farkı bulunmaktadır (Bianchi-Aguiar ve dig., 2017). Perakendeci satışı yüksek olan ürünleri orta raflara yerleştirip satışları daha da yükseltmek isteyebileceği veya pazara yeni giren ürünlerin başlangıç satışlarını ve görünürlüğünü arttırmak gibi, raf sergileme kararları ticari anlaşmalara bağlı olarak da yapılabilmektedir.

2.4 Kar ve Maliyetler

Kar ürünün satış fiyatı, alış maliyeti ve operasyonel maliyetler ile hesaplanır. Perakendeci mağazanın trafiğini arttırmak için çeşitliliği arttırma kararı ve operasyonel maliyetler arasındaki dengeyi iyi kurmalıdır. (Timonina-Farkas vd, 2020). Mağazada bulundurulacak ürünlerin çeşit ve sayı dengesi perakendeci için zor bir görevdir. Fazla rn stokta tutmanın yatırım maliyeti olduğu gibi, fazla çeşitte ürünü reyonlarda bulundurmak daha büyük mağaza alanı kiralama maliyeti, mağaza düzenini sağlamak için daha fazla iş gücü maliyeti, bozulabilir ürünleri reyonlarda bulundurmanın imha maliyeti oluşturmaktadır. Diğer taraftan müşteri talebinden daha az ürün bulundurulduğunda müşteri memnuniyetsizliği maliyetinde artışa sebep olmaktadır. rnlere daha az mağaza stoğu tutulduğunda ikmal sıklığının artmasından dolayı lojistik maliyetler de artmaktadır. şekil 2.3 'te özetlendiği gibi çeşit arttırmanın müşteri trafiğini arttırıcı etkisi vardır, çeşit arttırıldığında ikame etkisinden dolayı aynı ihtiyaa hitap eden ürünlerin satışları belirli bir oranda düşer, bir noktadan sonra çeşit artışından önemli bir fayda gelmeyebilir. eşit artışının operasyonel giderlere çoğunlukla negatif bir etki oluşturduğu görülmektedir. Artan çeşitten dolayı daha az önyüzle yönetilmek zorunda kalan reyon alanları lojistik ve işgücü maliyetlerini artırır. Karmaşıklaşan operasyonda talep planlama zorlaşır ve imha maliyetleri bozulabilir ürünlerde artış gösterir. Artan çeşit ile oluşacak olası ek kar ve maliyetlerin maksimum kar getirdiği nokta matematiksel modeller yardımı ile bulunmaktadır.



Şekil 2.3 : Çeşit artışının satış ve kara etkisi.

2.5 Talep Modelleri

Talepler stokastik veya deterministik olarak modele eklenmektedir. Yücel ve dig. (2009), Hübner ve dig. (2016) çalışmalarında stokastik talep kullanmışlardır. Ostermeier ve dig. (2021) deterministik talep ile ürün optimizasyonu ve layout planlama birlikte değerlendirmişlerdir. Ürün portföy seçimini ikili tamsayılı programlama ile gerçekleştirmişlerdir. Andrade ve dig. (2020) karma tamsayılı modelleme kullanmıştır. Talep modeli olarak dışsal talep modeli veya müşteri seçim modeli en çok kullanılan modellerdendir. (Hübner ve dig., 2016) Talebin bağımlı veya bağımsız rassal dışsal değişkenler olarak değerlendirildiği model dışsal talep modelleri iken, talebin müşteri karar verme sürecine göre modellendiği ve pazar büyüklüğü ile ilişkilendirildiği modeller müşteri seçim modelleri olarak adlandırılır. (Tranchel ve dig. 2022).

Müşteri seçim modellerinden olan multinominal lojistik regresyon modeli, müşterinin mantıklı davranarak faydasını maksimize etmesine dayanır. Kalite veya fiyatı etkilemeyen farklı ürün özellikleri faydaya dönüştürülemediği için ve raf kısıtını içermediğinden, dışsal modeller stok planlama problemlerinde daha fazla kullanıldığından dolayı multinominal lojistik regresyon yöntemine göre tercih etmişlerdir. Dışsal modeller ikame etkisini genellikle tek aşamada içermektedirler. Hübner ve dig. (2016) gazete satıcısı karar

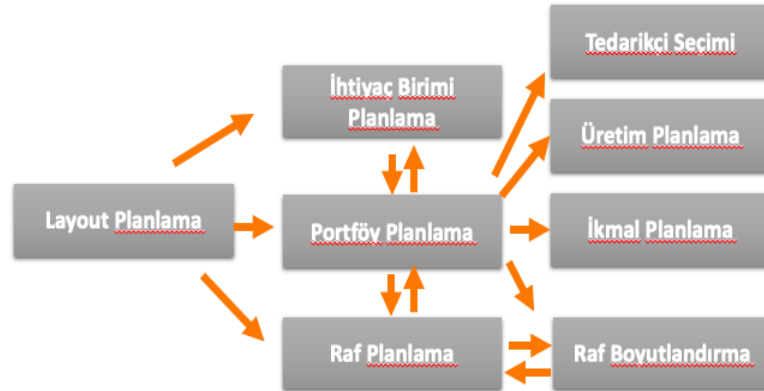
modeli ile portföy büyüklüğünü ve seçilen ürünlerin sipariş büyüklüğünü optimize etmiştir. Talep modeli olarak dışsal model kullanmışlardır.

Vasilyev ve dig. (2022) portföy kararını çoklu kanallı perakendeci için modellemiştir. Karma tam sayılı modelleme ve sezgisel method kullanmışlardır. Portföyde bir kanalda değişiklik olması diğer kanalların talebini de etkileyeceğinden zor bir problem olmaktadır. Hübner ve Schall (2017) stokastik ve alan elastikiyeti içeren, portföy dışı ve stoksuzluk ikamesi içeren talep kullanmışlardır. Model olarak çoklu ürünlü gazete satıcısı formülasyonu kullanmışlardır. Problemi sezgisel algoritma ile çözmüşler alternatif yöntemlere göre kullandıkları iki farklı yöntem ile %18'e kar artışı sağlamışlardır. Yöntemler bozulabilir ve dayanıklı ürünlerde test edilmiştir.

2.6 Kararların Bütünleşik Çözümlemesinin Etkisi

Ürün çeşitliliği kararı, mağaza kategori yerleşimleri kararı, raf alanı planlama, ikmal kararları (stok planlama) birbirleri ile bağlantılı kararlardandır. Literatürde ilgili alandaki çalışmalar bu alanlardan birini veya iki veya daha fazla kararın birlikte etkisini içermektedir. Perakendeciler müşteri memnuniyetini, çeşitliliği ve raflardaki servis seviyesini her bir üründen raflarda taşınacak stoğu belirleyerek sağlarlar. Daha geniş portföy sunmak raflarda ürün başına tutulan stoğu azaltacağı için, perakendeciler hangi ürünleri portföye seçeceğine karar verirken, ürünlere raflarda ne kadar yer ayıracağına da karar vermelidir. (Hübner vd, 2016). Hübner ve dig. (2016) çalışmalarında taze ve uzun ömürlü ürünler için portföy planlama, raf planlama ve stok planlama problemlerini raf alanı kısıtı ile birlikte ele almıştır. Raf planlama sadece ürünlere atanan toplam yerin belirlenmesi kararını içerebildiği gibi, bazı çalışmalarda ürünün yatay ve dikey konumunu da belirlemektedir. Kategori seçimi, kategori içindeki ürünlerin seçimi ve ürünlerin stok seviyeleri kararları portföy optimizasyonunun alt başlıklarıdır. (Arhami ve dig., 2024). Yücel ve dig. (2009) çalışmasında stok yönetimi, portföy seçimi ve tedarikçi seçimi kararlarını kısıtlı raf alanı ile incelemişlerdir. Tedarikçi seçimininde portföy optimizasyonu ile bütünleşik değerlendirilmesinin etkisi ile %30 daha fazla kar sağlamıştır. Kısıtlı raf alanının %80 kara etkisi olduğunu görmüşlerdir. Andrade ve dig. (2020) ikame etkisini içeren ürün portföy seçimi ve kapasiteli üretim planlama problemlerini birlikte ele almışlar, güvenlik stoğunun kara etkisini ve çok dönemli talebi

analiz etmişlerdir. Modelleri literatürdeki diğer modellere göre %9,4 daha fazla kar oluşturmuştur. Kategori talebini dışsal olarak belirleyip, ürün taleplerini çekim modelinden oluşturmuşlardır. Hübner ve Schaall (2017) raf alanı planlama ve ürün portföy problemlerini birlikte ele almışlardır. Şekil 2.4'te literatür araştırmasına göre ana kararların birbirleri ile ilişkisi gösterilmiştir. Layout planlama mağaza alanlarını planlama, Süt, Et, Çay, Detarjan gibi ana kategorilerin yerlerinin koridorlarının birbirlerine yakınlığının belirlenmesi problemidir. Layout planlama ihtiyaç birimi planlama, çalışılacak alt kategorilerin belirlenmesi, ürün portföy optimizasyonu ve raf alanı planlama kararlarına etki etmektedir. Ürün portföy optimizasyonu ve raf alan planlama bu çalışmanın ana konusudur. Daha önceden layout planlama adımı, yeri ve ölçüsü verilmiş alt kategori reyon büyüklükleri kısıt olarak kullanılmıştır. Bazı çalışmalar reyon boyutlandırma problemini, reyonların tasarımını da içermektedir. Portföy planlaması veya optimizasyonu, tedarikçi seçimi, üretim planlama, ikmal planlama kararları ile ilişkilendirilir. Şekil 2.5'te literatür araştırmaları içerdikleri kararlara göre, kararların alt başlıklarına göre gruplanmıştır. Çalışmaların, 5 ana karar tipi, portföy optimizasyonu, layout planlama, raf planlama, raf boyutlandırma, ikmal planlama başlıklarını kapsama durumu gösterilmiştir. Hübner ve dig. (2021), Ostermeier ve dig. (2021) çalışmalarında raf alan planlamanın yanı sıra, rafları da bir kısıt olarak almadan, rafların yüksekliğini ve sayısını belirlemişlerdir. Geçmiş çalışmalarda talep etkisinin stokastik ve deterministik olarak ele alınma durumu Şekil 2.5'te literatür araştırması özetinden incelenebilir.



Şekil 2.4 : Portföy ve raf yerleşim kararlarının diğer alanlarla ilişkisi.

Problem Alanı	Alt Konu	Transchel S., Buisman M., Hajjema R., (2022)	Vasilyev A., Mayer S., Seifert R.W. (2022)	Hübner, Ostermeier, Düsterhöft, (2021)	Ostermeier M., Düsterhöft T., Hübner A. (2021)	Timonina-Farkas, Katsifou, Seifert (2020)	Bianchi-Aguiar, Hubner, Carravilla, Oliveira (2020)	Andrade X., Guimares L., Figueria (2020)	Flamand, Ghoneim, Haouari, Maddah (2018)	Angün E. & Ozkan C. (2017)	Hubner & Schaal (2017)	Hübner A., Kuhn H., Kühn S., (2015)	Tan B. Karabati S. (2013)	Hubner A., Kuhn H. (2010)	Yücel E., Karaesmen F., Salman S., Türkay M. (2009)	Kök G. & Fisher M. (2007)
Portföy kararı	Ürün Portföy kararı	x	x		x	x		x		x	x	x		x	x	x
	İhtiyaç birimi planlama (Makro kategori planlama)							x	x							
Layout planlama	Kategoriye ayrılacak alan büyüklüğünün				x				x	x						x
	Kategorilerin mağaza içi yerlerinin belirlenmesi				x				x							
Raf Planlama	Raf Alan Planlama			x	x		x				x					
	Önyüz			x	x		x				x	x		x		x
	Dikey kat			x												
	Yatay Konum			x			x									
	Dikey Konum			x	x		x									
	Farklı raflara yerleşimi			x	x											
Raf boyutlandırma				x	x											
İkmal planlama	Stok seviyesi	x			x	x		x				x	x	x	x	x
	Emniyet stoğu							x								
	Üretim hacmi planlama							x								
	Sipariş Seviyesi														x	
Talep Etkisi	Stokastik	x				x				x	x	x			x	x
	Deterministik		x	x	x		x	x	x				x			
	Portföyde bulunmama ikamesi	x	x		x						x	x		x	x	x
	Stoksuzluk ikamesi	x		x	x		x	x			x	x	x		x	x
	Alan Elastikiyeti			x			x		x		x			x		
	Çapraz alan elastikiyeti			x			x							x		
	Farklı segmentlere göre alan elastikiyeti			x												
	Çapraz portföy etkisi					x				x						
	Stoksuzluk kayıp satış					x						x	x			
	Müşteri özelliği		x			x										
	Ürün özelliği	x				x			x							x
	Reyon/segment katsayısı			x					x							
	Çoklu kanal etkisi		x													

Şekil 2.5 : Literatür araştırması.

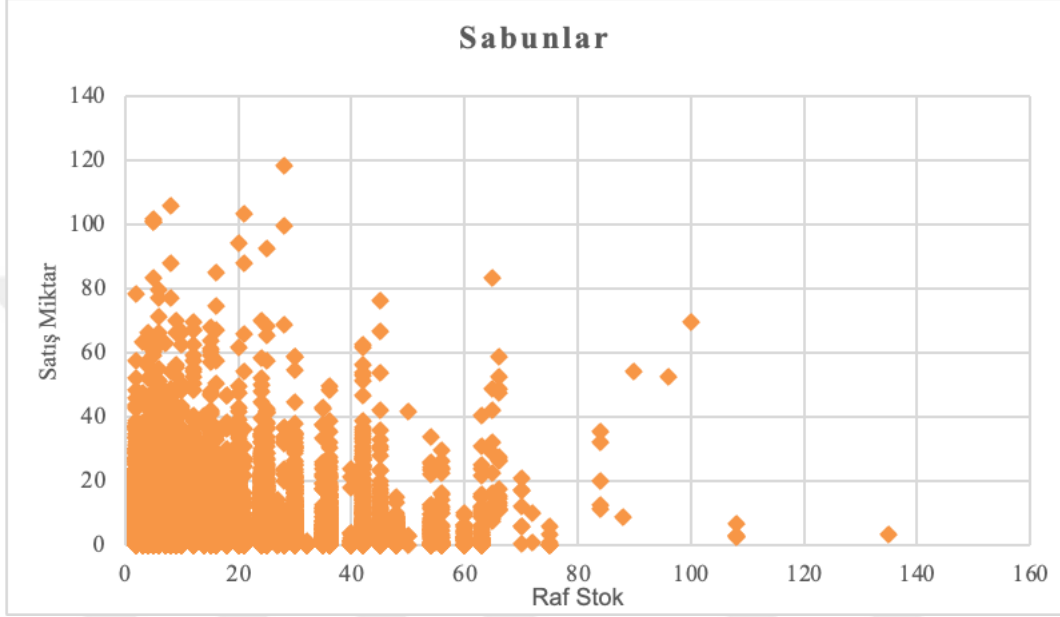
3. UYGULAMA

3.1 Problem Tanımı

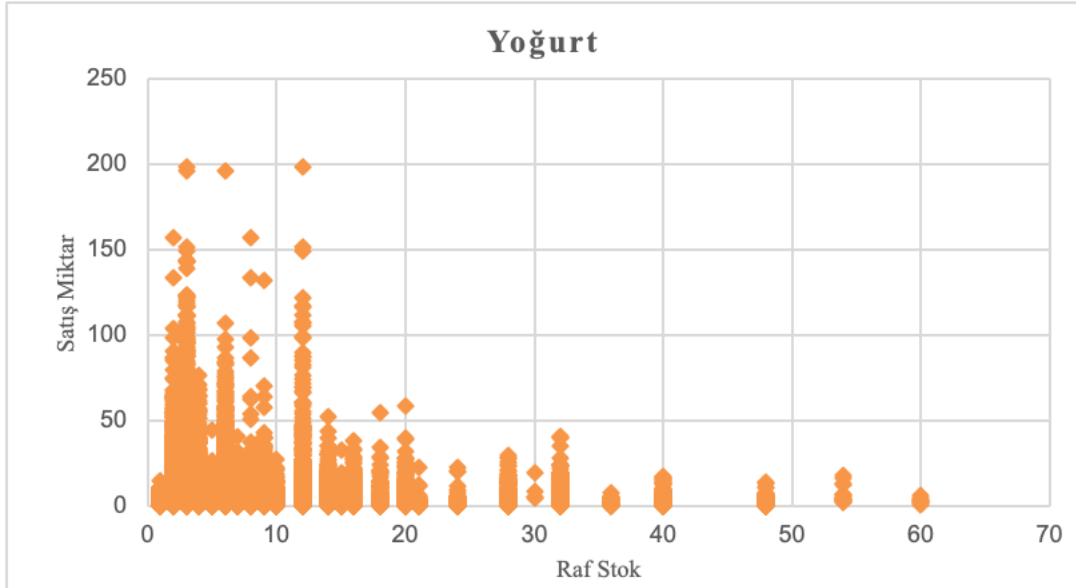
Gıda marketlerinde yeni bir mağaza açılışı yapılırken, satış alanı büyüklüğüne göre hizmet verilecek alanın hipermarket, süpermarket veya mini market olarak tasarlanacağına yani formatına karar verilir. Mağaza alanları bölümlendirilerek kategoriler yerleştirilir. Hipermarket formatında faaliyet gösteren mağazalarda gıda dışı kategorilerden yoğun bir ürün çeşitliliğine yer verilir. Süpermarket formatında çalışılan mağazalarda, hipermarketlere göre gıda dışı ürün çeşitliliği az olmaktadır. Süpermarketlerde ise gıda ürünleri çeşitliliği mini marketlerden fazla olmakta ve taze servis reyonlarını da içeren kategori stratejisi uygulanmaktadır. Yerleşim alanındaki müşteri yaşam tarzı profiline ve ihtiyaçlarına göre ürün çeşitliliğinin ana karakterleri belirlenir. Mağaza satış alanı ve mağaza tipi belirlendikten sonra mağazanın ana bölümleri belirlenir. Taze ve donuk ürünlerin sergileneceği dolap yerleri, meyve sebze, gıda dışı ve gıda ürünlerinin genel yeri, mağaza giriş, çıkışı ve kasa sayısı belirlenir. Ana kategorilerin yeri belirlendikten sonra, alt kategori bölümlerinin yerleri belirlenir. Gıda ürünlerinin yerleşimi koku oluşturma durumuna ve müşteri hassasiyetine göre belirli iş kurallarına tabiidir. Mağaza açıldıktan sonra layout değişim ihtiyacı oluşsa da reyonlar da sergilenecek ve dolaplarda tutulan ürünler arasında değişim oldukça maliyetli ve zordur. Reyonlarda sergilenecek kategorilerin de kendi aralarında reyon büyüklüğü paylaşımı söz konusudur. Bir mağaza içerisinde Çay, kahve ve şeker kategorisi için 5 metre reyon planlandığını ve bu reyon çay için 2 metre, Şeker için 2 metre ve kahve için 1 Metre planlandığını düşünelim. 1 metre kahve reyonunun içinde olması ve olmaması gereken ürünler, ürünlere atanan önyüzler ve ürünlerin reyon içinde kaçınıcı rafa atandığı, bir ürün için ne kadar raf stoğu bulundurulacağı çalışmanın konusu olan, ürün optimizasyonu ve raf planlama problemidir. Perakendeciler her mağazaya özel ürün portföyü çalışabildiği gibi benzer özellikler gösteren mağazaları kümeleyerek ortak bir portföy ile çalışabilmektedir. Mağaza sayısı büyüdükçe, mağazalara özel portföy çalışmanın operasyonel maliyeti

artmakta ve veri değişiklikleri sırasında kullanıcı hatalarına açık olmaktadır. Mağaza bazlı özel portföy müşteri ihtiyaçlarına en çok karşılayan portföy olmasına karşın operasyonun bakımı açısından perakende yöneticileri mağazaları kümeleyerek operasyonu yalınlaştırmak ve verimli bir yönetim sağlamak istemektedirler. Mağaza özel portföy çalışmaları ancak otomatik optimizasyon ve güncelleme sağlayan yazılımlarla mümkün olmaktadır. Perakendeciler müşteriye cezbederek satışlarını arttıracak en iyi ürün portföyünü seçmek, ürünleri müşteriye fiziksel ve online mağazalarında sunmak, yürüttüğü operasyon ile karlılığını arttırmayı hedeflerler. Müşteri talebinden daha az stok bulundurmak, karşılanmayan talebe, uygun ikame ürünü de bulunamadığı durumda da kayıp satışa sebep olacaktır. (Hübner ve Schaal, 2017). Müşteri taleplerini karşılayacak ürün stoğunu raflarda bulundurmak kayıp satışları önleyecektir. Müşteri portföyden çıkarılan ürünü bulamadığında, bulunamayan ürünler yerine kabul edilen ikame oranında farklı ürünler alınmaktadır. (Hübner ve Schaal, 2017). Aynı zamanda farklı ürün seçen müşteri için de ürünü bulamamasının uzun vadeli alışverişlerine mağaza ziyaret sıklığına etkisi olduğu düşünülmektedir. Raflarda müşteri ihtiyacından fazla stok bulundurmak alternatif yatırım seçenekleri açısından kayıp oluşturmaktadır. Bozulabilir ürünlerde raf ömrüne ulaşan ürünler imha edilecektir. (Kok ve Fisher, 2017). Aynı zamanda bozulabilir ürünlerde fazla stok bulundurmak gıda israfına, taze ürün satılamamasına, ürün kalitesinin düşmesine, ürünün alış fiyatı ve lojistik olarak mağazalara getirilme ve depolama maliyeti açısından zarara sebep olmaktadır. Portföye seçilen ürünler ve raflarda bulundurulan ürün stokları ile satışlar uyumlu olduğunda operasyonel maliyetleri düşürülerek, kayıp satış riski en aza indirilmektedir. Problemin yapısında önyüz ve ürün seçimine bağlı birden fazla kar ve maliyet etkisi olması, alan kısıtı olması yöneticilerin deneme yanılma yöntemi ile problemi çözmesini imkânsız hale getirmektedir. Problem, dayanıklı kategoriler ve bozulabilir kategoriler için farklı maliyet yapısı ile ele alınmıştır. Bozulabilir kategoriler için imha maliyeti ve raf ömrü de göz önünde bulundurulmalıdır. Dayanıklı kategoriler için sabun, bozulabilir kategoriler için de yoğurt seçilmiştir. Sabun ve yoğurt kategorisinde satış miktar ve raf stok ilişkileri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 'de verilmiştir. Mevcut durumda ürünlerin raf stokları ve satışları değerlendirildiğinde, satışlar ile uyumlu raf stokları olan ürünler olduğu gibi satışlar açısından değerlendirildiğinde fazla stok bulundurulan veya eksik stok bulundurulan ürünler grafiklerden göze çarpmaktadır. Daha

fazla satış ve kar elde edilen ürünlerin, raflarda aldığı payın yüksek olması operasyonu kolaylaştıracaktır. Çalışma kapsamında kurulan en yüksek karı oluşturan raf stok değerlerini vermektedir.



Şekil 3.1 : Sabun kategorisinde satış miktar ve raf stoklar.



Şekil 3.2 : Yoğurt kategorisinde satış miktar ve raf stoklar.

3.2 Amaç

Çalışmanın amacı satış gelirlerini, stoksuzluk maliyetini, imha maliyetini, stok maliyetini dikkate alarak perakendeci için optimum ürün kümesini belirlemek, belirlenen ürün kümesinin raflara kısmi yerleşimine ve raflarda bulunacak stok miktarlarına karar vermektir. Çalışma perakendecilere verimliliklerini arttırmak için portföy ve önyüz kararlarında destek sistemi sunmayı hedeflemektedir. Böylece kısıtlı marjlarla çalışan perakendeciler daha verimli bir operasyon yürüterek kar maksimizasyonu sağlayabilecektir. Modelde kullanılan talep, diğer ürünlerin portföyden elenmesi ile oluşacak ikame talebini, önyüz sayısının talebi etkileyebileceği şekilde alan elastikiyetini, dikey konumda ürünün bulunduğu konumun talebe etkisini de içermektedir.

Bu çalışmada, Türkiye 'de faaliyet gösteren, sektörün önde gelen oyuncularından olan bir perakendecinin sabun ve yoğurt kategorisindeki ürünleri kullanılmıştır. Raf alan yerleşimi, belirlenen kategorilerde ürünlerin seçimi için ürün karlılıkları, satış miktarları, alış ve satış fiyat bilgisi, ürün boyutları, raf uzunlukları ve raf ömrü modele girdi olarak kullanılmıştır. Model ile mağazada bulundurulacak ürünler, ürünlerin önyüzleri ve raflarda bulundurulması gereken stok miktarları seçilmektedir. Bir ürün için modelden sıfır önyüzü ifade eden karar çıktıysa ürünün mağazada ve portföy için seçilmediği anlaşılmaktadır. Bozulabilir ürün kategorisinde, talep dönemi olarak perakendecinin bir sevkiyat süresi boyunca oluşan talebi dikkate alınmıştır. Dayanıklı ürün kategorisinde ise 15 günlük periyot alınmıştır. Aslında perakendecinin minimum haftada 1 sevk günü olmasına rağmen, promosyon dışındaki ürünlerde sevk sürelerinin azaltıldığı bir senaryodaki kararların değerlendirilmesi istenmiştir. Model ürün seçimi, raf stoklarına ve yerleşimine de karar vererek, stok maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve imha maliyeti arasında bir denge sağlayarak en çok kar oluşturan çözümü sunmaktadır.

Problemin çözümü için önyüzler ve ürün seçimi tam sayı olacağı için doğrusal tam sayılı programlama kullanılmıştır. IBM ILOG CPLEX modelleme programı ile çözülmüştür. Modelde ürün sayısı arttıkça programın çözüm süresi üstel olarak artmaktadır.

4. MODEL

Modelin amacı maksimum kar getirecek ürünleri, optimum önyüzlerle ve miktarlarla, uygun dikey alana yerleştirerek, perakendeci karını verilen reyon kısıtları çerçevesinde en büyük değerine çıkarmak ve verimliliği arttırmaktır. Bu bölümde raf stok değeri, talebi oluşturan alt başlıklar olan ikame etkisi, dikey alan etkisi, alan elastikiyeti değerleri verilmiştir. Kara toplamı olarak, satışlardan gelen kar, imha, stoksuzluk ve stok giderleri ele alınmaktadır. Ürün ömrü kısa olan ürünler için imha maliyeti modelde yer almaktadır. Dayanıklı ürünler için imha maliyeti modelde kullanılmamıştır.

4.1 Raf Stoğu

Modelde belirlenen önyüz sayısı ile ürünün genişliği ve derinliği kullanılarak reyonda bulundurulacak stok sayısına karar verilmektedir. Modelde bu değişken Raf Stoğu ve RS kısaltması ile adlandırılmaktadır. Raf derinliği ve ürünlerin ölçüleri kullanarak raf derinliği/ ürün derinliği (d_i) formülünden bir önyüz verilen ürünün arkasına kaç ürün dizilebileceği bulunur. Bir önyüz konumlandırıldığında reyona sığabilecek maksimum ürün sayısı q_i ile bulunur. Ürün derinliğinin raf derinliğine bölümünden bulunan değer, tamsayı olması gerekliliğinden aşağı yuvarlanır. Bir önyüz arkasına maksimum q_i kadar ürün konumlandırılabilir.

$$q_i = \left\lfloor \frac{\text{Raf Derinliği}}{d_i} \right\rfloor \quad (4.1)$$

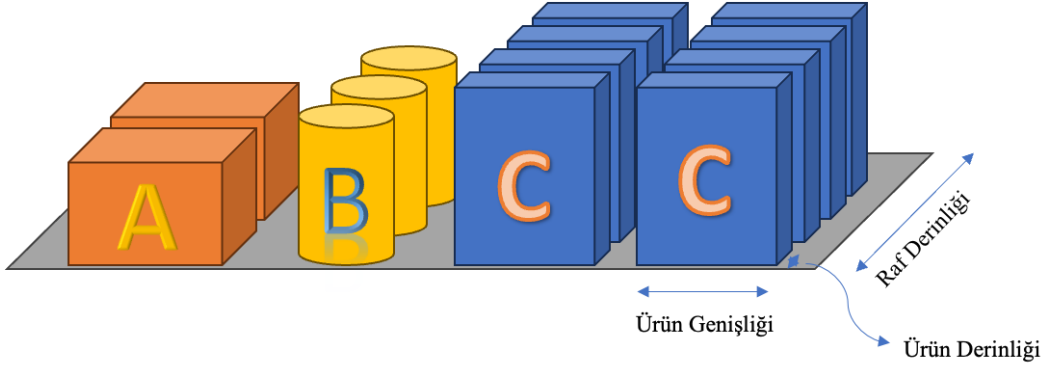
$$q_i \in \mathbb{Z}^+ \quad (4.2)$$

Şekil 4.1’de örnek reyon görselinde gösterildiği üzere ürün derinliklerine göre 1 önyüz arkasına farklı sayıda ürün yerleştirilebilmiştir. Durumu örnekler ile açıklamak amacıyla ürün derinliklerini A ürünü için 22, B ürünü için 13, C ürünü için 12 olarak, raf derinliğini çalışmada kullanacağımız üzere 50 olarak belirleyelim.

A ürünü için q_a değeri, $50/22$ değerini aşağı yuvarlanan değeri olarak 2 bulunur.

B ürünü için q_b değeri $50/13$ değerini aşağı yuvarladığımızda 3 bulunur.

C ürünü için q_c değerini 50/12 değerini aşağı yuvarlandığında 4 bulunur.



Şekil 4.1 : Ürün önyüz ve raf derinliğinin temsili gösterimi.

Önyüz ve bir önyüz arkasına eklenecek ürün sayısı çarpımı ile reyonlarda konumlandırılabilen ürün sayısı bulunur. Bu çalışmada, mağazalarda ürün optimizasyonu ve raf alan planlama yapılırken mağazalarda depo alanında stok olmayacağı kabul edilmiştir. X_{ijk} karar değişkeni 1 değerini aldığı anda, modelin bulunduğu önyüz ile çarpılır. Her i ürünü için raf stok aşağıdaki denklem ile hesaplanır. J indisi önyüz sayısının ifade etmektedir.

$$RS_i = \sum_{j=0}^M \sum_{k=0}^1 X_{ijk} * j * q_i \quad (4.3)$$

Şekil 4.1 'deki örnekten yola çıkarsak A ve B ürünlerinin önyüz değerleri 1, C ürünün önyüz değeri 2 dir. Raf stok değerleri ise aşağıdaki gibi önyüz ve q_i değerlerinin çarpımından bulunmaktadır.

$RS_a = \text{Önyüz} * q_a$ denkleminde $1 * 2 = 2$ bulunur.

$RS_b = \text{Önyüz} * q_b$ denkleminde $1 * 3 = 3$ bulunur.

$RS_c = \text{Önyüz} * q_c$ denkleminde $2 * 4 = 8$ bulunur.

Taze ürünlerde raf stok değeri eşitlik olarak almak yerine, RS_i değerini kısıtlayan bir sınır olarak alınmıştır. Taze ürünlerde önyüzün arkasının doldurulma koşulu yoktur. Taze ürünlerde raflarda gereğinden fazla stok bulundurmamak imha maliyetlerini arttırmaktadır. Dayanıklı ürünlerde RS_i değeri eşitlik olarak kullanılmıştır. Reyonda önyüz verildiyse, reyonun derinliği de doldurulmalıdır.

4.2 Ürün Talebi

Ürün talebi, bir önyüz verildiğinde oluşan baz talep, portföy dışı bırakılan ürünlerden dolayı ikame etkisi ile oluşan talep, ürüne bir önyüzden daha fazla alan ayrıldığında önyüz sayısına bağlı olarak oluşan alan elastikiyet talebi, dikey boyutta önemli raflara yerleştirildiğinde oluşan dikey konum etkisinden oluşmaktadır. Toplam talep bileşenleri Şekil 4.2 ve denklem 4.4'te verilmiştir. T_{i0} baz talebi ifade etmektedir. T_i toplam talebi ifade etmektedir. İET, ikame etkisi talebini, AET, Alan elastikiyet talebini, DKT dikey konum etkisi talebini içermektedir.



Şekil 4.2 : Toplam talep bileşenleri.

$$T_i = T_{i0} + İET_i + AET_i + DKT_i \quad (4.4)$$

4.2.1 İkame etkisi

Müşteri talebi raflarda olan stoktan yüksek olduğunda müşteri ürüne talebini farklı bir ürünle ikame eder veya ürünü satın almaktan vazgeçer. Uygulama yapılan perakendecide benzer ihtiyaçları karşılayan yeterli çeşit olduğundan ikame oranın talebe etkisi modele alınmıştır. Müşterinin farklı bir ürünü seçme oranı ikame oranı olarak tanımlanırken, ihtiyacını karşılayacak ürünü almaktan vazgeçmesi kayıp satış olarak tanımlanmaktadır. Örneğin müşterinin A marka 1000 gr çay almak isteyip, mağazada bulamadığında B marka 1000 gr çay alabilir, A marka 500 gr çay alabilir, mağazadan aynı ihtiyacı karşılayacak bir ürün ile çıkma oranı ikame oranı olarak adlandırılmaktadır. Mağazadan çay grubundan ürün almadan çıkması kayıp satış olarak değerlendirilmektedir. Çalışma içerisinde portföy dışında kalmanın ikame etkisi dahil edilmiştir. Stoğun yetersiz kalması sebebiyle oluşan ikame etkisi gözardı edilmiştir. Portföyde olup yetersiz stok konumlandırılan ürünler kayıp satış olarak alınmıştır.

İkame etkisinin büyüklüğü, toplam kara ve portföy büyüklüğüne direkt etkisi vardır. İkame etkisi iki katına çıkarıldığında karın %3 arttığı, portföy büyüklüğünün %4 azaldığı ve ikame etkisi dikkate alınmadığında karın %2,5 azaldığı görülmüştür. (Ostermeier ve dig., 2021)

Kök ve Fischer’ın (2007) çalışmasında kullandığı pazar payı ikame modeli ile portföyden çıkarılan ürünün satışları kategorideki diğer ürünlere dağıtılmıştır. (Denklem 4.5) Müşterinin bulamadığı ürünün yerine alacağı ürünün toplam kategori satışı içerisindeki payı oranında ikame etkisinden pay alacaktır. Aynı çalışmada rassal ikame modeli kullanarak, kalan ürünlerin ikame etkisinden eşit pay alacağını dağılımı da uygulamışlardır.

$$\dot{I}E_{ij} = \dot{I}O * \frac{T_j}{\sum_{i \in N \setminus \{i\}} T_i} \quad (4.5)$$

Ürün kategori içindeki satış payı oranında ikame etkisinden oluşacak talepten faydalanmaktadır. Çalışmada da Kök ve Fisher’ın (2007) çalışmasında uyguladıkları Pazar payı ikame modeli kullanılmıştır. Portföyden çıkarılan ürünün talebi, ikame edilen ürün dışındaki ürünlerin talebinin toplam talebe oranı ile dağıtılmıştır. Hübner ve Schaal(2017) ikame etkisi katsayısını 0 ile %80 arasında duyarlılık analizi ile kullanmışlardır. Kök ve Fisher (2017) ikame oranını müşteri fiş datası ve stok datası üzerinden tahmin etmişlerdir. Ostermeier vd. (2021) ikame oranını %50 olarak kullanmışlardır.

$\dot{I}E_{ji}$ katsayısı j ürünü portföye seçilmediğinde j nin i ye eşit olmadığı durumlarda kalan ürünler üzerinden dağılımını verir. İkame oranı çalışma içerisinde %50 olarak kabul edilmiştir. Müşteri ürünü portföyden çıkma nedeniyle bulamadığında kalan ürünlere toplam talebin %50’si aktarılır, %50’si kayıp satış olarak düşünülmektedir.

Şekil 4.3’te verilen örnek üzerinden hesaplamayı 10 ürün üzerinden yaptığımızı ve Yoğurt 1’in, Yoğurt 2 nolu üründe ikame oranını hesapladığımızı düşünürsek, Yoğurt 2’ nin talebi 13072 dir. İkame edilecek ürün yoğurt 1’in talebi dışında toplam talep 33259’dan 1523 çıkardığımızda 31736 bulunur. Yoğurt 2’nin talebinin (13072) yoğurt 1 dışındaki toplam talep (31736) içerisindeki payı hesaplanarak %42 bulunur.

Ürün talebinin ne kadarının ikame edileceği ikame oranı ile belirlenir. Modelde oran %50 olarak kullanıldığından %42*%50 den %21 değerine ulaşılır. Yoğurt 1 ürünü portföyden çıkarılırsa ürünün talebinin %21’i Yoğurt 2 ürününe aktarılacaktır. Satır bazında ürünlerin payları toplamı %50’yi vermektedir. Raf stok seviyesi toplam talepten yüksek olduğunda, ürünü bulamayan müşteriler kategorideki diğer ürünlerden ihtiyacını karşılamak veya ilgili mağazadan ihtiyacını karşılayacak bir ürün almamak arasında tercih yapacaklardır.

Denklem 4.5 ile ikame oranı ile hesaplanan talebin, kategorideki diğer ürünlere satışları oranında dağıtılması ile bulunur. İkame Etkisi Talebi İET ile ifade edilmektedir. Raf stokları ile karşılanamayan talepler ikame oranı katsayısı ile diğer ürünlere dağıtılır.

Bulunmayan ürünün talebinin ne kadarının ikame edileceği ikame oranı ile ifade edilir. İE_{ji} katsayısı ise j ürünü bulunmadığında i ürününün tercih edilme oranını ifade eder.

$$\mathbf{IET}_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^M \sum_{l=0}^1 X_{jkl} * [T_{j0} - RS_j | T_{j0} > RS_j] * IE_{ji} \quad i \neq j \quad (4.6)$$

i: j ürünü yerine alınan ürünlerin talepten aldığı pay												
j: Portföyden çıkarılan ürün		j ürünü talebi	Yoğurt 1	Yoğurt 2	Yoğurt 3	Yoğurt 4	Yoğurt 5	Yoğurt 6	Yoğurt 7	Yoğurt 8	Yoğurt 9	Yoğurt 10
	Yoğurt 1	1523	0%	21%	2%	8%	1%	8%	2%	2%	5%	2%
	Yoğurt 2	13072	4%	0%	3%	12%	2%	13%	4%	3%	7%	3%
	Yoğurt 3	1258	2%	20%	0%	8%	1%	8%	2%	2%	5%	2%
	Yoğurt 4	4997	3%	23%	2%	0%	1%	9%	3%	2%	5%	2%
	Yoğurt 5	751	2%	20%	2%	8%	0%	8%	2%	2%	4%	2%
	Yoğurt 6	5066	3%	23%	2%	9%	1%	0%	3%	2%	5%	2%
	Yoğurt 7	1497	2%	21%	2%	8%	1%	8%	0%	2%	5%	2%
	Yoğurt 8	1110	2%	20%	2%	8%	1%	8%	2%	0%	4%	2%
	Yoğurt 9	2884	3%	22%	2%	8%	1%	8%	2%	2%	0%	2%
	Yoğurt 10	1101	2%	20%	2%	8%	1%	8%	2%	2%	4%	0%
	TOPLAM	33259										

Şekil 4.3 : J ürününün i ürününe ikame oranları örnek gösterim.

4.2.2 Alan elastikiyeti

Ürünün kategori içerisinde alacağı önyüz görünürlüğünü etkileyeceği için ürünün satışları üzerinde etkisi olacaktır. Ürüne daha fazla önyüz verildiğinde ürünün satışlarının baz satışa göre artması beklenmektedir. Ürüne 1 önyüz verildiğinde oluşan satış ürünün baz satışı olarak değerlendirilmiştir. Önyüz sayısında artış oldukça ürünün satışlarındaki etki de artış gösterecektir. Ürüne verilen önyüzün talebe etkisi aşağıdaki formülle bulunmaktadır. Ürünün baz talebi yani 1 önyüz verildiğinde için T_{i0} kullanılmaktadır. X_{ijk} olarak belirlenen karar değişkeni, i ürününün j önyüzü ile k reyon bölgesinde sergilenmesini gösterir. E katsayısı, alan elastikiyet katsayısı olarak kategoriye göre belirlenir. İkame katsayısı Hübner ve Schall (2017) alan elastikiyetini %0 ile %30 arasında alarak, sonuçları birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Ostermeier vd. (2021) alan elastikiyet katsayısını %17 olarak almışlardır. Alan elastikiyetini %17 olarak kabul etmelerinin

sebebi Eisend (2014) çalışmasında yapılan literatürde kullanılan alan elastikiyet katsayılarının ortalaması olarak 0,17 bulunmasıdır. Aynı çalışmada alan elastikiyet olarak en çok kullanılan değerler 0 ile 0,25 aralığında toplandığı görülmektedir. Alan elastikiyet katsayısı duyarlılık analizi için değerler bu aralığa yakın olarak seçilmiştir. Önyüz sayısı arttıkça, ürüne daha fazla alan ayrıldığında, verilen alan sebebiyle oluşan alan elastikiyet talebi de değişecektir. Ürünün önyüzünü 1’den 2’ye çıkarmak ile 9’dan 10’a çıkarmak arasında fayda farkı oluşacaktır. Çizelge 4.1 ‘de alan elastikiyet değeri 0,03, 0,05, 0,01 değerlerini aldığıında önyüz değişimlerinde baz talebe gelen çarpan etkisi görülmektedir. Alan Elastikiyet katsayısı 0,1 değerini aldığıında, ürün önyüzü değiştirilerek baz talebinde %25,90 ek talep oluşturulabileceği varsayıldığı anlamına gelir.

Önyüz artışı ile eklenen talebin azalan bir artış ile katkı sağladığı düşünülmektedir. Alan elastikiyet talebi AET ile ifade edilecektir. Baz talebi T_{i0} olarak da talep toplamına eklendiğinde, 4.7 denkleminde sadece alan elastikiyet talebini bulmak amacıyla j^E değerinden 1 çıkarılarak baz talep denklemden çıkarılır. Önyüz 1 olduğunda alan elastikiyet talebi sıfır olarak hesaplanmaktadır.

$$AET_i = \sum T_{i0} * X_{ijk} * (j^E - 1) \quad (4.7)$$

Çizelge 4.1 : Alan elastikiyet katsayısı ve önyüzün talep etkisi.

Önyüz	Alan Elastikiyet Katsayısı			
		0,03	0,05	0,1
	1	0,00%	0,00%	0,00%
	2	2,10%	3,50%	7,20%
	3	3,40%	5,60%	11,60%
	4	4,20%	7,20%	14,90%
	5	4,90%	8,40%	17,50%
	6	5,50%	9,40%	19,60%
	7	6,00%	10,20%	21,50%
	8	6,40%	11,00%	23,10%
	9	6,80%	11,60%	24,60%
	10	7,20%	12,20%	25,90%

4.2.3 Dikey konum etkisi

Ortalama boy dağılımına göre göz ve diz hizası önemli bölümler olarak değerlendirilirken, en alt ve en üst raflar görünürlüğü düşük bölümler olarak değerlendirilmektedir. Ürünler orta alanda görünürlüğü daha önemli raflarda sergilendiklerinde satışa pozitif bir etki olmaktadır. Ürün önemli dikey alana atandığında, dikey alan katsayısı (D) kadar satışlarda artış beklenmektedir. X_{ijk} karar değişkeni, baz talep ile dikey alan katsayısı çarpılır. Karar değişkeni indekslerinden k değeri 1 aldığıda ürünün önemli reyonlara atandığı anlaşılır. 0 aldığıda göreceli olarak daha az önemli alanda, en alt veya en üst rafta yer verildiği düşünülmektedir. Önemli raflara atanma durumu k indeksi ile ifade edilecektir. Model içerisinde k değişkeni 1 veya 0 değeri alabildiğinden, önemli raflara atanmayan ürünler k indeksi için 0 değerini alır. k indeksinin sıfır değerini aldığı durumlarda dikey konumun talep etkisi sıfırdır. Hübner vd. (2021) dikey konumun talep üzerindeki etki katsayısını yatay alan etkisi ile eşit olarak 0,17 olarak almışlardır. Uygulama için dikey alan katsayısı konu uzmanlarının görüşleri alınarak 0,05 olarak kabul edilmiştir. Çalışma içerisinde en iyi ve en kötü alan ayrımı yapılmadığında dikey alan iki parçaya bölündüğünden, ortalama dikey alan etkisi literatürde kullanılan değerlerden daha düşük olması beklenmektedir.

$$DKT_i = T_{i0} * X_{ijk} * D * k \quad (4.8)$$

4.3 Toplam Kar

Seçilen ürünlerin toplam karı ürünlerin satışından elde edilen gelir, stok maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve imha maliyeti ile bulunur. Satışlardan elde edilen kardan stok tutma maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve raf ömrü kısa bozulabilir ürünler için imha maliyeti çıkarılmaktadır. (Şekil 4.4) Amaç fonksiyonu olarak model toplam karı maksimize etmek hedeflenmiştir.



Şekil 4.4 : Toplam kar bileşenleri.

*İmha maliyeti sadece ürün ömrü 120 günden kısa olan ürünler için kullanılmaktadır.

4.3.1 Satışlardan gelen kar

Satışlardan gelen karı bulmak için portföye seçilen ürünlerin talep miktarı ve raf stokları karşılaştırılır ve en büyük değer alınır. Bu iki değer minimumu Raf talep, RT_i olarak tanımlanır. Ürünlerin toplam talebi raf stoklarından yüksek olduğu durumda reyona yerleştirilen üründen daha fazla satış yapılamayacağı kabul edilir. Ürün ilgili dönem için reyondaki stok miktarı ve müşteri talebinden küçük olanı kadar satacaktır. Portföye seçilen ürünler için ürün kar marjı, raf talep miktarı ve ürün fiyatı çarpılarak satışlardan gelen toplam kar hesaplanır. Ürünün birim kâr marjı için K_i parametresi, ürün birim satış fiyatı için F_i kullanılır. i ürünü için, j indeksi 0 değeri almadığında X_{ijk} 1 değeri aldığı durumda, ürünlerin portföye seçildiği anlaşılr. i ürünü için j indeksi 0 değeri aldığı durumda X_{ijk} değeri 1 değeri alırsa ürünün portföye seçilmediği sonucuna ulaşılır.

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=0}^1 X_{ijk} * K_i * RT_i * F_i \quad (4.9)$$

$$RT_i \leq RS_i \quad (4.10)$$

$$RT_i \leq T_i \quad (4.11)$$

4.3.2 Stok tutma maliyeti

Satışlardan gelen karın yanı sıra stok tutma maliyeti gibi operasyonel maliyetler de karı değiştirmektedir. Stok tutma maliyeti, ürünleri satınalma maliyetleri yerine yapılabilecek minimum yatırımdan kazanılabilecek kayıp geliri ifade eder. Stok tutma maliyeti ortalama raf stoğu, stok tutma maliyeti, günlük faiz oranı ve kaç günlük stok tutulacağından bulunur. Stok maliyeti toplamı 4.12 denklemi ifade edilmektedir.

$$\sum_{i=1}^N (FO * RS_i / 2 * S_i) * \frac{RS_i}{(T_0 / T_{ikmal})} \quad (4.12)$$

Ortalama raf stoğu herhangi bir i ürünü için t anında 0 ile Raf Stok değeri arasında (RS_i) bir değer alır. Bu değer beklenen değerini $RS_i / 2$ olarak alırız.

Faiz oranını denklemlerde FO semboli ile gösterilecektir. S_i bir birim ürünün stok tutma maliyetini ifade eder. Stok tutma maliyeti olarak ürünlerin alış fiyatları kullanılmaktadır. Raf Stok değerinin talebe bölünmesi ile kaç günlük stok tutulduğu belirlenir. T_{ikmal} , modele dahil edilen talebin zaman aralığını ifade eder. İkmal süresi boyunca oluşacak talep, raf stokları ile karşılanması gerektiğinden, T_{ikmal} 'in büyüklüğü en az sevk süresi

kadar olmalıdır. Stok tutma maliyeti, faiz oranı, ortalama stok seviyesi ve kaç günlük maliyete denk geldiği bulunarak stok maliyeti hesaplanır.

4.3.3 Stoksuzluk maliyeti

Stoksuzluk maliyeti müşteri memnuniyetsizliğinin ölçülemeyen uzun vadeli etkilerini ifade eder. Aradığı ürünü bulamayan müşteri farklı bir ürün seçerek mağazadan ayrılabilir ama bu sürecin müşteri üzerinde olumsuz ve uzun vadeli satışlara yansıtacak bir etkisi olduğu düşünülür.

SS_i i ürünü için stoksuz kalma maliyetini ifade eder. Ürünün satış fiyatı ile orantılı bir değer alır. Ürün baz değeri T_{i0} ürüne ayrılan alandan alanda bulundurulmuş raf stoğundan daha fazla ise arada kalan talep için müşterinin aradığı ürünü bulamamamanın uzun vadeli maliyetini temsil edecek bir maliyet olarak, stoksuzluk maliyeti eklenir. Ürün bazında farklı değerler kullanılabileceği gibi her ürün için eşit ceza puanı da kullanılabilir. Denklem 4.13 'te belirtildiği gibi stoksuzluk maliyeti toplamı stoksuzluk parametresi ile, ürünün karşılanamayan baz talebi ile çarpımından hesaplanır.

$$\sum_{i=1}^N SS_i * [(T_{i0} - RS_i) | T_{i0} > RS_i] \quad (4.13)$$

4.3.4 İmha maliyeti

İmha maliyeti, raf ömrü boyunca satılamayan ürünün imha maliyetini ifade eder. I_i , i ürününün birim imha maliyetidir. Ürün raf ömrü RO_i ile ifade edilir. Raf stok değeri, ürünün raf ömrü boyunca müşteriden göreceği talepten yüksekse imha oluşacaktır. T_i talebi bir ikmal döngüsü boyuca oluşacak talebi ifade etmektedir. 1 günlük talebi bulmak için T_i talebi ikmal gününe bölünür. İkmal gün süresi T_{ikmal} ile adlandırılacaktır. Ürün raf ömrü ile çarpılarak ürün raf ömrü boyunca oluşacak talep bulunur. Raf ömrü boyunca oluşacak talep, ürünlerin raf stoklarından küçükse imha durumu ortaya çıkmaktadır. Gıda ürünlerinde, gıda israfını önlemek ve karlılığı korumak için önemli bir faktördür. Tavuk, günlük süt gibi taze ürünler satan perakendecilerde özellikle raf ömrü kısa olan ürün kategorilerinde raf stok ve raf ömrü boyunca beklenen talep arasındaki ilişki önemlidir. Taze ürünlerde talebe uygun olarak konumlandırılan raf stokları taze ürün satışı ve müşteri memnuniyeti açısından da önemlidir. Raf stokları ve raf ömrü periyodu boyunca oluşacak talep arasındaki fark bulunur ve birim imha maliyeti parametresi ile çarpılarak denklem

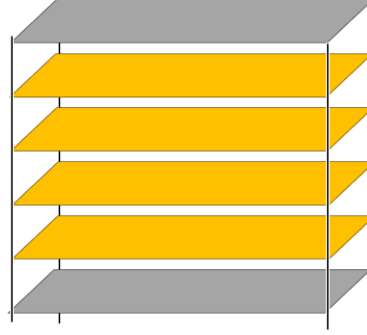
4.14'te gösterildiği gibi oluşacak imha maliyeti hesaplanır. İmha maliyet parametresi ürünlerin alış fiyatlarına yakın bir değerdir. Stoksuzluk ve stok tutma maliyetlerine kıyasla yüksek maliyet oluşturmaktadır.

$$\sum_{i=1}^N I_i * [(RS_i - T_i * RO_i / T_{ikmal} | RS_i > (T_i * RO_i / T_{ikmal})] \quad (4.14)$$

4.4 Kısıtlar

Tam sayılı önyüz, raf kapasitesi, önyüz için alt ve üst sınır değerler en çok karşılaşılan kısıtlardandır. Ticari kararlar da modeller içerisinde değerlendirilmektedir. Ticari kararlara en bilindik örnek olarak, ürünlere verilen önyüzün oluşturduğu şeklin dikdörtgen olması verilebilir. Önceden tanımlanmış ürün-aile tanımları, tamamlayıcı ürün kombinasyonları kısıt olarak kullanılabilir. Ürünlerin yerleşim yakınlığı ve uzaklığı da kısıt oluşturmaktadır. Kategorilerin alanlarının da belirlendiği modellerde, ilk önce kategoriye ayrılacak alan büyüklüğü belirlenip daha sonra ürünler de seçilebilir. Ürün ve kategori alan büyüklükleri eş zamanlı olarak da yapılabilir.

Perakende layout yerleşiminde kategorilerin bir arada sergilenme kısıtları bulunmaktadır. Örnekler üzerinden açıklanırsa, bisküvilerin 2-3 tanesi deterjan reyonu içerisinde sergilenemez. Çapraz satış için, müşterilerin birlikte alabileceği, dürtüsel satışlar oluşturabilecek ürünlere ek satış alanları oluşturulabilir. Bu duruma örnek olarak kahve reyonlarının yanında asılı duran kahve fincanları örnek gösterilebilir. Çalışma kapsamında temel raf alanları değerlendirilecek olup, çapraz satış için farklı kategorilerden yerleşimler dikkate alınmayacaktır. Kategorilere atanan mağaza içerisindeki kategori alanı kısıt olarak değerlendirilecektir. Bu çalışma içerisinde önyüzlerin tam sayı olması ve bir ürünün alabileceği maksimum önyüz ticari kısıt olarak kullanılacaktır. Reyonlar görünür alanlar ve tüm alanlar olarak iki parçada değerlendirilecektir. Şekil 4.5' te sarı olarak gösterilen göz ve diz hizası arasındaki orta reyonlar Rön kapasitesi ile santimetre cinsinden ifade edilmektedir. Gri ile gösterilen en alt ve en üst reyonların da dahil edildiği toplam reyon kapasitesi santimetre cinsinden R ile ifade edilmektedir. Tüm X_{ijk} toplamaları 1 değerinden dolayı bir ürün sarı veya gri alanlardan birine atanabilmektedir.



Şekil 4.5 : Önemli rafların temsili gösterimi.

Toplam raf alan kapasitesi R olarak değerlendirilirken, önemli seviyedeki reyonlar $R_{\text{ön}}$ parametresi ile kısıtlanacaktır. Model içerisinde ürünlere verilen önyüz sayısı X_{ijk} değişkeninde X_{ijk} 'nın 1 olarak değer aldığı j önyüzü ile, i ürünün genişliğini belirten g_i ürün bilgisi çarpılır. Modelde ürünlerin genişlik değişkeni g_i ile ifade edilecektir. Ürün genişliği, önyüz çarpımlarının toplamı R reyon kapasitesini aşmamalıdır. $R - R_{\text{ön}}$ kısıtı gri alanları ifade etmektedir. k değeri 0 aldığında ürün gri alanlara atandığı anlaşılmaktadır ve bu alanlara atanan ürünlerin önyüz ve genişlik çarpımları toplamı denklem 4.15'te belirtildiği gibi $R - R_{\text{ön}}$ değerini aşmamalıdır.

Önemli alan olarak belirlenen göz ve diz hizasında olan Şekil 4.5'te sarı olarak belirtilen bölüme yerleştirilen ürünler $k=1$ değerini almaktadır. Sarı alana yerleştirilen ürünlerin önyüz ve genişliklerinin çarpımlarının toplamı denklem 4.16'da gösterildiği gibi $R_{\text{ön}}$ değerinin altında kalmalıdır.

N ürün kümesi içerisinde ürünler, portföy içerisinde seçilmektedir. $i \in \{1, \dots, n\}$

j indeksi ile ifade edilen önyüz sayısı M önyüz kümesi içerisinde tamsayı bir değer almaktadır. J , 0 değeri aldığında ürünün portföye seçilmediği anlaşılır. $j \in \{0, \dots, m\}$

k indeksi ile ifade edilen dikey yerleşimde önemi ifade etmektedir. İndeks 0 veya 1 değerlerini almaktadır. $k \in \{0, 1\}$

$$\sum_i^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^1 (X_{ijk} * j * g_i) \leq R - R_{\text{ön}} \quad (4.15)$$

$$\sum_i^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^1 (X_{ijk} * j * k * g_i) \leq R_{\text{ön}} \quad (4.16)$$

Her ürün için X_{ijk} değerleri toplamı 1 dir. Her i ürünü, j önyüz kümesinden birini alır ve

k alan kümesinden birine yerleştirilir. J değeri 0 önyüz aldığıında X_{ijk} 1 değerini alırsa i ürününün portföyde olmadığı kabul edilir. Bir ürün hem önemli hem önemsiz alanda yerleştirilememektedir.

$$\sum_i^n \sum_j^m \sum_k^l X_{ijk} = 1 \quad (4.17)$$

4.5 Model

4.5.1 Model formülasyonu

Model bozulabilir ve dayanıklı ürünlerde iki farklı formülasyon ile oluşturulmuştur. Bozulabilir ürünlerde ürünlerin raf ömrü kısa olduğu için raf ömrü boyunca ürünlerin görebileceği talepten daha fazla ürün raflarda bulunmaması gerekir. Dayanıklı ürünlerde imha maliyeti ve raf ömrü kriterleri modele eklenmemiştir. Bozulabilir ürünlerde önyüzün arkasının tamamen doldurmama seçeneği modele eklenmiştir. Dayanıklı ürünlerde önyüz atanan bölümü ürünlerin tamamen dolduracağı varsayılmıştır. Bu bölümde model notasyonlar ile özetlenmektedir.

I ürün seti, i ve n indeksleri

J önyüz seti, j indeksi

K raf alanı seti, k indeksi ile gösterilmektedir

Karar değişkenleri

$X_{ijk} = 1$ i ürünü j önyüzü ile k alanında portföyde yer almaktadır

$= 0$ i ürünü j önyüzü ile k alanında yer almamaktadır

AET_i = Alan Elastikiyet Talebi

$\dot{I}ET_i$ = İkame Etkisi Talebi

DKT_i = Dikey Konum Etkisi Talebi

RS_i = Raf stok

RT_i = Raf Talebi

Parametreler

R = toplam raf alanı

$R_{ön}$ = Görünür seviyedeki raf alanı

K_i = i. ürünün kar oranı

T_i =ürünün talebi

T_{i0} = ürünün 1 önyüz verildiğinde talebi

T_{ikmal} =ikmal süresi

E = Alan Elastikiyeti

S_i =stok tutma maliyeti

F_i =Ürünün satış fiyatı

q_i =1 önyüz alanı için raf derinliğine sığan ürün sayısı

g_i =Ürünün genişliği

d_i =Ürünün derinliği

$\dot{I}E_{ji}$ =j ürünü delist edildiğinde veya stoksuz kaldığında i ürünü üzerinde ikame etkisi

I_i =İmha maliyeti

RO_i =Raf Ömrü

SS_i =Stoksuzluk maliyeti

FO =Faiz oranı

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \mathbf{Max} = & \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=0}^1 X_{ijk} * K_i * RT_i * F_i - \sum_{i=1}^N (FO * RS_i / 2 * S_i) * \frac{RS_i}{T_0} * T_{ikmal} - \sum_{i=1}^N SS_i * [(T_{i0} - \\ & RS_i) | T_{i0} > RS_i - \sum_{i=1}^N I_i * [(RS_i - T_i * RO_i / T_{ikmal} | RS_i > (T_i * RO_i / T_{ikmal}) \end{aligned} \quad (4.18)$$

Amaç fonksiyonu satışlardan gelen kardan stok maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve imha maliyetinin çıkarıldığı denklemdir. Amaç fonksiyonunun en büyük değerine ulaştıran karar değişkenleri bulunur (4.18).

4.5.2 Kısıtlar

$$\sum_j^M \sum_k^1 X_{ijk} \leq 1 \quad (4.19)$$

$$\sum_{j=0}^M \sum_{k=0}^1 X_{ijk} * k * q_i \geq RS_i \quad (4.20)$$

$$T_i = T_{i0} + \dot{I}ET_i + AET_i + DKT_i \quad (4.21)$$

$$\dot{I}ET_i = \sum_{n=1}^N \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0}^1 X_{njk} * [T_{j0} - RS_j | T_{j0} > RS_n] * \dot{I}E_{in} \quad i \neq n \quad (4.22)$$

$$AET_i = \sum_{j=1}^M \sum_{k=0}^1 T_{i0} * X_{ijk} * (j^E - 1) \quad (4.23)$$

$$DKT_i = \sum_{j=1}^M \sum_{k=0}^1 T_{i0} * X_{ijk} * D * k \quad (4.24)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=0}^1 (X_{ijk} * j * g_i) \leq R - R_{\text{ön}} \quad (4.25)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^1 (X_{ijk} * j * g_i) \leq R_{\text{ön}} \quad (4.26)$$

$$RT_i \leq RS_i \quad (4.27)$$

$$RT_i \leq T_i \quad (4.28)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \quad (4.29)$$

Her i ürünü için, X_{ijk} değeri toplamı maksimum 1 olur. Bir ürün önyüz değerlerinden birini, dikey alan değişkenlerinden birini alabilir. (4.19).

Raf derinliği 50 cm olarak alınmaktadır. RS_i ile raflarda konumlandırılacak ürün hesaplanmaktadır. Önyüz ve önyüz arkasına bir sıraya sığabilecek ürün sayısı ile çarpımından raf stoğu değeri bulunur (4.20).

Ürünün toplam talebi, ikame etkisi olmadan ve bir önyüz ile oluşan ürünün talebine (T_{i0}), alan elastikiyet katsayısı ile önyüzü birden farklı ürünlerin talep etkisi, dikey alanda önemli raflara konumlandırılmanın dikey talep etkisi ve portföyden çıkarılan ürünlerin ikame etkisi toplanmaktadır (4.21).

J ürünü portföyden çıkarıldığında I ürünü üzerinde oluşacak ikame etkisi hesaplanmaktadır (4.22).

1 den fazla önyüz verildiğinde, önyüz sayısına bağlı olarak hesaplanan talebi göstermektedir (4.23).

Dikey olarak değerli kabul edilen, en alt ve en üst raflar dışındaki görünürlüğü daha yüksek olan orta reyonlara atanan ürünlerin ekstra talebini ifade etmektedir (4.24).

$k=0$ değeri aldığı en alt ve en üst reyona atanmış ürünlerin, önyüz sayısı ve ürünlerin genişliğinin çarpımı toplam raf kapasitesinden önemli rafların kapasitesini çıkararak bulunan değerden ($R - R_{\text{ön}}$) küçük olmalıdır (4.25).

$k=1$ değerini aldığı ürünlerin önemli raflara atandığı anlaşılır. Önemli raflara atanan ürünlerin genişliği ve önyüz sayısı önemli raf kapasitesini ($R_{\text{ön}}$) aşamaz (4.26).

Ürünlerin satılabilir talebi, raflarda olan ürün stoğu ve hesaplanan talep ile sınırlıdır (4.27), (4.28).

X_{ijk} değerleri 1-0 ikili değerlerinden birini almaktadır (4.29).

4.5.3 Veri yapısı

Bozulabilir ve dayanıklı ürünler için kurulan iki modelin test edilmesi için iki farklı kategori seçilmiştir. Kullanılan parametreler ve veri yapısı çizelge 4.2’de özetlenmiştir. Bozulabilir ürünler için yoğurt kategorisi kullanılmıştır. Yoğurt kategorisinde metrekare olarak ve mahalle içinde olan bir mağazanın ürün seçimi ve yerleşimi yapılmıştır. Reyonun toplam raf alanı 340 cm dir. Portföye seçilen ürünlerin önyüz ve genişlik çarpımlarının toplamının bu sınırlar içerisinde olması beklenir. 43 alternatif ürün üzerinden seçim yapılmıştır. Mevcutta verisi alınan mağazanın 25 ürün çeşidi taşıdığı görülmüştür. Reyonu daha büyük olan mağazalardan alternatif ürün seçeneği olması için 18 ürün daha eklenmiştir. Alan elastikiyeti parametresi kategori bazında önyüz arttırmanın talebe olan etkisini göstermekte ve 0.03 değeri kullanılmıştır. Dikey alan etkisi parametresi, dikey alanda görünür bölümlere yerleştirilmenin talep etkisinin 0.05 olduğu kabul edilmiştir. İkame etkisi parametresini de 0.5 kullanarak portföyden çıkarılan ürünlerin talebinin yarısını portföyde olan diğer ürünlere dağıtılacağı kabul edilmiştir.. Reyonlar 6 raf sırasından oluşmaktadır. Ortadaki 4 sıra önemli kabul edilmektedir. Ortadaki 4 sıranın kapasitesi 227 cm’dir. Talep periyodu olarak 3 günlük satış miktarları geçmiş veriden alınmıştır. Taze ürünler, dayanıklı ürünlerden daha sık sevkiyat yapılması gereken ürünlerdendir. 2 günde 1 sevk alındığı düşünülürse sevkiyatın gelme zamanına göre 1 günlük emniyetli stok bulunduracak şekilde raf optimizasyonu yapmak bozulabilir ve taze kalması gereken ürünler için yeterli görülmüştür. Günlük faiz oranı çalışmanın yapıldığı dönem ve koşullar içindeki değerlerden daha yüksek alınmıştır. Stok tutmak yerine yapılabilecek yatırımların fırsat maliyeti, satmayan ürünleri konumlandırılmayacağı alternatif daha düşük kiralama bedelleri, satılmayan ürünler yerine satılan ürünleri konumlandırarak oluşabilecek alternatif karlar içerisinde düşünülmüştür. Yoğurt grubunun 3 günlük satış miktarı 0,18 ve 7,15 arasındadır. Ürünlerin genişlikleri 3 ve 22 cm arasındadır. Ürün derinlikleri 2,5 ve 22 cm arasındadır. Bir önyüz bölümüne sığan ürün sayısı ürünlerin ölçülerine bağlı hesaplatılmıştır. Bir önyüz arkasına sığan ürün sayısı 2 ile 20 arasında bulunmuştur. Stok maliyeti ve imha maliyeti ürünlerin alış maliyetlerine orantılı olarak alınmıştır. Stoksuzluk ceza maliyeti maliyeti ortalama satış fiyatının %10’u oranında alınarak ürün yapısına göre farklılaştırılmıştır. Mağazalar için olmazsa olmaz ürünler yüksek stoksuzluk maliyeti ile

modele eklenmiştir. Örnek çalışma için perakendecinin kendi markaları yüksek ceza puanı ile modele eklenmiştir. Satış fiyatı 11,23 ile 89,26 arasındadır. Değerlendirmeye alınan ürünlerde en kısa raf ömrü 16, en uzun raf ömrü 40'tır.

Dayanıklı kategoriler için uygulanan modelde uygulama için sabun kategorisi seçilmiştir. Alan elastikiyet katsayısı, dikey alan etkisi, ikame etkisi parametreleri yoğurtlar ile aynı şekilde kabul edilmiştir. Sabunlar için de optimize edilen mağaza küçük metrekaresi olan mahalle içinde konumlanan bir mağazadır. Mağaza portföyünde 30 ürün bulunmaktadır. Benzer ve seçilen mağazadan daha büyük portföyü olan mağazalardan modelde kullanılmak üzere 23 ürün daha modele eklenerek toplam 53 ürün portföy alternatifi olarak modele alınmıştır. Sabunlara ayrılan reyon alanı 400 cmdir. Bu alanın 277 cm'si önemli dikey alandan oluşmaktadır. Talep periyodu olarak 15 günlük dönem alınmıştır. Normalde perakendecinin daha sık sevkiyatı olmasına rağmen hareketliliği yüksek olmayan dayanıklı ve promosyon ürünleri dışında raf stokları 15 günlük stok için tasarlanabilir hale getirilirse lojistik giderlerle ilgili tasarruf yapılabilme imkanından dolayı 15 günlük talep periyodu uygulanmıştır. Sabun grubunda satış miktarı 1 ile 9 arasında değişmektedir. Ürün genişlikleri 6.40 ve 19.30 arasındadır. Ürün derinlikleri 2,30 ile 13,30 arasındadır. Ürün ölçülerine göre bir önyüzlük alana 2 ile 7 arasında ürün sığmaktadır. Stok maliyeti ürünlerin satın alım maliyeti ile orantılı olarak 17,71 ile 130,96 olarak alınmıştır. Raf ömrü ve imha maliyeti kriterleri kullanılmamıştır. Modelin içerisinde karlılık verileri kullanılmasına rağmen ticari gizlilik sebebiyle gruplar bazında veri paylaşılmamıştır. Önyüz sayısı iki modelde de 10 ile sınırlandırılmıştır. Kullanılan mağazalar reyon alanları küçük mağazalar olduğunda ürünler mevcutta 1 veya 2 önyüzle konumlandırılmaktadır. Önyüz için 10 kısıtı yeterince büyük bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha büyük ürün kümesiyle modelin çalıştırılması düşünülürse yine maksimum önyüz kısıtı belirlemek, programın çalışma süresi açısından öneme sahiptir.

Çizelge 4.2 : Parametreler ve verilerin en küçük ve büyük değerleri.

	YOĞURTLAR		SABUNLAR	
	MİN	MAKS	MİN	MAX
Ürün sayısı		43		53
Alan Elastikiyeti (E_k)		0,03		0,03
Dikey Alan Etkisi (DKT)		0,05		0,05
İkame Etkisi (IE)		0,5		0,5
Raf Alanı (R)		340		400
Önemli Raf Alanı ($R_{ön}$)		227		277
Talep Periyodu (T_{ikmal})		3		15
Günlük Faiz Oranı (FO)		%0,6		
Satış miktar (T_0)	0,18	7,15	1,00	9,00
Kar (K) ¹	*	*	*	*
Genişlik(g)	3,00	22,00	6,40	19,30
Derinlik(d)	2,50	22,00	2,30	13,30
Raf Derinliğine Sığan Ürün Sayısı (q)	2,00	20,00	2,00	7,00
Stok maliyeti (S)	6,46	70,54	5,31	57,44
Stoksuzluk Ceza Maliyeti (SS)	4,00	10,00	5,00	10,00
İmha Maliyeti (I)	6,46	70,54	-	-
Satış Fiyatı (F)	11,23	89,26	17,71	130,96
Raf Ömrü (RO)	16,00	40,00	-	-

¹ Ürünlerin kar değerleri modelde kullanılmıştır. Şirket veri gizliliği sebebiyle maksimum ve minimum değerleri tabloda paylaşılmamıştır.

4.5.4 Sayısal sonuçlar

Model IBM CPLEX ILOG programı ile çalıştırılmış. Dayanıklı ürünlerin çözümünün yapıldığı programda alternatif olarak sunulan 53 sabun ürünü ile çalıştırılan model 26 saniye içerisinde sonuçları vermiştir. Çalışma süresi açısından tek kategoride modelin uygulanabilirliği görülmüştür. Çalışmada ortaya konan model sabun kategorisinde uygulanarak 30 ürünle 1468 TL kar yapan mağaza, 0,5 ikame etkisi ile kategori ve mağazanın ürün seçimi ve yerleşimini değiştirerek portföyde taşınan ürün sayısını da 28'e düşürerek, kar %57 arttırılmıştır. Portföye seçilen ürün sayısı %7 azalmıştır. Portföy seçiminin değişimi ile kar marjında da %5,5 puanlık artış görülmüştür. Modelin uygulanması ile birlikte portföye seçilen ürün kümesinde ve ürünlerin önyüz sayılarında değişiklikler olmuştur. Mevcutta portföyde olan 13 ürün portföyden çıkarılmıştır. Portföyde olmayan 11 ürün portföye eklenmiştir. 2 ürünün önyüz sayısı arttırılmıştır. 1 ürünün önyüz sayısı azaltılmıştır. 23 ürün önemli raflara atanmıştır. Şekil 4.6'de ürünlerin mağazada mevcut durumunu ve önerilen durumu verilmiştir.

Bozulabilir ürünler için oluşturulan model yoğurtlarda 43 ürünlük küme ve bir mağaza verisi ile uygulaması yapılmıştır. Mağazada mevcut durumda 25 ürün portföyde ve reyonlarda birer önyüz ile konumlandırılmıştı. Benzer mağazalardan 18 ürün çalışmaya alternatif ürün olarak eklenmiştir. Modelden 9 saniye içerisinde sonuç elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, portföyde olan 10 ürün, portföyden çıkarıldı. 7 ürün portföyde değilken dahil edildi. 4 ürünün mevcut yerleşime göre önyüzü arttırıldı. 11 ürünün portföy öncesi ve sonrası önyüz durumları eşit kaldı. Çalışma sonunda 22 ürün ile çalışılması, 4 üründe 2 önyüz ile konumlandırma yapılması önerilmiştir. 13 ürün önemli alanlara atandı. Portföy büyüklüğü %12 azaltılmıştır. Kar oranı %5,8 puan arttığı, kar TL'nin %51,6 arttığı görülmüştür. Ürünlerin numaralandırılmış halde mevcut ve önerilen durumlarını Şekil 4.7'te verilmiştir.

ÜRÜNLER	Önyüz mağaza mevcut	Önyüz	Önemli	RS	İET	DET	AET	Toplam Talep	Açıklama
Ürün 1.1	3	0	1	0	15,3	0,00	0,00	10,5	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.2	2	2	1	10	0,8	0,45	0,19	10,4	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.3	2	2	1	12	14,8	0,45	0,19	11,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.4	2	2	1	12	0,8	0,40	0,17	9,3	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.5	1	0	0	0	0,9	0,00	0,00	7,9	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.6	1	0	0	0	13,8	0,00	0,00	7,4	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.7	1	3	0	6	0,5	0,00	0,20	6,7	Önyüz sayısı 1 den 3 e çıkarıldı
Ürün 1.8	2	1	1	6	0,7	0,30	0,00	7,0	Önyüz sayısı 2 den 1 e düşürüldü, önemli alana atandı
Ürün 1.9	0	0	1	0	1,0	0,00	0,00	7,0	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.10	1	0	0	0	0,5	0,00	0,00	5,5	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.11	1	1	1	7	0,3	0,25	0,00	5,6	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.12	1	2	0	4	0,7	0,00	0,11	5,8	Önyüz sayısı 1 den 2 ye çıkarıldı
Ürün 1.13	0	0	0	0	0,8	0,00	0,00	5,8	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.14	1	1	0	5	16,8	0,00	0,00	6,7	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.15	0	2	1	6	0,9	0,25	0,11	6,2	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.16	0	0	0	0	0,3	0,00	0,00	4,3	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.17	1	1	1	5	0,9	0,20	0,00	5,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.18	1	1	1	5	0,4	0,20	0,00	4,6	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.19	0	1	1	5	0,6	0,20	0,00	4,8	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.20	1	1	0	3	0,8	0,00	0,00	4,8	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.21	1	0	0	0	0,7	0,00	0,00	4,7	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.22	1	1	1	5	0,6	0,20	0,00	4,8	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.23	0	1	1	6	0,8	0,20	0,00	5,0	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.24	1	1	1	5	0,9	0,15	0,00	4,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.25	1	0	1	0	0,7	0,00	0,00	3,7	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.26	1	1	1	5	0,1	0,15	0,00	3,3	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.27	0	0	1	0	0,6	0,00	0,00	3,6	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.28	1	0	0	0	0,6	0,00	0,00	3,6	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.29	0	0	1	0	0,4	0,00	0,00	1,3	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.30	0	1	0	3	0,8	0,00	0,00	1,9	Ürün portföye dahil edildi
Ürün 1.31	0	1	1	5	0,3	0,15	0,00	2,1	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.32	0	1	1	5	11,0	0,15	0,00	1,8	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.33	0	0	0	0	0,8	0,00	0,00	2,5	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.34	0	1	1	5	0,3	0,10	0,00	2,6	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.35	1	1	1	5	0,4	0,10	0,00	3,3	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.36	1	1	1	3	12,3	0,10	0,00	2,5	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.37	0	1	1	3	0,4	0,10	0,00	3,1	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.38	0	1	1	4	0,2	0,10	0,00	2,8	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.39	0	1	1	2	0,3	0,10	0,00	1,3	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.40	0	0	1	0	0,5	0,00	0,00	2,1	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.41	0	0	0	0	0,6	0,00	0,00	2,1	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.42	0	1	1	5	11,9	0,10	0,00	1,4	Ürün portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 1.43	0	0	0	0	0,5	0,00	0,00	3,8	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.44	0	0	0	0	11,5	0,00	0,00	3,5	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.45	1	1	1	3	0,7	0,10	0,00	4,2	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 1.46	1	0	0	0	0,3	0,00	0,00	3,8	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.47	0	0	1	0	11,3	0,00	0,00	2,4	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.48	1	0	0	0	10,9	0,00	0,00	2,5	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.49	0	0	0	0	0,4	0,00	0,00	3,3	Portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 1.50	1	0	1	0	0,3	0,00	0,00	2,5	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.51	1	0	0	0	0,9	0,00	0,00	2,3	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.52	1	0	0	0	10,8	0,00	0,00	2,4	Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.53	1	0	1	0	0,8	0,00	0,00	3,4	Portföyden çıkarıldı

Şekil 4.6 : Sabunlarda önerilen portföy, önyüz ve dikey alan.

ÜRÜNLER	Önyüz mağaza mevcut	Önyüz	Önemli	RS	İET	DET	AET	Toplam Talep	Açıklama
Ürün 2.1	1	1	1	8	1,1	0,3	0,1	7,6	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.2	1	2	0	8	1,2	0,0	0,2	8,5	1 önyüz artırıldı
Ürün 2.3	1	2	1	6	0,8	0,2	0,1	6,0	1 önyüz artırıldı, önemli alana atandı
Ürün 2.4	1	2	0	6	1,1	0,0	0,1	7,4	1 önyüz artırıldı
Ürün 2.5	1	1	1	5	0,7	0,2	0,0	4,8	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.6	1	1	1	5	0,6	0,2	0,0	4,2	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.7	1	1	1	4	0,7	0,2	0,0	5,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.8	0	1	1	3	0,5	0,1	0,0	3,7	portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 2.9	1	1	1	3	0,5	0,1	0,0	3,4	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.10	0	1	1	3	0,4	0,1	0,0	3,1	portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 2.11	0	1	1	3	0,4	0,1	0,0	2,7	portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 2.12	0	1	1	3	0,4	0,1	0,0	2,6	portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 2.13	1	1	1	3	0,3	0,1	0,0	2,2	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.14	1	0	1	3	0,3	0,1	0,0	2,1	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.15	1	0	1	3	0,3	0,1	0,0	2,1	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.16	1	0	1	3	0,3	0,1	0,0	2,1	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.17	1	1	0	3	0,7	0,0	0,0	4,8	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.18	0	1	0	3	0,7	0,0	0,0	4,4	portföye dahil edildi
Ürün 2.19	1	1	0	3	0,6	0,0	0,0	4,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.20	1	1	0	3	0,5	0,0	0,0	3,6	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.21	1	0	1	2	0,3	0,1	0,0	2,0	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.22	1	1	1	2	0,3	0,1	0,0	1,8	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit, önemli alana atandı
Ürün 2.23	0	1	1	2	0,2	0,1	0,0	1,5	portföye dahil edildi, önemli alana atandı
Ürün 2.24	1	2	0	0	0,9	0,0	0,0	7,2	1 önyüz artırıldı
Ürün 2.25	0	0	0	0	0,7	0,0	0,0	5,6	portföyde değildi dahil edilmedi
Ürün 2.26	1	1	0	0	0,7	0,0	0,0	5,1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.27	1	0	0	0	0,5	0,0	0,0	3,6	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.28	0	0	0	0	0,4	0,0	0,0	3,1	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.29	0	0	0	0	0,4	0,0	0,0	2,8	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.30	0	1	0	0	0,4	0,0	0,0	2,5	portföye dahil edildi
Ürün 2.31	1	0	0	0	0,3	0,0	0,0	1,9	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.32	1	0	0	0	0,3	0,0	0,0	1,8	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.33	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	1,7	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.34	0	0	0	0	0,2	0,0	0,0	1,6	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.35	0	0	0	0	0,2	0,0	0,0	1,4	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.36	0	0	0	0	0,2	0,0	0,0	1,4	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.37	0	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,9	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.38	0	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,9	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.39	0	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,7	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.40	1	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,6	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.41	1	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,5	Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.42	0	0	0	0	0,1	0,0	0,0	0,5	Portföyde değildi, dahil edilmedi
Ürün 2.43	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,2	Portföyde değildi, dahil edilmedi

Şekil 4.7 : Yoğurtlarda önerilen portföy, önyüz ve dikey alan.

4.6 GMROF Sıralama Yöntemi

Ring ve dig.(2002) çalışmalarında stratejik kaynak yönetimi modelini, stok, alan ve iş gücü verimliliğini inceleyip geliştirmişlerdir. GMROF (Gross Margin Return on Footage), brüt kar marjının, bir birim alana düşen satış ile hesaplanması ile bulunur. Toplam Net satışlar, toplam alana bölünerek bir birim alan için satış bulunur. (Ring ve dig., 2002). Bu çalışmanın amacı perakendeci için en doğru ürünleri kısıtlı raf alanı üzerinden seçmek olduğundan, alan verimliliğini gösteren bir parametre olan GMROF sıralamasına göre ürünlerin seçimi yapıldığında elde edilen kar değişimi ve optimizasyon sonucu elde edilen

kar değişimi kıyaslanmıştır. GMROF, denklem 4.29 da gösterildiği üzere, alan verimliliğini bir birim alan başına düşen kar tutarı hesabı ile ölçümünü sağlayan bir kriterdir.

$$\text{GMROF} = \text{Brüt Kar marjı} * (\text{Net Satış} / \text{Toplam Alanı}) \quad (4.30)$$

Çalışma içerisinde her ürünün genişlik ölçülerine göre bir santimetre başına brüt karı hesaplanarak sıralanmış, santimetre başına en yüksek kar getiren ürünler öncelikli olarak seçilmiştir.

Örnek olarak, 2.7 ile numaralandırılan ürün için kar marjı %19 ürün ortalama satış miktarı 4,2, satış fiyatı 59 dur. Ürünün genişliği 12 cm'dir. Bu ürün için GMROF değeri aşağıdaki gibi hesaplanır. Örnek ürün raflara konumlandırılarak 1 cmlik alandan 3,98 TL'lik kar elde edildiği hesaplanır. Yüksek GMROF değerleri, yüksek kar tutarına işaret eder.

$\text{GMROF} = \%19 * ((4,2 * 59) / 12)$ denkleminde 3,98 cm/TL olarak hesaplanır.

Mağazalarda mevcutta portföyde olan ürün sayısından fazla ürün sayısı seçilmeme koşulu uygulanmıştır. Portföy sayısı sabunlarda maksimum 30 ürün ile yoğurtlarda maksimum 25 ürün seçilecek şekilde sınırlandırılmıştır. GMROF sıralaması yapıldıktan sonra ürün sayısı kısıtına kadar her ürüne birer önyüz atanmış ve toplam raf alanları kontrol edilmiştir. Maksimum ürün sayısına ulaşıldıktan sonra, GMROF değeri en yüksek olan ilk ürüne 2 önyüz verilerek, sırayla reyon kapasitesi sınırına gelene kadar devam edilmiştir. Önemli raflara atanma durumu GMROF sırasına göre raf kısıtı koşulunu aşmayacak maksimum sayıda ürün seçilerek devam edilmiştir. Şekil 4.8 de sabunlarda ve Şekil 4.9 de yoğurtlarda ürün bazında alınan portföye seçim kararları ve önyüz kararları gösterilmiştir. Sabunlarda 17 ürün seçimi aynı kalırken, alternatif ürün kümesinden 13 ürün portföye dahil edilmiştir. 4 ürünün önyüzü mevcut durum ile farklılık göstermiştir. Optimizasyon programında seçilen ürün kümesi ile 26'sının ortak olduğu görülmüştür. Mevcut reyon verleşimi ve portföy kararlarına göre %24,7 daha karlı bir seçim opsiyonu sunulmaktadır. Yoğurtlarda ise 18 ürün seçimi mevcut mağaza düzeni ile aynı kalmıştır. 7 ürün portföyde değilken dahil edilmiştir. 1 ürünün önyüzü arttırılmıştır. Optimizasyon programındaki kararlara göre 13 ürünün seçimi benzer şekilde bulunmuştur. GMROF ile yapılan sıralamaya göre seçilen ürünler ile mevcut durum karşılaştırıldığında kar tutarının %6,2 iyileştiği görülmüştür. İki grupta da GMROF sıralaması ile ürünleri atayarak kar

iyileşmesi sunulabilmektedir. Sabunlarda elde edilen kar iyileşmesi, yoğurtların yaklaşık 4 katında olmuştur. Optimizasyon sonuçlarında iki modelde de %50 üzerinde iyileşme olduğundan sabunlarda görece daha iyi sonuç elde edilmiştir. Ancak optimizasyon sonuçlarına göre oldukça düşük iyileşmeler elde edilmiştir.

ÜRÜNLER	Mevcut Önyüz	Optimizasyon Önyüz	Optimizasyon Önemli Raflar	GMROF	GMROF Sıralama Önyüz	GMROF Sıralama Önemli Raflar	Mevcut Duruma göre Açıklamalar
Ürün 1.2	2	2	1	28,18	2	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.11	1	1	1	27,08	2	1	Önyüz artırıldı
Ürün 1.7	1	3	0	17,88	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.3	2	2	1	14,55	1	1	Önyüz sayısı azatıldı
Ürün 1.4	2	2	1	14,18	1	1	Önyüz sayısı azatıldı
Ürün 1.12	1	2	0	13,77	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.5	1	0	0	12,35	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.22	1	1	1	11,45	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.37	0	1	1	11,35	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.8	2	1	1	10,69	1	1	Önyüz sayısı azatıldı
Ürün 1.34	0	1	1	10,40	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.15	0	2	1	9,63	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.38	0	1	1	8,74	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.42	0	1	1	8,28	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.26	1	1	1	8,15	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.32	0	1	1	7,97	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.20	1	1	0	7,24	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.23	0	1	1	7,10	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.39	0	1	1	7,08	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.14	1	1	0	6,84	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.31	0	1	1	6,26	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 1.35	1	1	1	5,46	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.45	1	1	1	5,38	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.30	0	1	0	5,29	1		Portföye dahil edildi
Ürün 1.17	1	1	1	5,11	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.18	1	1	1	5,03	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.19	0	1	1	4,78	1		Portföye dahil edildi
Ürün 1.21	1	0	0	4,34	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 1.16	0	0	0	4,09	1		Portföye dahil edildi
Ürün 1.43	0	0	0	4,09	1		Portföye dahil edildi
Ürün 1.24	1	1	1	3,83			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.40	0	0	1	3,75			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.28	1	0	0	3,65			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.29	0	0	1	3,63			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.36	1	1	1	3,63			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.27	0	0	1	3,52			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.46	1	0	0	3,20			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.49	0	0	0	2,94			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.1	3	0	1	2,44			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.41	0	0	0	2,24			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.44	0	0	0	2,00			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.51	1	0	0	2,00			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.52	1	0	0	1,90			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.50	1	0	1	1,74			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.9	0	0	1	1,45			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.53	1	0	1	1,35			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.13	0	0	0	1,18			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.47	0	0	1	0,89			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.6	1	0	0	0,88			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.10	1	0	0	0,84			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.33	0	0	0	0,71			Portföyde değildi seçilmedi
Ürün 1.25	1	0	1	0,50			Portföyden çıkarıldı
Ürün 1.48	1	0	0	0,18			Portföyden çıkarıldı

Şekil 4.8 : Sabunlarda GMROF sıralamasına göre kararlar.

ÜRÜNLER	Mevcut Önyüz	Optimizasyon Önyüz	Optimizasyon Önemli Raflar	GMROF	GMROF Sıralama Önyüz	GMROF Sıralama Önemli Raflar	Mevcut Duruma göre Açıklamalar
Ürün 2.3	1	2	1	9,28	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.20	1	1	0	8,45	2	1	1 önyüz artırıldı
Ürün 2.19	1	1	0	5,38	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.4	1	2	0	5,22	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.18	0	1	0	4,79	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 2.2	1	2	0	4,58	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.1	1	1	1	4,32	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.8	0	1	1	4,10	1	1	Portföye dahil edildi
Ürün 2.7	1	1	1	3,99	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.5	1	1	1	3,97	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.17	1	1	0	3,95	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.14	1	0	1	3,92	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.15	1	0	1	3,77	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.16	1	0	1	3,75	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.21	1	0	1	3,69	1	1	Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.25	0	0	0	3,67	1		Portföye dahil edildi
Ürün 2.11	0	1	1	3,44	1		Portföye dahil edildi
Ürün 2.9	1	1	1	3,44	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.32	1	0	0	3,40	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.13	1	1	1	3,37	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.12	0	1	1	3,30	1		Portföye dahil edildi
Ürün 2.26	1	1	0	3,20	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.33	1	0	0	3,13	1		Program öncesi ve sonrası önyüz eşit
Ürün 2.10	0	1	1	3,06	1		Portföye dahil edildi
Ürün 2.34	0	0	0	3,00	1		Portföye dahil edildi
Ürün 2.6	1	1	1	2,69			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.31	1	0	0	2,47			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.24	1	2	0	2,41			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.22	1	1	1	2,15			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.36	0	0	0	2,11			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.30	0	1	0	2,06			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.28	0	0	0	1,82			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.29	0	0	0	1,82			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.35	0	0	0	1,77			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.23	0	1	1	1,68			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.37	0	0	0	1,50			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.27	1	0	0	1,43			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.38	0	0	0	1,39			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.39	0	0	0	1,04			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.40	1	0	0	0,64			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.41	1	0	0	0,64			Portföyden çıkarıldı
Ürün 2.42	0	0	0	0,63			Portföyde değil dahil edilmedi
Ürün 2.43	0	0	0	0,43			Portföyde değil dahil edilmedi

Şekil 4.9 : Yoğurtlarda GMROF sıralamasına göre kararlar.

Yöntemin dezavantajı ürün sayısının, portföy genişliğinin nerede durdurulacağını belirlenememesidir. Bu sebeple mevcut portföy büyüklüğünü sabit tutmak kısıt olarak belirlenmiştir. Yöntemin avantajı optimizasyon uygulanamayacak perakende profesyonelleri için sıralama yöntemi ile iyileştirme sunmasıdır.

4.7 Duyarlılık Analizi

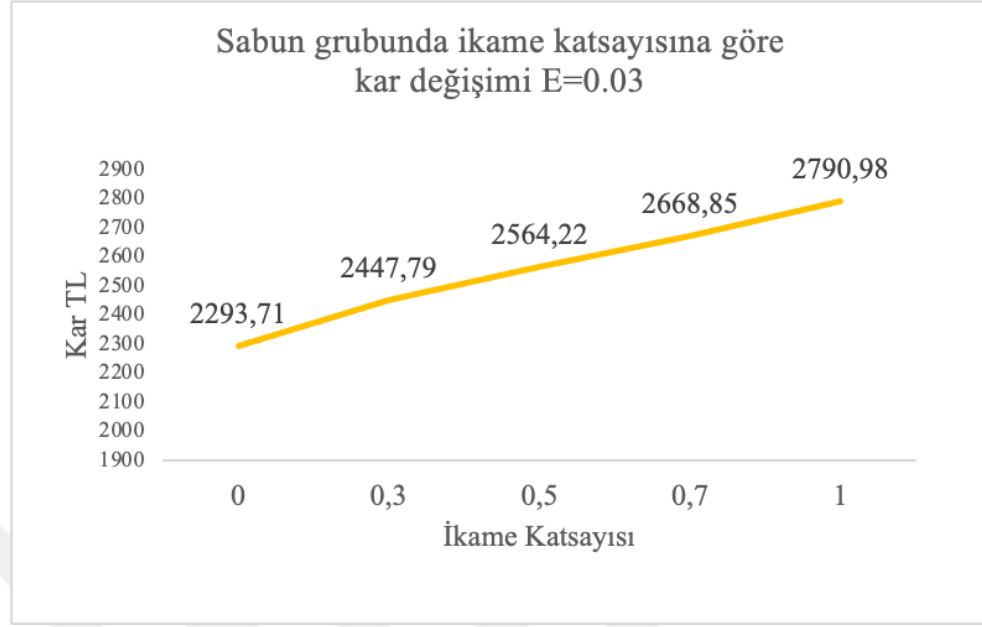
Duyarlılık analizi alan elastikiyeti ve ikame katsayısı parametrelerinde yapılmıştır. İkame oranı olarak ilk sonuçlarda 0,5, duyarlılık analizinde 0, 0,3, 0,7, 1 parametreleri kullanılmıştır. Alan elastikiyeti olarak ilk çalışma sonuçlarında 0,03 kullanılmıştır. 0, 0,05

0,07 ve 1 uygulanarak model sonuçları değerlendirilmiştir. Duyarlılık analizleri sabun ve yogurt kümelerinde ayrı şekilde uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Sabun kümesini incelediğimizde, ikame oranı arttıkça karın arttığını ve ürün sayısının azaldığını gözlemleyebiliyoruz. İkame katsayısının sıfır olduğu durum, müşterinin aradığı ürünü bulamadığında farklı bir ürün tercih etmeyeceği, tamamen talebin kayıp satışa döneceği durumlar olarak kabul edilebilir. İkame katsayısının 1 olduğu durum ise müşteri aradığı ürünü bulamadığında hiç kayıp satış yaşanmayacağı ürünün talebinin aynı ihtiyacı karşılayan diğer ürünlere talep artışı olarak yansıtacağı kabul edilir. Sabunlarda ikamenin hiç olmaması veya tüm talebin ikame edilebilir olduğu durum toplam kar açısından karşılaştırıldığında %21 kar değişimine sebep olduğu görülmüştür. Modelin ilk varsayımında kullanılan 0,5 ikame katsayısı değeri ile ikamenin gözardı edildiği durum karşılaştırıldığında %10,5 daha az kar bulunacağı görülmüştür. Portföyde olmayan ürünün yarısının ikame edilebilir olduğu ilk sonuçlar ($\bar{IO}=0,5$) ile tamamının ikame edilebilir olduğu durum ($\bar{IO}=1$) karşılaştırıldığında %8.8 kar artışı olduğu görülmüştür. İkame katsayısı seçilen ürün kümesini ve seçilen ürün sayısını da etkilemektedir. İkame ürün katsayısı arttıkça portföyden çıkarılan ürünlerin talepleri diğer ürünler ile karşılanabildiğinden daha az ürünle daha fazla kar elde edilebilmektedir. Çizelge 4.3'te ikame oranının aldığı değerlere göre kar değişimi, ürün sayısı değişimi tablo üzerinde verilmiştir. Şekil 4.10'da ikame katsayısına göre kar TL'nin değişimi grafik üzerinden görülebilmektedir.

Çizelge 4.3 : Sabun kategorisi ikame oranının kar tutarı ve ürün sayısı etkisi.

İkame Oranı	Kar	Çalışma Süresi	Ürün Sayısı	Kar Değişimi
0	2293,71	7s	29	-10,5%
0,3	2447,79	17s	28	-4,5%
0,5	2564,22	26s	28	0,0%
0,7	2668,85	58s	27	4,1%
1	2790,98	24s	27	8,8%

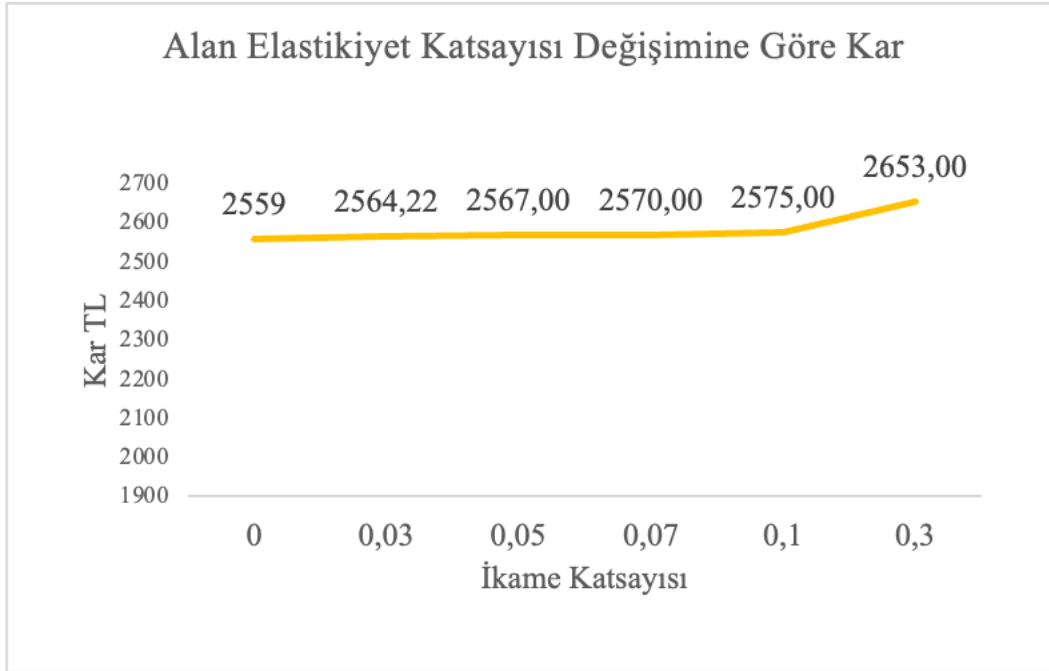


Şekil 4.10 : Sabun kategorisinde ikame katsayısı ve kar tutarı.

Alan elastikiyeti ilk sonuçlarda 0,03 olarak alınmıştır. Duyarlılık çalışmasında 0, 0,05, 0,07, 0,1 ve 0,3 değerleri uygulanarak kar ve seçilen ürün sayısı üzerindeki etkisi gözlenmiştir. Alan elastikiyetinin artışı ürünlere verilen önyüzün talebi değiştirme oranını ifade etmektedir. Alan elastikiyeti 0,02 puan arttığında kar %0,1 artmakta ürün sayısı değişmemiştir. 0,03 olan parametre, 10 katına 0,3 e çıkarıldığında %3,5 daha fazla kar hesaplandığı görülmüştür. Aynı zamanda bu versiyonda portföye seçilen ürün sayısı 2 azalmaktadır. Çok satış yapan bir ürüne bir önyüz daha vererek kazanılan ek satış, daha düşük kar getiren yeni ürün eklemekten daha fazla satış getirmektedir. Alan elastikiyet katsayısının olmadığı varsayıldığında ürünlerin talebi önyüze göre değişmediği varsayıldığında, programda bulunan kar değeri %0,2 azalacak ve seçilen ürün sayısında değişim olmayacaktır. Parametrenin büyüklüğüne göre karı etki seviyesi ve seçilen ürünler değişmektedir. Çizelge 4.4'te alternatif olarak çalıştırılan tüm değerlerin çalışma sürelerini, bulunan kar tutarını, seçilen ürün sayısı, ilk sonuçlara göre sonuçların ne kadar farklılaştığı incelenebilir. Şekil 4.11'de alan elastikiyet katsayısına göre kat tutar değişimi grafik üzerinden incelenebilir.

Çizelge 4.4 : Sabun kategorisi alan elastikiyeti, kar tutarı ve ürün sayısı.

İkame Oranı	Alan Elastikiyeti	Kar	Çalışma Süresi	Seçilen Ürün Sayısı	Kar Değişimi
0,5	0	2559	25s	28	-0,2%
0,5	0,03	2564	26s	28	-
0,5	0,05	2567	29s	28	0,1%
0,5	0,07	2570	34s	28	0,2%
0,5	0,1	2575	35s	28	0,4%
0,5	0,3	2653	20s	26	3,5%



Şekil 4.11 : Sabun kategorisi alan elastikiyeti ve kar tutarı.

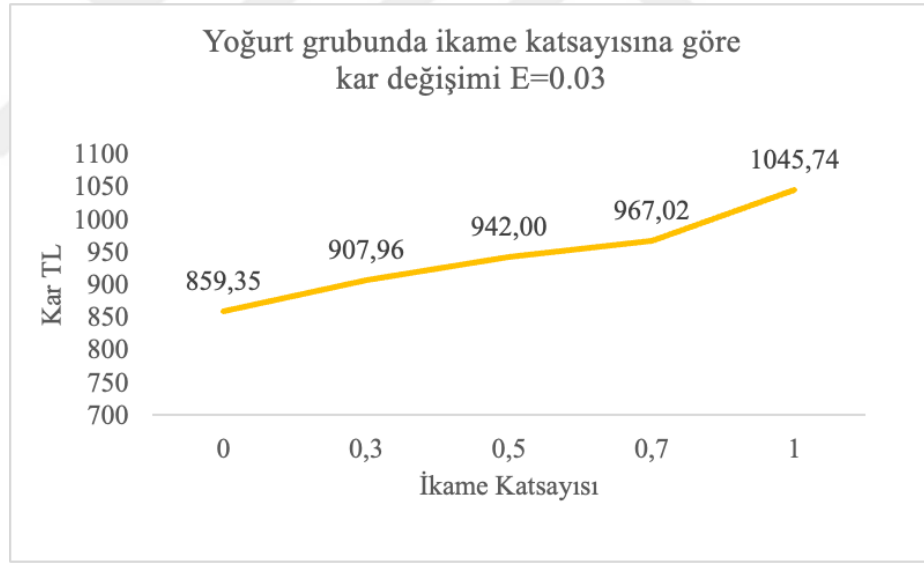
Bozulabilir ürün grubu için çalışılan modelde ikame katsayısı olarak sabun kategorisi ile aynı 0, 0,3, 0,5, 0,7 ve 1 değerleri üzerinden duyarlılık analizi yapılmıştır.

Kar değişimi alanı modelde kabul edilen 0,5 ikame katsayısı değerine göre verilmiştir. Yoğurt kategorisinde ikame olmayacağı kabul edildiğinde kar ilk sonuçlara göre %8,8 azalmıştır. Yoğurt kategorisinde tüm bulunamayan ürünlerin yerine müşteri farklı bir ürün alacağını ve ihtiyacını karşılayacağını kabul ettiğimizde kar, ilk sonuçlara göre %11 artmaktadır. Portföye seçilen ürün sayısı, ikame katsayısı 1 olduğunda, tüm ürünlerin talebi ikame edildiğinde ürün sayısı 2 adet düşerek 20 olmuştur. İkame oranı 1 ve 0 olarak, maksimum ve minimum değerlerini aldığı anda %21,7 kar değişimi yaşanmaktadır. Çizelge

4.5’ de yogurt grubunda ikame katsayısının aldığı farklı değerlerin, kar tutarı seçilen ürün sayısı çalışma süreleri ve ilk çalışmada kullanılan ikame katsayısı değerine göre kar değişimini görebilirsiniz. İkame oranı 1 olarak alındığında bu modelin çalışma sürelerinde büyük bir artış görülmüştür. Şekil 4.12’ de grafik üzerinde kar tutar değişimleri gösterilmektedir. Alan elastikite katsayısı bu denemelerde 0,03 olarak alınmıştır.

Çizelge 4.5 : Yoğurt kategorisi ikame katsayısı, kar tutarı ve ürün sayısı.

İkame Katsayısı	Kar	Seçilen Ürün Sayısı	Çalışma Süreleri	Kar Değişimi
0	859,35	22	10s	-8,8%
0,3	907,96	23	14s	-3,6%
0,5	942,00	23	9 s	0,0%
0,7	967,02	23	1.11 dk	2,7%
1	1045,74	20	2 sa 38 dk	11,0%



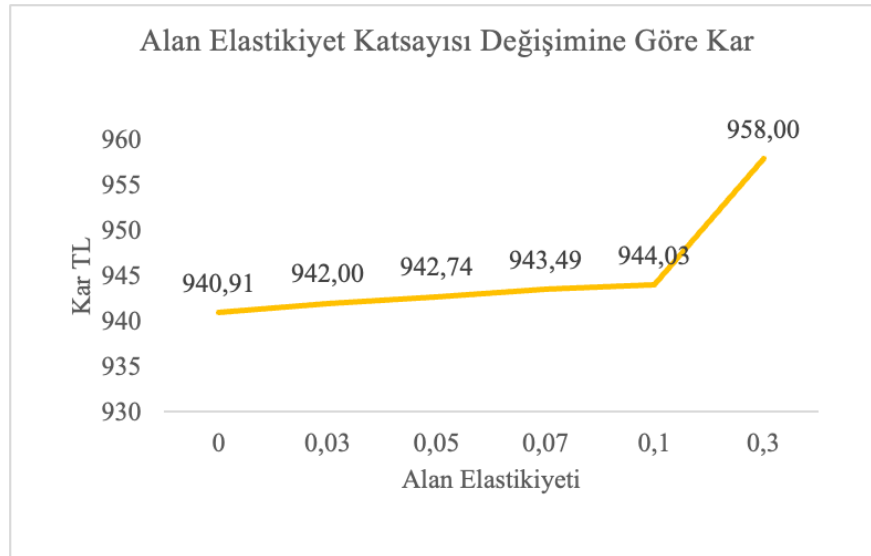
Şekil 4.12 : Yoğurt kategorisinde ikame katsayısı ve kar tutarı.

İkame katsayısı 0,5 olduğunda alan elastikiyetine 0, 0,03, 0,05, 0,07, 0,1 ve 0,3 değerleri verilerek kar değeri test edilmiştir. Alan elastikiyeti 0,02 ve 0,04 puan arttırıldığında sabunlara göre çok daha küçük değişimler oluşmuştur. Alan elastikiyeti ile talep değişimi modelde hiç kullanılmadığında 0,19’luk kar tutarında azalma görülmüştür. Seçilen ürün sayısı değişmemiştir. Alan elastikiyeti 0,02 puan arttığında ilk sonuçlara göre karda %0,08 değişim olmuştur. Alan elastikiyeti 0,04 puan arttığında kar %0,16 artmıştır. Çalışma süreleri de alan elastikiyeti arttıkça artmaktadır. Alan elastikiyeti 0,03 yerine 10 katı olan

0,3 kullanıldığında karda %1,7 lik bir artış gözlemlenmiş. Aynı zamanda bu versiyonda ürün sayısı 4 azalmıştır. Tüm kriterlerde programın çalışma zamanı uygulanabilir zaman aralıklarında kalmıştır. 23 üründe 4 ürünlük değişim programın ilk sonuçlarına göre %17,4 lük bir değişime denk gelmektedir. Yoğurtlarda alan elastikiyetinin sabunlardan farklı sonuçlar oluşturması yoğurtlarda satılamayacak ürünün imha maliyeti oluşturmasından dolayı, alan elastikiyetinden gelebilecek ek talep ile oluşabilecek ek imhadan dolayı değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Çizelge 4.6’da alan elastikiyetinin aldığı farklı değerlerin kar tutarı, çalışma süresi, seçilen ürün sayısı ilk çalışmaya göre kar değişimi üzerindeki etkileri incelenebilir. Şekil 4.13’ deki grafik üzerinden alan elastikiyetine göre kar tutar değişimleri incelenebilir.

Çizelge 4.6 : Yoğurt kategorisi alan elastikiyeti, kar tutarı ve ürün sayısı.

İkame Oranı	Alan Elastikiyeti	Kar	Seçilen Ürün Sayısı	Çalışma Süresi	Kar Değişimi
0,5	0	940,91	23	8s	-0,19%
0,5	0,03	942,00	23	10s	-
0,5	0,05	942,74	23	19s	0,08%
0,5	0,07	943,49	23	26s	0,16%
0,5	0,1	944,03	23	28s	0,22%
0,5	0,3	958,00	19	6 dk 22 s	1,70%



Şekil 4.13 : Yoğurtlarda alan elastikiyeti ve kar tutarı.

İkame katsayısının büyüklüğü hem bozulabilir hem de dayanıklı ürünlerde oldukça önemlidir. İkame etkisinin hiç olmadığı kabul edildiğinde, portföyden çıkarılan ürünün talebinin tamamı kaybedildiği düşünüldüğünde sabunlarda kar, yoğurtlardan daha fazla azalmıştır. Portföyden çıkarılan ürünlerin tüm talebi ikame edilebilir olduğu düşünüldüğünde ise yoğurtlarda kar, sabunlardan daha fazla artmıştır. İki kategoride ve iki farklı modelde de ikame etkisinin tam kabul edildiği ve hiç olmadığı durumlarda %21 ve %21,7 seviyelerinde etkilenmiştir. İkame katsayısının değişimi portföy büyüklüğünde, ürün seçiminde ve kar artışında önemli yere sahiptir.

Alan elastikiyetinin değişimine bakıldığında ürünlerin daha fazla önyüz almasının satışlara etkisi arttırıldığında sabunlarda ilk sonuçlara göre %3,5 değişim, yoğurtlarda %1,7 değişim olmaktadır. Sabunlarda alan elastikiyeti artışı olduğunda daha fazla kar artışı olduğu görülmüştür. Alan elastikiyetinin talebe etkisi göz ardı edildiğinde ilk sonuçlarda %0,2 lik kar azalışı görülmüştür.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Ürün portföy seçimi perakendecilerin tüm operasyonunu etkileyen kritik öneme sahip konuların başında gelmektedir. Perakendecinin portföy yapısına ve büyüklüğüne göre, depo sayısı, mağaza alan büyüklükleri, iş gücü büyüklüğü, stok döngüsü ile yatırımların dönüş süresi kararları etkilenmektedir. Ürün portföy seçiminde müşterisini memnun ederek verimli bir operasyon kurmayı sağlayan perakendecinin başarıyı yakalayacağına inanılmaktadır. Perakendede seçilebilir ürün çeşitliliği, mağaza çeşitliliği ve alanların kısıtlılığı dolayısıyla verilen kararlar deneme yanılma yöntemi ile çözülemeyecek kadar büyük olasılıklar içerir. Tecrübeye dayalı kararların yanında, matematiksel modeller ile kararları destekleyebilmek sektörde fark yaratacak uygulamalara fırsat verecektir. Operasyonunu daha verimli yönetebilen perakendeciler müşterilere sunacağı fiyat teklifleri ve promosyonlar için alan açmaktadır. Rekabetçi ve düşük marjlar ile çalışılan bir sektör olan gıda perakendeciliği için operasyonel verimliliği arttıran optimizasyon çalışmaları karar destek sistemleri oldukça önemlidir. Fiziksel mağazacılıkta kısıtlı raf alanları perakendeciler için değerli ve sınırlı bir kaynaktır. Bu çalışma ile mağaza ve kategoriler için en iyi ürün kümesi seçimi, seçilen ürünlerin raflarda bulundurulması gereken stok miktarı, görünür dikey alanda konumlandırılacak ürünlerin seçimi konularına cevap bulmak hedeflenmiştir. Bozulabilir ve dayanıklı ürünler için maliyet yapısı farklılaşmaktadır. Bozulabilir ürünlerde ürün ömründen daha fazla stok bulundurmak, stok tutmanın fırsat maliyetinin yanında, imha maliyetini de getirmektedir. Modelin çözümü için tam sayılı doğrusal programlama kullanılarak bozulabilir ve dayanıklı iki farklı kategorideki portföyde olabilecek ürünlerin seçimi, ürün önyüzlerinin belirlenmesi, kısmi reyon yerleşimi ve raf stoklarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Reyonların mevcut ölçüleri kısıt olarak kullanılmıştır. Türkiye'nin önde gelen gıda perakendecilerinin birinde, farklı iki mağazada ve iki kategoride gerçek verilerle uygulanmıştır. Modellerde verileri kullanılan mağazalar süpermarket formatındadır. İlk

modellerin sonuçlarında ve duyarlılık analizlerindeki tüm denemelerde modeller portföyde mevcutta bulunmayan alternatif ürünler de kullanılmasına rağmen, portföydeki ürün sayısını azaltma önerisi vermiştir. Kar tutarında ve kar marjı değerlerinde önemli artışlar elde edilmiştir. Reyon alanı daha küçük olan mağazalarda fazla ürün sayısı ile çalışmak, operasyonun zorluğunu, maliyetlerini arttırmakta ve verimliliğini azaltmaktadır. Raf alanı kısıtından dolayı her ürünü birer önyüzle çalışmak, reyonda stokları biten ürünlerden dolayı kayıp satış etkisine sebep olmaktadır. Model perakendecilere daha doğru ürünleri seçmekte ve ürünlerden reyonlarda yeterli miktarlarda stok bulundurmalarını sağlamaktadır. Stok kararlarının yanında, önemli raflara atanacak ürünler ve önyüzleri belirlenerek kısmi reyon yerleşimi yapılmıştır. Model sonuçlarına göre sabunlarda %57 kar tı artışı, %5,5 marj artışı ve ürün sayısında %7 azalma görülmüştür. Yoğurtlarda %51,6 kar TL artışı, %5,8 marj artışı ve %12 ürün portföyünde daralma görülmüştür. Hem sabun hem de yoğurt kategorilerinde ikame etkisini ve alan elastikiyeti parametresinin duyarlılık analizlerine bakılmıştır. İkame etkisinin değişiminin toplam karı %21,6 'ya varan oranlarda değiştirebildiği görülmüştür. İki modelde de ikame etkisi parametresinin önemi açısından benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Hübner vd (2016) çalışmalarında ikame etkisinin 0 ile 100 arasında değişiminin %30 üzerinde karı değiştirdiğini göstermiştir. Ostermeier vd. ikame etkisinin 0 ve 100 arasında değişiminin kara etkisini %5.5 olarak bulmuşlardır. İkame etkisinin yok sayıldığı durumda portföye seçilen ürün sayısı artmakta ve hesaplanan karlar daha düşük değerlerde kalmaktadır. Alan elastikiyet katsayısının hiç kullanılmaması veya 0,3 değerinde kullanılması arasındaki kar farkı %3,6 olarak hesaplanmıştır. Alan elastikiyeti değerinin model sonuçlarına etkisi iki modelde de sınırlı kalmıştır. Alan elastikiyet etkisinin yoğurtlarda daha düşük kalmasının imha etkisinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Modeller yarım dakikadan kısa süre içerisinde 50 ürünlük portföy büyüklüğü için çalışabilmektedir. Çalışma süreleri açısından ürün sayısı artışına bağlı çalışma sürelerinin uzamasının perakendeciler tarafından kabul edilebileceği düşünülmektedir. Hübner ve Schaal (2017) alan elastikiyeti ve ikame etkisi birlikte değerlendirildiğinde karı %60'a kadar etkilediğini görmüşlerdir. İki etki olmadan önerdikleri model ile %25 kar artışı sunmuşlardır. Kok ve Fisher (2007) çalışmalarında geliştirdikleri model ile yaptıkları süpermarket uygulamalarında %50 den fazla kar getirdiğini görmüşlerdir. Ostermeier vd.

(2021) çalışmalarında, ürünleri üst kategorilere bölerek en yüksek kar artışını sağladıkları bölümde %25,2 ortalamada %3,2 kar artışı gözlemlemişlerdir. Hübner ve diğ. (2021) raf boyutlandırma kararını da ekledikleri çalışmalarında mağazaya göre %3 ve %7 arasında karlılık artışı gözlemlemişlerdir. GMROF sıralamasına göre ürünler portföye seçildiğinde kar tutarlarında artış olmaktadır. Ancak bulunan artış değerleri optimizasyon sonuçlarının oldukça altındadır.

Çalışmada sunulan bozulabilir ve dayanıklı kategorilerin yapısına uygun olarak hazırlanan iki modelde anlaşılır ve sade bir çözüm oluşturulması sektör profesyonelleri tarafından kolaylıkla uygulanmasına olanak sağlayacaktır. Portföy optimizasyonu ve raf yerleşimini, raf stoklarını tek adımda çözmesi programın avantajlarından biridir. Karlılık artışlarının alternatif çalışmalarda en iyi kar artışı getiren çalışmalara benzer sonuçlar sunmasından ve çalışma süreleri açısından uygulanabilir olmasından, program çıktılarının mağazalarda uygulanmasının verimlilik artışı getirebileceği görülmektedir.

5.2 Öneriler

Kategorilerin reyon büyüklükleri mevcut çalışmada kısıt olarak alınarak ürün seçimi ve ürün önyüz ataması belirlenmiştir. Kategorilerin reyon büyüklükleri alt ve üst sınırlar belirlenerek problemin ve çözümün parçası haline getirilebilir. Böylece elde edilen kar belirlenen kategori reyon ölçüleri ile sınırlı kalmayacaktır. Gereğinden fazla reyon büyüklüğü atanmış kategorilerin de ölçüleri değiştirilebilecektir. Kurulan model bir kategori için ve bir mağaza için uygulanmıştır. Talepler toplulaştırılarak aynı reyon büyüklüklerine sahip mağazaların ortalama talebi ile örneğin 1 metre çay reyonu olan tüm mağazaların ürün çeşitliliği birlikte optimize edilebilir. Farklı kategorilerin farklı reyon büyüklüklerinin aynı anda çalıştırılabilmesi için modelde farklılaşmaya gidilmelidir.

Fazla çeşit taşımanın personele operasyonel yükü, depo alanlarının arttırılması ve lojistik maliyetler gibi ek maliyetleri de oluşturmaktadır. Sonraki çalışmalarda ölçümlenebilir ek maliyetler de modele eklenebilir. Çalışmanın kısıtları kategori bazında optimizasyon sunmasındadır. Çalışma kapsamı olarak bir mağazanın tamamı reyon kapasiteleri kategorilere verilmeden en iyilenerek, kategori reyon büyüklüklerinin alması gereken yaklaşık değerlerin bulunması sağlanabilir.

Gelecek çalışmalarda alan elastikiyet katsayısı, dikey alan etkisi katsayısı ve ikame oranı parametre değerlerinin veriden çıkarılması için farklı mağazalar üzerinden alınacak tariheli satış, stok, reyon verileri üzerinden analizler yapılabilir.

E-ticaret satışlarının ve hızlı teslimat yapan firmaların arttığı günümüzde ürün portföyün kararlarını optimize etmek için, maliyetlere ürünlerin mağazada toplama zamanı ve iş gücü eklenerek, çeşit sayısı optimize edilebilir. Yok satma olmaması ve fazla stok yükü oluşmaması için bulundurulması gereken stok miktarları belirlenebilir. Uygulamada gösterim sırasının da yerleşim etkisi olarak talebe eklenmesi planlanabilir.

2019 yılında başlayan Covid-19 pandemisi ile, ürün bulunurluğu ve satış trendlerinin hızlı değişimi sektör içindeki firmaları zorlayan unsurlar olmuştur. Talep tahminindeki düzensizliklerden dolayı perakendeciler daha fazla stok tutarak, tedarik zincirinde yaşanabilecek olası risklere karşı şirketleri korumaya çalışmışlardır. Bir ihtiyaç biriminin daha az ürün çeşidi buna bağlı olarak daha az tedarikçi ile temsil edilmesi operasyon karmaşıklığını azaltıp verimliliği arttıracadı düşünülse de tedarikçilerin operasyonlarında yaşanabilecek olası aksaklıklardan dolayı ihtiyaç birimi içinde müşterinin alabileceği çeşitli alternatiflerin olması kriz dönemlerinde satışların negatif etkilenme seviyesini azaltacaktır. Sonraki çalışmalara tavsiye olarak ihtiyaç birimini temsil eden minimum tedarikçi sayısı kısıt olarak eklenebilir, alternatif olarak tedarikçi sayısının azalmasını risk faktörü maliyeti amaç fonksiyonuna da eklenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Andrade, X., Guimarães, L. ve Figueira, G.** (2020). Product line selection of fast-moving consumer goods. *Omega*. 102.
- Angün, E., ve Ozkan, C.** (2015). A Joint Assortment Planning and Shelf Space Allocation Optimization for a Supermarket Chain in Turkey, *The 23rd International Conference on Production Research*, Manila, Philippines, USA, August 2015.
- Arhami, O., Aslani, S., ve Talebian, M.** (2024). Dynamic assortment planning and capacity allocation with logit substitution. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 76 (5).
- Bauer, J.C., Kotouc A.J., Rudolpha, T.,** (2012) What constitutes a “good assortment”? A scale for measuring consumers’ perceptions of an assortment offered in a grocery category. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 19 (1), 11-26.
- Bianchi-Aguiar T., Hübner A., Carravilla M. A., ve Oliveira J. F.** (2021). Retail shelf space planning problems: A comprehensive review and classification framework. *European Journal of Operational Research*, 289:1–16
- Dhar, S., Hoch, S. ve Kumar, N.,** (2001). Effective Category Management Depends on the Role of the Category. *Journal of Retailing*. 77. 165-184.
- Eisend, M.** (2014) Shelf space elasticity: A meta-analysis. *Journal of Retailing*. 90. 168–181
- Flamand, T., Ghoniem, A., Haouari, M. ve Maddah, B.** (2017). Integrated assortment planning and store-wide shelf space allocation: An optimization-based approach. *Omega*, 81, 134-149.
- Frontoni, Emanuele., Marinelli, F., Rosetti, R., ve Zingaretti, P.** (2017). Shelf space re-allocation for out-of-stock reduction. *Computers & Industrial Engineering*, 106, 32-40.
- Hekimoglu, M., Sevim, İ., Aksezer, Ç., Durmuş, İ.** (2019). Assortment optimization with log-linear demand: Application at a Turkish grocery store. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 50, 199-214.
- Hübner, A., Kuhn, H. ve Kühn, S.** (2015). An efficient algorithm for capacitated assortment planning with stochastic demand and substitution. *European Journal of Operational Research*, 250(2), 505-520.
- Hübner, A., ve Kuhn, H.** (2010). Retail Shelf Space Management Model with Space-Elastic Demand and Consumer-Driven Substitution Effects. *SSRN Electronic Journal*.

- Hübner, A. Ostermeier, M., ve Düsterhöft, T.** (2021). Shelf space dimensioning and product allocation in retail store. *European Journal of Operational Research*, 292, 155-171.
- Hübner A. ve Schaal K.** (2017). An integrated assortment and shelf-space optimization model with demand substitution and space-elasticity effects. *European Journal Operation Research*, 261(1), 302–316.
- Katsifou A., Seifert R. W., ve Tancrez J.** (2014). Joint product assortment, inventory and price optimization to attract loyal and non-loyal customers, *Omega*, 46, 36-50.
- Kök G., ve Fisher M. L.** (2007). Demand Estimation and Assortment Optimization Under Substitution: Methodology and Application. *Operations Research*, 55, 1001-1021.
- Ostermeier M., Düsterhöft T., ve Hübner A.** (2021). A model and solution approach for store-wide shelf space allocation. *Omega*. 102(10).
- Sarin, V** (2012). Organized Retailing V/S Traditional Retailing: A Study Of Traditional Retailer’s Perception in Punjab, *CGC-Management Review*. 2. 107-117.
- Ring, L., Tigert, D., ve Serpkenci, R.** (2002). The strategic resource management (SRM) model revisited. *International Journal of Retail & Distribution Management*. 30. 544-561.
- Tan, B. ve Karabati, S.** (2013). Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution. *International Journal of Production Economics*. 145. 78-87.
- Timonina-Farkas A., Katsifou A., ve Seifert R.W.** (2020). Product assortment and space allocation strategies to attract loyal and non-loyal customers. *European Journal of Operational Research*, 285, 1058-1076.
- Transchel, S., Buisman, M., ve Rene H.** (2021). Joint assortment and inventory optimization for vertically differentiated products under consumer-driven substitution. *European Journal of Operational Research*, 301(1), 163-179.
- Vasilyev A., Maier S., ve Seifert R.W.** (2020). Assortment optimization using an attraction model in an omnichannel environment. *European Journal of Operational Research*, 306 (1), 207-226.
- Yücel, E., Karaesmen, F., Salman, F., ve Turkay, M.** (2009). Optimizing product assortment under customer-driven demand substitution. *European Journal of Operational Research*, 199 (3), 759-768.
- Tuik, (2023)** Perakende satış hacim endeksi ve değişim oranlar. Retrieved 2023 December from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Perakende-Satis-Endeksleri-Kasim-2023-49614>.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Burcu Filiz Işık

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : (), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2022-2023 Tedarik Zinciri Perakende Analitiği ve Sistem Yönetimi Müdürü
- 2020-2023 Ürün Sahibi İş Zekası Ekibi
- 2018-2021 Proje Yönetimi ve Perakende Analitiği Yöneticisi
- 2014-2017 İş Analiz ve Süreç Geliştirme Uzmanı

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

Filiz Işık, B., ve Topcu, Y.İ. 2022. Perakendede İkame Etkisi ile Çeşit Optimizasyonu. 41. YA/EM Kongresi, 26-28 Ekim, Denizli, Türkiye