

KİŞİSEL BAKIM ÜRÜNLERİNDE YEREL ZİNCİR MÜŞTERİLERİ İÇİN TEDARİK ZİNCİRİ İYİLEŞTİRİLMESİ

Derya Hanım ÇETİN, Ekrem DUMAN, Zehra GÜRTÜRK, Ali SAVCI, Göksu UYAR, Cem İYİĞÜN*, Özgen KARAER

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara
deryahanimcetin.23@gmail.com, eekrem.duman@gmail.com, zgurturk@gmail.com, alisavci90@gmail.com, uyargoksu@gmail.com, iyigun@metu.edu.tr, okaraer@metu.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.08.2014; Kabul Ediliş Tarihi: 05.06.2015

ÖZ

Bu çalışma, Unilever Tedarik Zinciri Departmanı ile yürütülmüştür. Projenin ilerletilmesi için öncelikle sistemin güncel durumu aşama aşama incelenmiş, daha sonra tedarik zinciri yönetiminde aksaklıklara sebep olan problem belirtileri bulunmaya çalışılmıştır. Düşük rafta bulunurluk ve doğru üründen doğru miktarda rafta bulundurmama sonucu satış kaybı, yerel zincir mağazalarının temel problemidir. Taktiksel ve operasyonel seviyede çözümler içeren bir bütünsel çözüm yaklaşımı önerilmiştir. Ürün gamı yönetimi ve mağaza ziyaret planlaması, çözüm yaklaşımı olarak birbirine paralel bir şekilde problemin çözümü için uygulanmıştır. Çözüm yaklaşımlarının etkisi, benzetim modeli ile test edilmiş ve güncel durumdaki satış rakamlarıyla kıyaslanmıştır. Mağaza ziyaret planlaması sayesinde çalışanların yolda boşa geçirdikleri mesafe %69,5 azalmış ve bununla birlikte, en çok satan kişisel bakım ürünlerinin satışlarının da %8-16 oranlarında arttığı gözlemlenmiştir. Çözüm yaklaşımları, güncel duruma kıyasla daha verimli sonuçlar getirdiği görüldükten sonra şirket tarafından kullanılabilir çıktılar haline getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Perakende, ürün gamı yönetimi, raf yönetimi, atama modeli, greedy algoritması

SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION IN LOCAL MODERN TRADE CHANNEL FOR PERSONAL CARE PRODUCTS

ABSTRACT

This study has been conducted with Supply Chain Department of Unilever. In order to make progress, current state of system is inspected and problem symptoms that lead to malfunction of management of supply chain are tried to be found. Low value of on shelf availability and unavailability of right amount of right product are two main problem of local modern trade customers regarding lost sales. Holistic solution system to this problem includes tactical and operational level solutions. Management of product variant is implemented in parallel with store visit planning. Possible impact of solution approaches is found by discrete event simulation and compared with current sales numbers. The total time that is spent on transporting among stores is decreased by 69,5% and therefore the spent for the stores is increased. In addition, it is observed that there is a 8-16% increase in the sales amounts of leader personal care products. Then, these solution approaches are prepared as user friendly outcomes for the firm after observing they give better results than the current system.

Keywords: Retail, assortment planning, shelf management, assignment model, greedy algorithm

* İletişim yazarı

34. Yöneyem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi Öğrenci Proje Yarışması'nda ikincilik ödülü kazanan çalışmanın ilgili öğretim üyelerinin katkılarıyla düzenlenmiş halini EM Dergisi yayın politikası doğrultusunda yayımlıyoruz.

1. GİRİŞ

Unilever, dünyanın en büyük hızlı tüketim ürünleri şirketlerinden biri olup, 1924 yılından bu yana Türkiye pazarında bulunmaktadır. Şirket, her yıl CAPITAL dergisi tarafından açıklanan CAPITAL 500 listesinin 2013 yılı sıralamasında 33. sırada bulunmaktadır. Omo, Dove, Knorr, Algida, Cif ve Lipton gibi bilinen markaların sahibidir. Şirket, ürün gruplarını gıda, kişisel bakım ve ev bakım gibi kategorilere ayırmakta ve bu kategorilere uygun çözümler üretmektedir.

Unilever, ürünlerini perakendeciler aracılığı ile son kullanıcıya ulaştırmakta ve perakendecileri ulusal zincir, yerel zincir, distribütör, geleneksel kanal ve parfümeri gibi kanallara ayırmaktadır. Şirketin bu ayrımı yapmasındaki temel amaç, her kanalın özelliklerine göre politikalar ve stratejiler geliştirmektir.

Yerel zincir müşteri kanalı, ulusal müşteri kanalına göre daha düşük hacimde, geleneksel kanala göre daha büyük hacimdedir. Yerel zincirler çoğunlukla aile şirketleri olmakla beraber, ulusal zincirlere göre daha düşük bütçeli müşteri grubudur. Yerel zincir müşterileri genelde bir veya iki şehirde yoğunlaşmış ve çeşitli büyüklüklerde mağazaları içermektedir. Yerel zincir müşterilerinin teknoloji altyapısı ulusal zincirlere göre daha küçük kalmakta, bu durum, stok takibini güçleştirmektedir. Yerel zincir müşterilerine örnek olarak Çağdaş, Makro-market, Pehlivanoğlu, Yunus gibi perakende zincirleri örnek gösterilebilir. Şirket, yerel zincir müşterilerinin ve kişisel bakım ürün kategorisine uygun bir tedarik zinciri tasarımı iyileştirmesi beklentisi içindedir.

Bu projede, Unilever'in kişisel bakım kategorisi ve yerel zincir müşteri kanalı tedarik zinciri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünün son sınıf öğrencileri tarafından Sistem Tasarım Dersi kapsamında ele alınmıştır. Kişisel bakım kategorisi; şampuan, sabun, duş jeli ve deodorant gibi ürünleri kapsamaktadır. Türkiye pazarı bu ürünler için büyük bir büyüme potansiyeline sahiptir. Şirketin projeden beklentisi, kişisel bakım ürünleri kategorisinin 5-10 yıllık büyüme potansiyelini de göz önünde bulundurarak yerel zincirler için tedarik zinciri sistemi iyileştirmesidir.

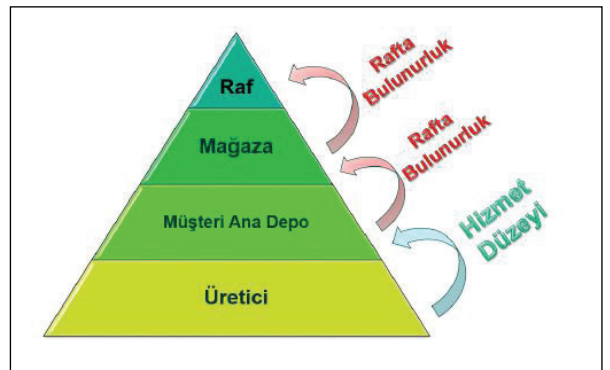
Çalışmamızda, öncelikli olarak mevcut durum ince-

lenmiş ve bunun sonucunda çeşitli problem belirtileri tespit edilmiştir. Belirlenen problem belirtileri, mevcut tedarik zincirinin iyileştirilmesi için oluşturulan bütünlük çözüm yöntemimize ışık tutmuştur. Mevcut durum incelenirken sistem bakış açısıyla yaklaşmış ve problem belirlenmiştir. Probleme karşılık oluşturduğumuz bütünlük çözüm yöntemimiz, şirketin projeden önemli beklentilerinden biri olan uygulanabilirlik kriteri daima göz önünde tutularak oluşturulmuştur.

Bütünlük çözüm yöntemimiz, mağaza ihtiyaç ve ziyaret planlaması, ürün gamı planlaması ve mağaza yönetiminden oluşmaktadır. Bu çözüm yaklaşımımızda, mağaza ihtiyaç ve ziyaret planlaması operasyonel seviyede iken, ürün gamı planlaması ve mağaza yönetimi taktiksel seviyeyindedir. Önerilen çözüm yönteminin bütüne etkisini görebilmek adına bir benzetim modeli oluşturulmuş ve bunun sonucunda çalışanların yolda boşa geçirdikleri mesafe %69,5 azalmış ve en çok satan kişisel bakım ürünlerinin satışlarının da %8-16 oranlarında arttığı gözlemlenmiştir. Bölüm 2'de, Unilever ve yerel zincir müşterileri incelenmiş; Bölüm 3'te, önerilen yöntem ve metotlar tek tek açıklanmıştır. Son olarak Bölüm 4'te, tahmin edilen sonuçlar ve uygulama planı ele alınmıştır.

2. UNILEVER VE YEREL ZİNCİR MÜŞTERİLERİ

Unilever tarafından üretilen ve ihraç edilen ürünlerin yerel zincir raflarında son kullanıcıya ulaşana kadar olan süreci, sistem bakışı çerçevesinde inceleyebilmek için Şekil 1'deki yerel zincir müşterileri için tedarik zinciri piramidi oluşturulmuştur. Piramit, üretici, yani Unilever ana deposu, yerel zincir müşterisinin ana deposu, her bir



Şekil 1. Yerel Zincir Müşterileri İçin Tedarik Zinciri Piramidi

yerel zincir mağazası ve son kullanıcı ile buluşma noktası olan raf olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır.

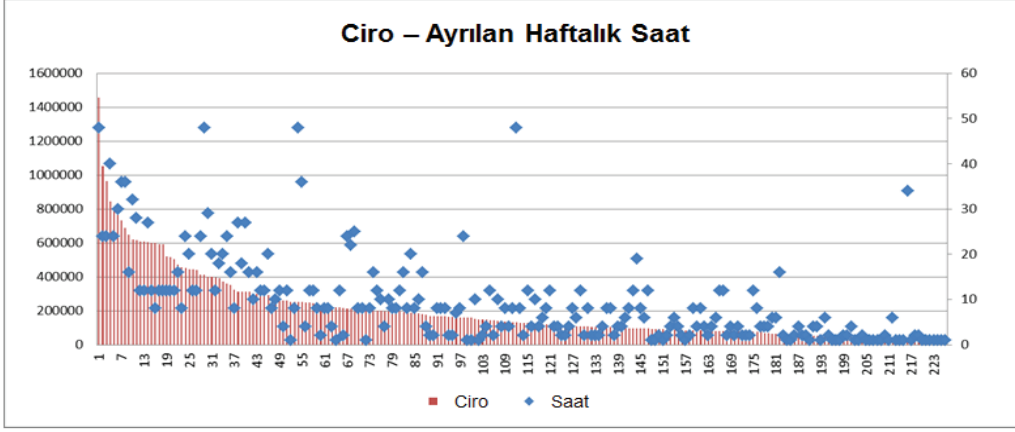
Her müşteri, Unilever'e siparişlerini şube ihtiyaçlarını toplatarak ana depolarından Unilever Gebze ana depoya yollar. Siparişler, Gebze ana depodan envanterle eşleştirilir ve Unilever tarafından müşterinin ana deposuna yollanır. Ürünlerin, müşterinin ana deposuna ulaşmasından sonra şubelere sevkiyatı tamamen müşterilerin sorumluluğundadır. Ürünlerin, müşteri ana depolarından talebe uygun bir şekilde şubelere dağıtılması ve şubelere ulaşınca mağaza personeli tarafından rafların yenilenmesi beklenmektedir. Ürünlerin, müşterinin ana deposundan raflara geçiş sürecinde Unilever kontrolü azalmaktadır. Yerel zincirlerde mağaza yetkilileri, Unilever kişisel bakım ürünlerinin ana depolarından doğru ürün gamıyla sipariş edilmesine, ürünlerin doğru mağazaya yönlendirilmesine, mağazaya gelen ürünlerin rafa çıkarılmasına ve rafların düzenlenmesine yeterli zaman ayıramamaktadırlar. Bunun sonucunda, doğru üründen doğru miktarda raflarda bulundurmamadan dolayı satış kaybı yaşanmaktadır.

Problem belirtilerini müşteri ana deposundan şube deposuna geçiş sürecinde ve şube deposundan rafa geçiş sürecinde olmak üzere iki farklı aşamada incelemek, çözüm yaklaşımlarını daha doğru bir şekilde sunabilmek açısından mantıklı olacaktır. Mağaza yöneticilerinin son kullanıcı talebini göz önünde bulundurmadan müşteri ana deposuna sipariş vermesi sonucu, ürün gruplarındaki SKU sayısında ya da ürün miktarlarında yanlış sevkiyat kararları verilebilmektedir. Bir başka deyişle mağaza müdürleri, ürünlerin çeşitleri hakkında fazla bilgi sahibi olmayıp, tüketim hızlarını dikkate almadıkları için ürünlerin talepleriyle orantılı sipariş verememektedirler. Bunun yanı sıra, mağaza müdürleri arasında daha yüksek ciro elde etmek üzerine rekabet olduğu için bazen ürün taleplerini göz önünde bulundurmayıp daha yüksek ciro getiren ürünlerden sipariş verebilmektedirler. Bunların sonucunda, çok satan bazı ürünlerden kayıp satış yaşanmakta, az satan bazı ürünlerde ise gereğinden fazla stok bulundurulabilmektedir.

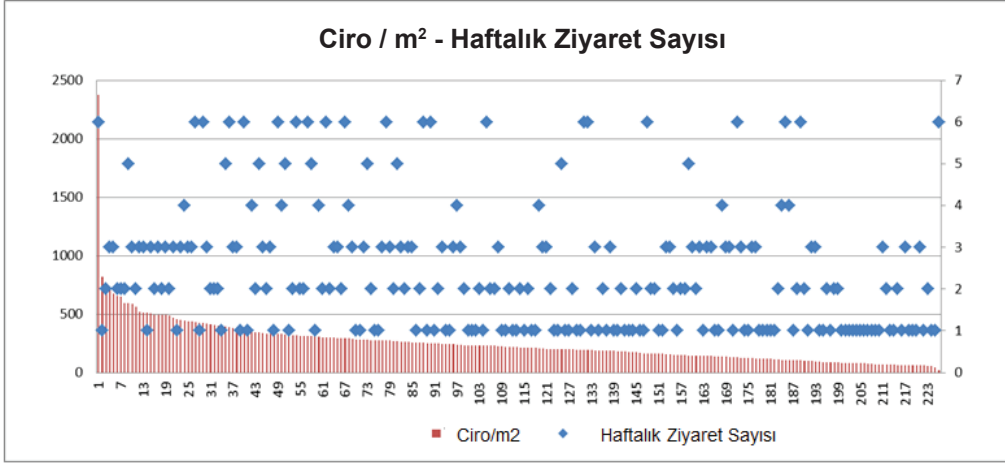
Şube deposundan rafa geçişte ise ürün çeşidi fazlalığı ve yerel zincir çalışanlarının kalifiye ve ürün çeşitlerine hâkim olmaması sebebiyle raf yenileme operasyonlarındaki verimsizlik gözlenmektedir. Mağazada çok fazla

ürün çeşidi bulunması, hem sipariş hem raf yönetimini olumsuz etkilemektedir. Yerel zincirlerde raf alanı da kısıtlı olduğu için, bir ürün grubunda çok satan bir ürünün tükenip daha az satan ürünlerin tükenmemiş olması durumunda, mağaza çalışanları rafı yenileme ihtiyacı duymamaktadırlar. DeHoratius ve Ton'un da (2009) belirttiği gibi, perakende sektöründe çalışan personel değişim hızı oldukça yüksektir. Bunun yanında, özellikle yerel zincirlerde çalışanların raf yönetimi ve stok takibi gibi konularda eğitilmesine yatırım yapılmamaktadır. Bu durum, yerel zincir müşterilerinde çok daha sık görülmektedir. Bu aksaklıklar, çeşitli ve dinamik bir ürün gamına sahip kişisel bakım kategorisi ile birleşince tüm SKU'ların ayrı ayrı talep profiline ve stok miktarlarının takibini oldukça güçleştirmektedir. Bu nedenle, mağazanın ürünleri ile ilgilenme kapasitesi kısıtlı olduğundan Unilever Mağaza Elçileri (UME), yerel zincir kanalındaki şubelere düzenli olarak ziyaretler yapıp Unilever raflarını yenilemekte ve düzenlemekte; eğer gerekliyse, mağaza yöneticileri ile konuşup ürün siparişi verilmesinin gerektiğini hatırlatmaktadırlar. Yerel zincir mağazası bulunan her ilde UME'lerin hangi mağazalara gideceği ve hangi mağazada kaç saat harcayacağı Unilever tarafından planlanmaktadır.

Mevcut durumda, yeni mağaza açıldığında ya da yeni bir UME istihdam edildiğinde UME'lerin ziyaret takvimi genele bakılmadan ve takvimi hazırlayan çalışanın tecrübesine göre yapılmasından dolayı, mağazalar için haftalık ihtiyaç olarak belirlenen ziyaret sürelerinin mağaza büyüklükleri ve cirolarıyla orantısız olduğu fark edilmiştir. Bu nedenle, cirosu çok yüksek ya da metrekaresi çok büyük olduğu halde kendisine haftalık olarak az zaman ayrılan ve cirosu ya da metrekaresi düşük olduğu halde kendisine haftalık olarak ihtiyacından fazla zaman ayrılan birçok mağaza bulunmaktadır. Ek olarak, m² başına yüksek ciro elde edildiği, yani raflar hızlı boşaldığı halde haftalık ziyaret sıklığı düşük olan mağazalar göze çarpmaktadır. Bu düzensizlikler, Şekil 2 ve Şekil 3'te görülebilir. Şekil 2'de kırmızı sütunlar ciroyu, mavi noktalar da haftalık atanan saati göstermektedir. Şekil 3'te ise kırmızı barlar cironun m²'ye oranı, mavi noktalar da haftalık ziyaret sayısını göstermektedir. Bu analizler ışığında, UME'ler için dengesiz bir ziyaret planlaması yapıldığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Ankara Yerel Zincir Mağazaları Ciro-Haftalık Saat Grafiği (Güncel Durum)



Şekil 3. Ankara Yerel Zincir Mağazaları Ciro/m²-Haftalık Ziyaret Sayısı Grafiği (Güncel Durum)

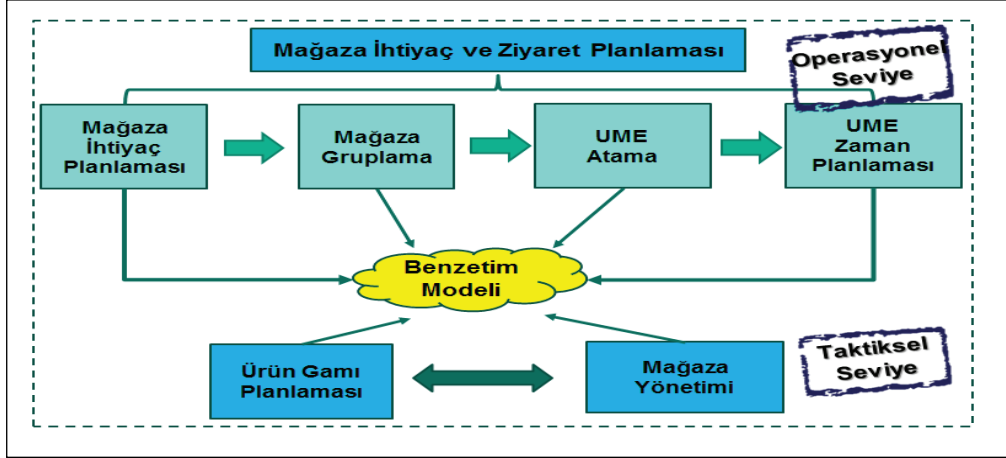
Tüm tedarik zinciri piramidin basamakları şeklinde incelendiğinde, Unilever'in ana deposundan müşterilerin ana deposuna siparişlerin aktarılmasında istenen seviyelerin yakalandığı görülmektedir. Ancak, piramidin üst basamaklarına geçildiğinde, rafta bulunurluk ve satış değerlerinin istenen seviyelerde olmadığı gözlemlenmiştir.

Özet olarak problemimiz, rafta doğru üründen doğru miktarda bulunduramamak sonucu, düşük rafta bulunurluk değerlerine sahip olmak ve kayıp satış yaşamak olarak tanımlanabilir. Problem için sunulan çözüm yaklaşımları iki grupta incelenerek, ürün gamı yönetimiyle taktiksel bir çözüm sunulurken, mağaza ziyaret planlamasıyla operasyonel seviyede bir çözüm

yaklaşımı getirilmektedir. İki çözüm yaklaşımının da amacı, rafta bulunurluğu ve toplam satışı artırmak ve birlikte kullanılmaları planlanmaktadır.

3. ÖNERİLEN YÖNTEM VE METOTLAR

Müşteri ana deposundan rafa kadarki süreçte toplam satışı ve rafta bulunurluğu artırmak için bütünsel bir yaklaşım oluşturulmuştur. Çözüm yaklaşımlarının bütüne etkisini ve etkileşimleri Şekil 4'te verilmiştir. Mağaza deposundan rafa ürün yerleştirmedeki problemler için mağaza ziyaret planlaması çözüm olarak sunulmuştur. Bu yaklaşımda, öncelikle mağazaların haftalık zaman ihtiyaçları belirlenmekte ve mağazalar birbirlerine



Şekil 4. Yerel Zincir Kanalı Tedarik Zinciri Sistemi

yakınlıklarına göre gruplanmaktadır. Mağaza grupları, güncel UME atamasından sapma en azlanacak şekilde UME'lere atanmakta ve son aşama olan UME zaman planlamasında ise UME'lere atanan gruptaki mağazalara haftada kaç kere gideceği belirlenmektedir. Müşteri ana deposundan mağaza deposuna ürün sevkiyatındaki problemler için ise mağaza özelliklerine göre ürün gamı ve mağaza yönetimi sunulmaktadır.

Ürün gamı yönetimiyle raf alanının doğru ürünlere doğru miktarda pay edilmesi amaçlanırken, mağaza yönetimiyle mağaza müdürlerinin ve çalışanlarının mağaza içi operasyonlarının verimli yürütülerek satışları artırılması amaçlanmaktadır.

Çözüm yaklaşımlarının etkisini birlikte görebilmek için bir benzetim modeli oluşturulmuştur. Çözüm yaklaşımlarının etkileri benzetim modeli için girdi olarak alınır ve modelin çıktısı olan toplam satış miktarı 2013 satışlarıyla kıyaslanmaktadır. Performans ölçütü olarak rafta bulunurluk değerlerinden çok satış değerlerine odaklanılmasının sebebi, ancak ve ancak doğru ürünler rafta bulundurulduğunda satışa, yani ciroya katkı sağlayabilmesidir. Bir başka deyişle, az satan ürünlerden yüksek miktarda rafta bulunurluğa sahip olup, çok satan ürünlerden düşük miktarda rafta bulunurluk değerlerine sahip olmak, satış kaybı ve fazladan envanter olarak sonuçlanabilmektedir. Bu yüzden, satış hacminin performans ölçüsü olarak alınması daha doğru bir gösterge olacaktır. Ek olarak benzetim modeliyle değişkenlerin

satışa olan etkisiyle ilgili genel çıkarımlar elde edilebileceği bir platform oluşturulmuştur.

3.1 Mağaza İhtiyaç ve Ziyaret Planlaması

Mağaza ziyaretleri dengesiz süre atamalarıyla yapıldığı için verimli bir ziyaret planlamasının yapılması gerekmektedir. Her UME'nin haftalık olarak ziyaret etmesi gereken birçok mağaza olduğundan, mağazalara ihtiyaçlarına uygun bir şekilde zaman ayrılması ve yolda geçirilen zamanın azaltılması rafta bulunurluğu artırmak açısından çok önemlidir. Mağaza ihtiyaç ve ziyaret planlaması işgücü kaynağının mağazalara atanması olduğundan ve UME'ler tek bir şehirde bulunabildiğinden dolayı her şehir için ayrı ayrı yapılmak zorundadır. Bilgi alma ve gözlemlene kolaylığı sebebiyle pilot bölge olarak Ankara seçilmiştir. Ancak aynı yaklaşım, şirket tarafından başka bölgeler için de uygulanabilir. Çözüm için öncelikle mağazaların ihtiyaçları cirolarına göre belirlenmiş, sonra bu mağazalar birbirlerine yakınlıkları ve zaman ihtiyaçlarına göre gruplanmıştır. Gruplanan mağazalar UME'lere atandıktan sonra da haftalık zaman ihtiyaçları doğrultusunda her mağazaya kaç kere gidileceği ve ziyaret başına ortalama kaç saat kalmacağı belirlenmiştir. Bunun için öncelikle bir matematiksel model oluşturulmuştur. Matematiksel model ile yolda harcanan toplam süre ve güncel durumdaki mağaza-UME eşleşmesindeki değişikliklerin en azlanması amaçlanmıştır. UME'lerin mağaza müdürleriyle geliştirdikleri ilişkiler sipariş verme sürecinde kolaylıklar sağladığı için güncel

durumdaki eşleşme minimum ölçüde değiştirilmek istenmiştir. Model, GAMS yazılımı kullanılarak çalıştırılmış; ancak doğrusal olmayan bir modelde değişken sayısı fazlalığından dolayı model çalışma süresi açısından verimli olarak çalıştıramamaktadır. Çözüm süreci Şekil 4'te belirtilen adımlara bölünmüş ve her bir adım için sezgisel yöntemler geliştirilmiştir. İlerleyen bölümlerde, Mağaza İhtiyaç Planlaması, Mağaza Gruplama, UME Ataması ve UME Zaman Planlama aşamalarından oluşan bu adımlar detaylıca anlatılmıştır.

3.1.1 Mağaza İhtiyaç Planlaması

Bir mağazada ortalama kaç saat geçirileceği, mağazanın büyüklüğüyle orantılı olmalıdır; çünkü mağaza ne kadar büyükse raf düzenleme, stok kontrolü gibi işler de o kadar zaman gerektirmektedir. Mağazanın haftada kaç kere ziyaret edileceği ise satış hızıyla orantılı olmalıdır. Görece satış hızı ciro/ m² ile orantılı olarak kabul edilirse, ürünlerin rafta ne kadar hızlı boşaldığının göstergesi ya da envanter devinimi olarak alınabilir. Ürünleri her zaman rafta bulundurabilmek için mağaza ziyaretleri satış hızıyla orantılı bir şekilde planlanmalıdır.

Mağaza ihtiyaç planlamasında her bölgedeki toplam haftalık adam saat mağazalara cirolarıyla orantılı bir şekilde dağıtılarak her mağazanın haftalık ziyaret saati belirlenir. Pilot bölgenin Ankara'daki 46 UME'si olduğu ve haftada 6 gün çalışıldığı dikkate alındığında toplam 46x48 saat, mağazaların Ankara'da elde edilen ciro miktarındaki paylarına göre dağıtılmaktadır.

Algoritma 1: Mağaza Gruplama Algoritması

Adım 1: Mağaza ihtiyaç planlaması adımında belirlenen haftalık süreler mağazalar için girdi olarak alınır.

Adım 2: En yüksek haftalık ziyaret saati ayrılan mağaza tespit edilir ve bu mağaza merkez olacak şekilde R yarıçaplı bir daire çizilir. Bu alandaki mağazalar, bu mağaza ile birlikte aynı UME'ye atanmaya aday mağazaları oluşturur.

Adım 3: Aday mağazalar içerisinde merkez mağazaya en yakın olan mağaza tespit edilir. Eğer kümülatif ziyaret saati toplamı 48 saati aşmıyor ise o mağaza gruba eklenir. Eğer 48 saati aşmıyor ise bir sonraki en yakın mağazaya bakılır, bu işlem, aday mağazalar bitene ya da 48 saate ulaşana kadar devam eder.

Adım 4: Oluşturulan grup sayısı UME sayısından az ise Adım 2'ye dönlür. UME sayısına eşit ise Adım 5'e dönlür.

Adım 5: Herhangi bir gruba dâhil edilmeyen mağazalar, grupların toplam ziyaret saatine bakılmaksızın kendilerine en yakın mağaza gruplarına atanır.

Adım 6: Gruplama sonucunda, 48 saatten az ya da 48 saatten fazla ziyaret saati ayrılmış gruplardaki mağazaların haftalık ziyaret saatleri, ciroları ile orantılı bir şekilde toplamı 48 saat tamamlanacak şekilde düzenlenir.

3.1.2 Mağaza Gruplama

Mağaza gruplamasındaki amaç, aynı UME tarafından ziyaret edilen mağazalar arasındaki mesafeyi en azlayarak mağaza arası geçişlerde zaman tasarrufu sağlamak ve mağazaların dinamik iş yüküne hızlı cevap verebilen bir ziyaret planlaması oluşturmaktır. Bu amaçla oluşturulan matematiksel model (bkz. Ek 1) uzun çözüm süreleri gerektirdiği için, şirketin kullanıma uygun olması açısından sezgisel bir yaklaşım geliştirilmiştir. Geliştirilen sezgisel yaklaşım, kısıtlı kümeleme tabanlı Greedy bir algoritmadır. Mağaza koordinat bilgileri elde edilen mağazalar üzerinden yapılan gruplama Algoritma 1'deki gibi çalışır.

Adım 6'da oluşan 48 saate tamamlama işlemi sonucu mağazalara ayrılan haftalık ziyaret saatleri, başta planlanandan farklı değer alabilir. Mağaza başına düşen bu farklılık ve toplamlarının 48 saatten ne kadar saptığı, oluşturulan algoritmanın bir performans ölçütü olarak değerlendirilmektedir. Merkez mağaza olarak en yüksek cirolu mağazanın seçilme nedeni, aynı grup içerisindeki diğer mağazalara nazaran daha çok iş yükü gerektireceği için gruptaki tüm mağazalara en yakın mağaza olması gerekliliğidir. R yarıçapı seçiminde ise bu uzaklık artırıldıkça, UME'lerin mağazalar arası kat ettiği mesafe artarken, azaldıkça da aday mağaza sayısı az olacağından mağaza başı ve haftalık 48 saatlik ziyaret saatinden sapma artmaktadır. Bu ödünleşme sonucunda, R mesafesinin 9,2 km olmasına karar verilmiştir (bkz. Ek 3).

3.1.3 UME Ataması

UME'lerin ziyaret ettikleri mağazalar hakkındaki tecrübeleri, mağaza müdürü ile ilişkileri raf yönetimi ve stok takibi açısından önemli bir husustur. Bu nedenle, yeni mağaza gruplarına atanacak UME'lerin belirlenmesi için oluşturulan matematiksel modelimiz, mevcut UME-mağaza grubu eşleşmesinden ağırlıklı sapmayı en azlayacak şekildedir. Bu durumda ağırlık, mağaza

Algoritma 2: UME Ataması Algoritması

Adım 1: Mağazalara ciroları ile orantılı bir şekilde önem katsayısı atanır.

Adım 2: UME (i), x Mağaza Grupları (j) matrisi oluşturulur. Eğer UME i , mevcut durumda j mağaza grubunda herhangi bir mağazayı ziyaret ediyorsa, (i, j) hücresine mağazanın katsayısı; o grupta birden fazla mağazayı ziyaret ediyorsa, o mağazaların katsayılarının toplamı yazılır.

Adım 3: Matris içindeki en yüksek değere sahip hücre bulunur ve o hücreye karşılık gelen mağaza grubu ve UME eşleştirilir. Bu eşleşmeden sonra, bir sonraki en yüksek değerli hücre bulunarak aynı işlem gerçekleştirilir. Bu süreç, tüm UME ve mağaza grupları eşleşene kadar devam eder.

cirosudur; çünkü yüksek ciro getiren bir mağazayı ziyaret edecek UME'nin değişmesinden ise düşük ciro getiren bir mağazanın UME'sinin değişmesi tercih edilir. Kurulan matematiksel model (bkz. Ek 2), doğrusal olmayan programlama olduğu için pratikte kullanılmamasının zorluğu bir sezgisel yaklaşım geliştirme ihtiyacı doğurmuştur. Oluşturulan atama algoritması, Algoritma 2'deki gibi çalışır.

3.1.4 UME Zaman Planlaması

Şu ana kadar mağazaların ciroları ile orantılı olarak gerekli haftalık ziyaret süresi belirlenip; ihtiyaç ve konumları dikkate alınarak gruplanan mağazalar mevcut plandan sapmayı en azlayacak şekilde UME'lere atandı. Bu aşamada ise tüm mağazalar için kendilerine atanan UME'ler tarafından haftada kaç kez ziyaret edileceği ve ziyaret başına ortalama ne kadar süre kalınacağı belirlenmektedir. Bu süreç, Algoritma 3'teki gibi işlemektedir.

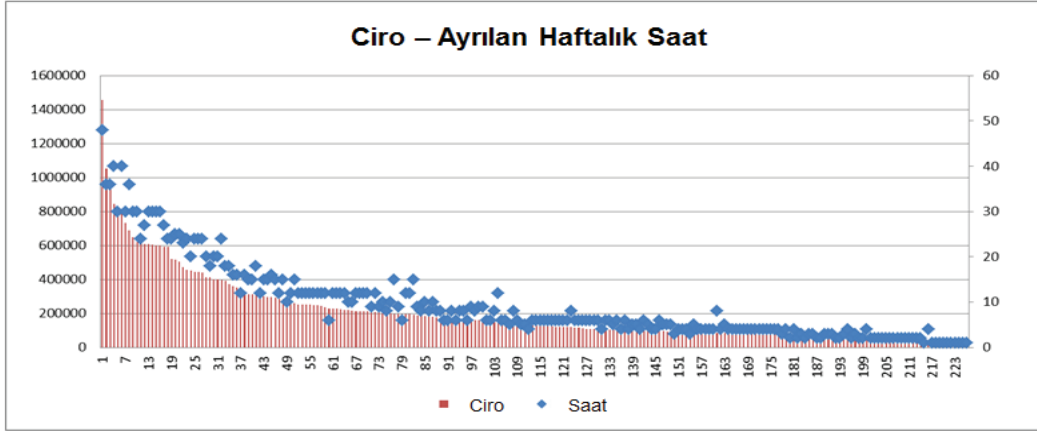
Mağaza ihtiyaç ve ziyaret planlaması sonucu oluşan durumda, ciro-mağazaya ayrılan haftalık saat ve ciro/ m^2 -haftalık ziyaret sayısı Şekil 2 ve Şekil 3'teki düzensiz durumdan Şekil 5 ve Şekil 6'daki duruma gelmiştir.

Algoritma 3: UME Zaman Planlaması

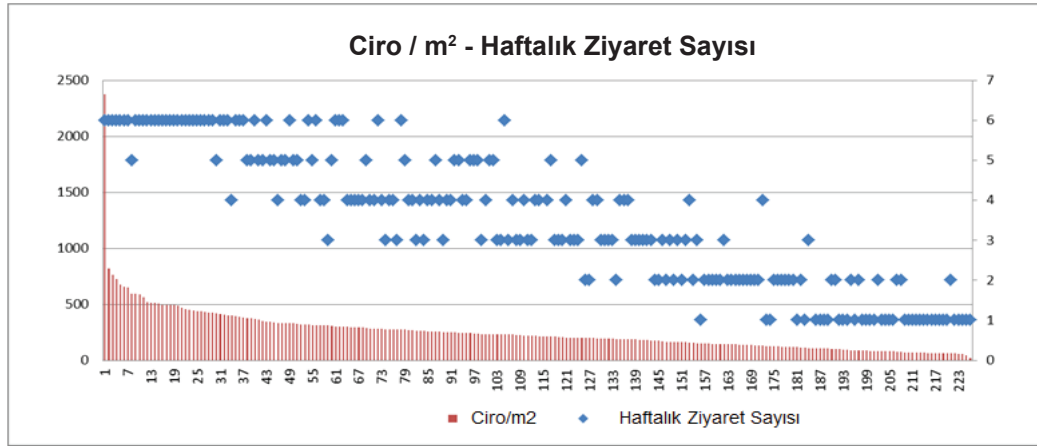
Adım 1: Her mağaza için ciroları ile orantılı biçimde haftalık ziyaret süreleri belirlenir. (Bu adım, mağaza gruplama sırasında daha önceden belirtildiği gibi yapılmaktadır.)

Adım 2: Her mağaza için ziyaret başına düşen ortalama süre, mağazanın büyüklüğü ile orantılı olarak belirlenir. Bunun sebebi, büyük mağazalarda ürün çeşitliliğinin fazla olması sonucu raf yenileme, stok takibi, teşhir aktiviteleri, sipariş açma gibi eylemlere harcanan sabit sürenin daha fazla olmasıdır. Ziyaret başına düşen ortalama sürelerin belirlenmesi için 6 aralık belirlenmiştir. Bu aralıklara göre ziyaret başına düşen ortalama süreler, [0, 500] metrekaare aralığındaki mağazalar için 1 saat, (500-750) için 2 saat, (750-1000) için 3 saat, (1000-1500) için 4 saat, (1500-2500) için 5 saat, (2500-4000) için 6 saat 4000 m^2 ve üzeri için ise 8 saat olarak belirlenmiştir.

Adım 3: Her mağaza için haftalık ziyaret sayısı, daha önce mağaza ihtiyaç planlaması kısmında o mağaza için ayrılan haftalık sürenin, ziyaret başına belirlenen ortalama süreye bölünmesi ile elde edilen sonuç ve 6 arasından küçük olanı alınarak hesaplanır (=min. {6, haftalık belirlenen süre/ziyaret başına geçirilmesi gereken süre}). Bunun sebebi, UME'lerin haftanın 6 gün çalışması sonucu, bir mağazaya en fazla 6 kez gidilebilmesidir. 6'ya indirgenmiş haftalık ziyaret sayıları sonucu, toplam süreyi korumak adına çıkan sonucu ziyaret başına düşen ortalama saat haftalık ziyaret saatinin 6 ile bölünmesi ile hesaplanır. 6'dan büyük olması o mağazanın metrekaresine göre cirosunun çok yüksek olduğu anlamına gelir. Bu da mağazanın yoğun bir mağaza olması nedeniyle, o mağazaya ziyaret başına daha fazla süre ayrılması fikriyle örtüşmektedir. Bu durum da aslında ciro/metrekaare oranının o mağazaya yapılan haftalık ziyaret sayısı ile orantılı olması gerektiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Ankara Yerel Zincir Mağazaları Ciro-Haftalık Saat Grafiği (Önerilen Durum)



Şekil 6. Ankara Yerel Zincir Mağazaları Ciro/m²-Haftalık Ziyaret Sayısı Grafiği (Önerilen Durum)

3.2 Ürün Gamı Yönetimi

Ürün çeşitleri ve miktarında yanlış sipariş kararları, çok satan ürünlerde talebin karşılanamaması durumuna, az satan ürünlerde ise gereğinden fazla stoğa sebep olabilmektedir. Bu durum, yerel zincir müşterilerinde ürün talebi göz önünde bulundurulmadan sipariş verildiği için sıklıkla görülebilmektedir ve bunun sonucunda satış ve ciro kaybına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, kişisel bakımda SKU sayısının çok fazla olmasına rağmen, yerel zincir müşterilerinde kişisel bakım ürünleri için raf alanının kısıtlı olması, doğru ürün tipinden doğru miktarda bulundurmaya daha da kritik hale getirmektedir.

Ürün gamı yönetimi özellikle hızlı tüketim ürün-

leri satışında önem teşkil etmektedir. Fisher, Kök ve Vaidyanathan'a göre (2006), ürün seçimi ve ürün çeşitliliği perakende satışlarında çok ciddi bir etkiye sahiptir. Operasyon ve tedarik zinciri tarafında, çeşitliliğin çok maliyetli olduğu açıktır. Rafta kalan daha fazla ürün, daha az talebi işaret ederken; bu durum, satışlarda tüketim hızı daha yavaş olan ürünlerin satılmaya çalışılmasına, dolayısıyla daha fazla elde tutma maliyeti ve fiyat indirimi maliyetlerine sebebiyet vermektedir.

Ürün gamı yönetimi ile ilgili olarak literatürde birçok matematiksel modelleme ve sezgisel yaklaşım bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmaların hemen hepsi ürünler için ayrılan raf alanı ya da mağaza depoda tutulan envan-

ter miktarının bilindiği durumlar için oluşturulmuştur. Perakende zincirlerinde uygulamaları da yapılmıştır. Örneğin Corstjens ve Doyle'nin (1981) raf alanı, raf alanı elastisitesi ve satış bilgilerinin bilinmesi durumunda raf alanı ürün yerleşimi için önerdikleri matematiksel model, Bultez ve Naert (1988) tarafından Belçika'da 4 farklı perakende zincirinde uygulanmış ve yararlı sonuçlar elde edilmiştir. Fakat, yerel zincir kanalında bulunan marketlerde bilgi işlem sistemleri yetersiz olduğu için raf alanı, raf alanı elastisitesi ya da mağaza depo envanter bilgileri tutulamamaktadır. Bu nedenle, yerel zincir kanalındaki marketler için Algoritma 4'te adımları belirtilen sezgisel yaklaşım geliştirilmiştir:

Bu çözüm yaklaşımının pratik bir şekilde kullanılması için MS Excel üzerinden Şekil 7 ve 8'de ekran alıntıları bulunan bir arayüz tasarlanmıştır. Arayüzde,

kullanıcı seçtiği ürün grubundaki SKU'ların satış ve rafta bulunurluk değerlerini, toplam raf alanını ve önyüz sayısını girer ve bunun sonucunda hangi ürüne ne kadar yer ayırması gerektiği hesaplanır. Böylece, özellikle yerel zincir müşterilerinde mağazadan mağazaya değişkenlik gösteren raf alanının ürünlerin talebine uygun bir şekilde pay edilip etkili bir biçimde ikmal edilmesi amaçlanmaktadır.

3.3 Mağaza Yönetimi

Mağaza yönetimi, oluşturulan çözüm yöntemlerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için önemli bir aşamadır. Mağaza yöneticisi, doğru zamanda ve doğru miktarda sipariş verilmesi, ürünlerin doğru oranlarda rafta bulundurulması ve zamanında rafa çıkarılmasının rafta bulunurluk ve toplam satış miktarına etkisinin

Algoritma 4: Ürün Gamı Yönetimi

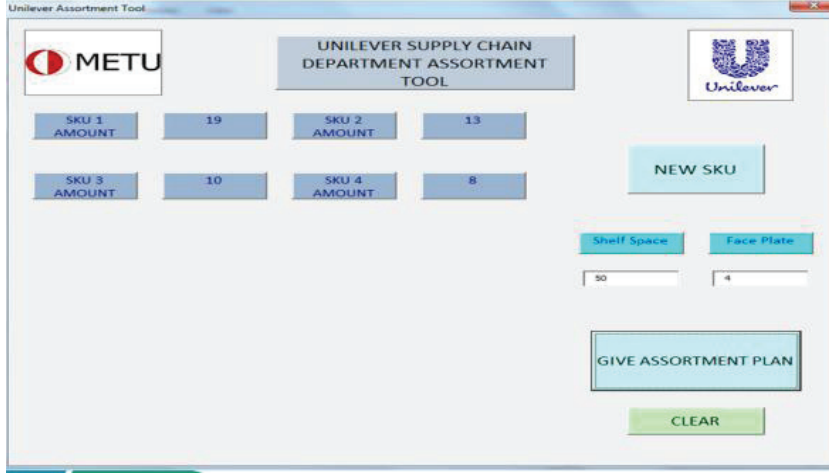
Adım 1: Ürünlerin ortalama aylık talepleri , “Talep = Ortalama aylık satış /rafta bulunurluk” formülü kullanılarak tahmin edilir. (Rafta bulunurluk değerleri, UME'lerin yaptığı mağaza ziyaretlerinde UME'ler tarafından manuel olarak ölçülmektedir.)

Adım 2: Her SKU'nun bulunduğu ürün grubundaki satış oranları çıkarılır.

Adım 3: Raf alanı ve raftaki önyüz kapasitesi kısıtına göre hangi SKU'dan kaç adet bulunması gerektiği, talepteki payları ile orantılı olarak hesaplanır.

Adım 4: Eğer ürün sayısı önyüz sayısından fazlaysa ve her önyüzde bir ürün bulunma kısıtı varsa, ürün talep payları en çok satandan en az satana kadar önyüz sayısı kadar ürün arasında normalize edilerek tekrar hesaplanır ve rafta sadece önyüz sayısı kadar ürün çeşidi bulunmuş olur.

Şekil 7. Arayüz Girdi Ekranı



Şekil 8. Arayüz Sonuç Ekranı

farkında olmalıdır. Bu sebeple mağaza yöneticisi, bahsedilen çözüm yöntemlerinin işleyebilmesi için mağaza yöneticileri UME'lerle koordine bir şekilde çalışmalıdır.

3.4 Benzetim Modeli

İki çözüm yaklaşımının da toplam satışa etkisini görmek için Arena platformunda bir benzetim modeli oluşturulmuştur. Benzetim modeli, bir ürün grubunun (örneğin Elidor 700 ml şampuan) bir mağazadaki satışını simüle etmektedir. Modelin girdileri olarak ürünlerin aylık talep dağılımları, rafta bulunamama durumunda başka çeşitlere ikame etme ihtimali, UME zaman planlamasının sonucu olan mağazanın haftada kaç kere ziyaret edileceği, ürün gamı yönetiminin sonucu olan rafta kaç ürün çeşidi bulunacağı, müşteri ana deposundan teslim süresi ve sipariş miktarı alınmakta, toplam satış ve rafta bulunurluk oranları benzetim modelinin çıktısı olmaktadır. Ürünlerin talep dağılımının üçgensel dağılım özelliklerine uyumluluk gösterdiği kabul edilmiştir. Modelin müşteri kısmında tüketici, rafa geldiğinde istediği ürünü bulamazsa, ikame oranıyla başka bir ürünü satın alır ya da 1 -ikame oranı ile kayıp satış yaşanır. Rafta istenen ürün bulunmadığında ikame oranıyla başka bir ürüne geçilmesinin ihtimali, $P(j) = (j \text{ ürününün talebi}) / (\text{rafta bulunan ürünlerin toplam talebi})$ olarak hesaplanmaktadır. Bu yüzden, daha çok satan ürünlere ikame etme ihtimali daha yüksektir.

Müşterilerin, ürünü rafta bulamamaları durumunda

sergiledikleri davranışlar ve oranları ile ilgili Corsten ve Gruen'in (2003) yaptığı araştırmaya göre, mağazaya gelen müşterilerin yaklaşık %50'si ürün rafta bulunmadığı takdirde aynı markanın başka bir ürününü almayı tercih etmektedir. Benzetim modelinde ürün rafta bulunmadığı durumda ikame oranını Corsten ve Gruen'in (2003) çalışmasına dayanarak 0,5 olarak alınmıştır. UME tarafında ise UME'ler, önceki bölümde belirtilen sıklıkla mağazayı ziyaret eder, ürünlerin rafta bulunurluğunu kontrol eder, eksik olan ürünlerin raflarını yeniler ve eğer mağaza deposunda ürün bitmişse, belirtilen sipariş miktarı kadar müşteri ana deposundan sipariş verir. Ayrıca, müşteri ana deposunda her zaman ürün olduğu, UME'lerin tam (standart) performansla çalıştığı ve rafa ürün dizme, sipariş verme gibi aktivitelerin sadece UME tarafından yapıldığı varsayılmaktadır. Çözüm yaklaşımlarının etkisini görebilmek için kişisel bakımda en çok satan ürün gruplarının 2013 satışları ile çözüm yaklaşımları sonucu öngörülen satışlar karşılaştırılmıştır. Benzetim modelinin sonuçları bir sonraki kısımda irdelenecektir.

4. UYGULAMA PLANI VE SONUÇ

Mağaza ziyaret planlamasının Ankara bölgesindeki 226 mağaza için uygulandığı senaryo, güncel durum ile kıyaslandığında performans ölçülerinde iyileşmeler gözlenmiştir. UME'lerin haftada toplam kat ettiği mesafe 1460 kilometreden 445 kilometreye düşmüş (%69,5 azalma), yolda ulaşım için haftada harcanan, bir diğer deyiş-

le, atıl kalınan süre ise 30,42 saatten 9,27 saate düşmüştür. UME başına haftalık mesaiden sapma 23,67 saatten 1,68 saate düşmüş, mağaza başına gerekli süreden sapma ise 4,81 saatten 0,32 saate düşmüştür. Yolda geçirilen sürenin bu kadar azalmasının sebebi, güncel durumda UME'lere genelde aynı müşterinin mağazalarının atanması, ancak atama yapılırken mağazaların konumlarının dikkate alınmamasıdır. UME başına haftalık mesaiden sapma süresinin güncel durumda çok yüksek çıkmasının sebebi de güncel durumda UME'ler arasında iş yükü dengesizliğinin fazla olmasıdır. Performans ölçülerinden de görüleceği gibi, mağaza ziyaret planlaması için çözüm önerisi kullanılırsa, hem mağazalara atanan zamanlar ihtiyaçlarıyla orantılı olacak hem de yolda atıl geçen zaman azaltılarak artan zamanın satış operasyonlarında katma değer sağlayan işlerde kullanılması sağlanacaktır.

Ürün gamı yönetimi sayesinde ürünlere rafta talep-

leriyle orantılı bir şekilde yer verilmesi sağlanmaktadır. Eğer raf alanı küçükse, az talep edilen ürünler rafta yerini çok satan ürünlere bırakmaktadır. Arayüzün kullanılmasıyla satışların ve az satan ürünlerin envanter devriminin artması beklenmektedir. Böylece, hem Unilever'in hem de yerel zincir müşterilerinin cirolarını artırmak amaçlanmaktadır.

Benzetim modeli kullanılarak hem ürün gamı yönetimi hem de UME ihtiyaç ve ziyaret planlaması yaklaşımları uygulandığında en çok satan ürün gruplarının satışları Ankara'daki 226 mağaza için simüle edilmiştir. Ürün grupları olarak satış hacimlerinin yüksekliği sebebiyle örnek göstermek için Signal diş macunu, Dove 125 ml yüz sabunu ve Elidor 700 ml şampuan ürün grupları seçilmiştir. Benzetim modelinde satış değişimi diğer ürün grupları için de incelenmiş; ancak raporda en yüksek artışa sahip 3 ürün grubu gösterilmiştir. Talep dağılımı,

Tablo 1. Ürün Gamı Yönetimi Uygulaması Sonucu Beklenen Satış Artışı

Toplam Satış Artışı (%)	SKU 1	SKU 2	SKU 3	SKU 4
Elidor 700 ml Şampuanlar	4,47	2,89	2,63	2,21
Signal Diş Macunları	5,70	1,78	0,45	0,11
Dove 125 ml Yüz Sabunları	5,48	2,41	1,09	0,32

Tablo 2. Ürün Gamı Yönetimi ve Mağaza İhtiyaç ve Ziyaret Planlaması Uygulaması Sonucu Beklenen Satış Artışı

Toplam Satış Artışı (%)	SKU 1	SKU 2	SKU 3	SKU 4
Elidor 700 ml Şampuanlar	7,97	5,56	4,44	3,85
Signal Diş Macunları	16,20	4,23	1,03	0,26
Dove 125 ml Yüz Sabunları	12,82	5,93	2,74	1,27

bir mağaza için (Abidinpaşa Makromarket) pilot olarak belirlenip diğer mağazalar için ciroları ile orantılı olarak kabul edilmiştir. Raf alanı bilgisi şirket tarafından gizlilik politikası dolayısıyla paylaşılmadığından, mağazaların m² büyüklükleri ile orantılı olarak alınmıştır. Temin süresinin ürün bulunduğu durumda, yaklaşık 1 gün olduğu öğrenilmiştir. Sipariş adedi, bir koli bu ürünlerden 24 adet barındırdığı ve siparişler genelde bir koliyi aşmadığı için 24 adet olarak alınmıştır. Yapılan varsayımlara göre, Signal dış macunu Tablo 1’de sadece ürün gamı yönetimi uygulanması sonucu, Tablo 2’de ise hem ürün gamı yönetimi hem de mağaza ihtiyaç ve ziyaret planlaması sonucu şu anki duruma göre satış artışları görülmüştür. SKU 1, ürün grubundaki en çok satışa sahip olan ürün; SKU 4 ise en az satışa sahip olan ürünü göstermektedir. Unilever’in kişisel bakım dışında gıda ve ev bakımında da ürünleri olduğu için, sunulan UME ziyaret planlaması yaklaşımıyla diğer Unilever ürün kategorilerinde de satış artışı olacağı öngörülmektedir. Ancak, proje kapsamı ve gizlilik politikasından dolayı diğer kategorilerdeki satış artışı değerleri hesaplanamamıştır.

Öngörülen satış artışlarının talep değişkenliğinden nasıl etkilendiğini inceleyebilmek amacıyla hassasiyet analizi yapılmıştır. Yukarıda belirtilen satış artışı miktarlarına talebin ortalamadan %10 saptığı varsayımı altında ulaşılmıştır. Bu, kişisel bakım kategorisindeki ürünler gibi talep dalgalanmalarına oldukça müsait bir ürün grubu için iyimser bir tablodur. Dolayısıyla, bu sapmanın %50’lere kadar çıkması sonucu öngörülen satış artışlarında nasıl değişimler olacağı incelenmiştir. Talebin %50 sapmasının olması durumunda (örneğin Signal dış macunu grubunun en çok satan ürünü SKU 1 ile) satış artışı %11,4 olmaktadır. Bu analiz, çözüm önerilerinin getirdiği satış artışlarının talebin yüksek dalgalanmalarından fazla etkilenmeyerek önemli getiriler sağladığını ortaya koymaktadır.

Mevcut sistem ve önerilen sistemin benzetim modeli ile karşılaştırılması sonucu elde edilen çıkarımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Talep varyansı arttıkça, olası kayıp satış miktarı artmaktadır.
- Talep varyansı arttıkça, mağazayı bir kez daha ziyaret etmenin marjinal getirisi azalmaktadır.

- Raf alanı arttıkça, mağazayı bir kez daha ziyaret etmenin marjinal getirisi azalmaktadır.

Ankara bölgesi için yapılan mağaza ziyaret planlamasının sonuçları çıktı olarak Unilever’e sunulmuştur. Çıktıda, hangi mağazaya haftada kaç kere gidilmesi gerektiği, ziyaret başına ortalama ne kadar zaman geçirileceği, hangi mağazaların hangi UME’ye atandığı bilgileri bulunmaktadır. Ankara bölgesi için geliştirilen sezgisel yaklaşım, diğer iller için de uygulanabilir. Bunun yanında, eğer mağazaların ciro oranlarında kayda değer bir değişim olursa ya da yeni mağazalar açılırsa, Ankara için yapılan bu planlamanın zaman içinde güncellenmesi gerekebilir. Ürün gamı yönetimi için geliştirilen arayüz sayesinde farklı raf alanları ve talebe uygun raf yönetimi yapılması sağlanmaktadır. Arayüzün kullanımı için sadece seçilen ürün grubundaki satış adedi, rafta bulunurluk oranı, raf alanı ve önyüz sayısını girmek gerektiği için, kullanımı için bir öğrenim süreci gerekli değildir. Ayrıca arayüz, MS Excel platformunda VBA programlama dili kullanılarak hazırlandığı için lisans maliyeti gerektirmemektedir. Ancak, Unilever kişisel bakım ürünleri sıklıkla değiştiği, yeni ürünler eklendiği ve eski ürünlerin bazıları sonlandırıldığı için, ürün bilgilerinin belirli aralıklarla güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca, kişisel bakım ürünlerinde talep oldukça değişken olduğu için satış ve rafta bulunurluk değerlerinin de güncel tutulması gerekmektedir.

Proje kapsamında sadece kişisel bakım ürünleri ve yerel zincir kanalı dikkate alındığı için, çözüm yaklaşımlarının değerlendirilmesi de bu kapsamda yapılmıştır. Ancak sunulan yaklaşımlar, hem diğer ürün grupları için hem de diğer kanallar için uygulanabilir. Bunun sonucunda, UME’lerin zamanlarının daha verimli kullanılacağı ve doğru üründen doğru miktarda bulundurulması satışların artırılacağı beklenmektedir. Ek olarak, diğer ürün gruplarının dâhil edildiği daha kapsamlı bir bakış açısıyla performans ölçütlerinden daha duyarlı sonuçlar elde edilmesi ve güncel durumla daha sağlıklı karşılaştırılmaları yapılması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

1. Bultez, A., Naert, P. 1988. “S. H. A. R. P.: Shelf Allocation for Retailers Profit,” Marketing Science,

vol. 7 (3), p. 211-231.

2. Capital 500, Capital. Ağustos 2014.
3. **Corsten, T. W., Gruen, D.** 2003. "Desperately Shelf Availability: An Examination of the Extent, the Causes, and the Efforts to Address Retail Out-of-Stocks." International Journal of Retail & Distribution Management, vol. 31 (12), p. 605-617.
4. **Corstjens, M., Doyle, P.** 1981. "A model for Optimizing Retail Space Allocations," Management Science, vol. 27, p. 822-833.

5. **DeHoratius, N., Ton, Z.** 2009. "The Role of Execution in Managing Product Availability," Ed. N. Agrawal, S. A. Smith, In Retail Supply Chain Management Quantitative Models and Empirical Studies, Springer Science and Business Media, New York, USA.
6. **Fisher, L. M., Kök, A. G, Vaidyanathan, R.** 2006. Assortment Planning: Review of Literature and Industry Practice Retail Supply Chain Management, Ed. N. Agrawal, S. A. Smith, Kluwer Publishers, USA.

EKLER

Ek 1. Mağaza Gruplaması

Kümeler:

- i, k : mağazalar, j : UME'ler

Parametreler:

- d_{ik} : i ve k mağazaları arasındaki uzaklık
- r_i : i mağazasına ayrılması gereken haftalık süre

Karar Değişkenleri:

- x_{ij} = eğer i mağazası j UME'si tarafından ziyaret ediliyorsa 1, edilmiyorsa 0
- w_{ik} = eğer i ve k mağazası aynı UME tarafından ziyaret ediliyorsa 1, edilmiyorsa 0

Amaç Fonksiyonu:

- $\text{Min } z = \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^n w_{ik} * d_{ik}$

Kısıtlar:

- $\sum_{j=0}^n x_{ij} = 1$ tüm i 'ler için
- $\sum_{i=0}^n x_{ij} * r_i \leq 48$ tüm j 'ler için
- $w_{ik} \geq x_{ij} + x_{kj} - 1$ her j ve $i < k$ için

Ek 2. UME Ataması

Kümeler:

- i : mağazalar, j : UME'ler, k : mağaza grupları

Parametreler:

- q_{ij} : güncel durumda UME j mağaza i 'yi ziyaret ediyorsa 1, etmiyorsa 0
- t_i : mağaza i 'nin cirosu

Karar Değişkenleri:

- w_{ij} : UME j mağaza i 'yi ziyaret edecekse 1, etmeyecekse 0

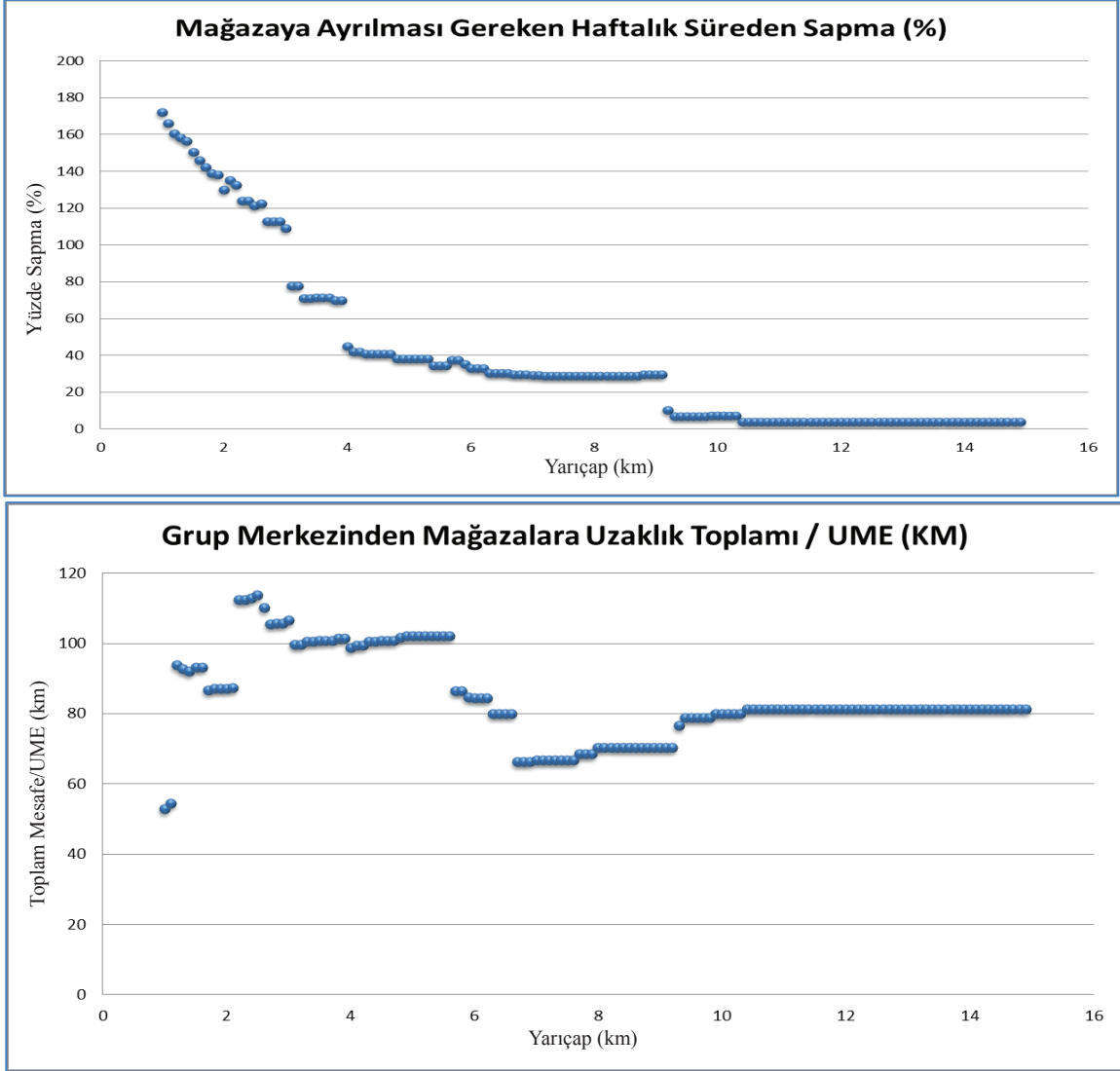
Amaç Fonksiyonu:

- $\text{Min } z = \sum_{i=1}^{226} \sum_{j=1}^{46} t_i * |w_{ij} - q_{ij}|$

Kısıtlar:

- $\sum_{j=1}^{46} w_{ij} = 1$ her i için

Ek 3. R Değerinin Belirlenmesi



Mağaza gruplama sezgisel algoritmasında kullanılan R yarıçap değeri belirlenirken, mağazaların merkezinden mağazalara olan toplam mesafe ile algoritma sonucunda mağazaya ayrılan süre ile mağazanın cirosuna göre alması gereken haftalık saat arasındaki sapmanın ödünleşmesine göre belirlenmiştir. Yukarıdaki grafiklerde görüldüğü üzere, yarıçap arttıkça, mağazanın cirosuna göre alması gereken haftalık ziyaret saati ile algoritma sonucu oluşan saat arasındaki sapma azalmaktadır.

Bunun yanında, yarıçapın artması gruplanmış mağazaların merkezinden mağazalara olan uzaklıkta 6 km'den sonra artmakta ve 10 km'den sonra sabitlenmektedir. Bunun yanında, mesafe için 6 km ve 9.2 km atlama noktaları belirlenmiştir. Yarıçap 6 km olduğunda mesafe en düşük değerlerinden birini alır iken ayrılan saat sapması çok yüksek yüzdelerdedir. Bu yüzden mesafeyi bir miktar artırmasına rağmen, saat sapmasını yüzde onlara düşürdüğü için 9.2 km algoritma için yarıçap değeri olarak tespit edilmiştir.