

**BİLKENT ÜNİVERSİTESİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**ENDÜSTRİ PROJELERİ  
2007**

**Derleyenler**

**Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu**

**Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara**

### **Yayın Kurulu:**

- Yrd. Doç. Dr. Osman Alp (Bilkent Üniversitesi)
- Prof. Dr. Nesim Erkip (Bilkent Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Murat Fadiloğlu (Bilkent Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbyrak (Bilkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara (Bilkent Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıykoğlu (Bilkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Osman Oğuz (Bilkent Üniversitesi)
- Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu (Bilkent Üniversitesi)
- Bülent Sönmez (Danışman)
- Yrd. Doç. Dr. Haldun Süral (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Mehmet R. Taner (Bilkent Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Ayten Türkcan (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
- Yrd. Doç. Dr. Hande Yaman (Bilkent Üniversitesi)

### **Düzenleme Kurulu:**

- Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu (Bilkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara (Bilkent Üniversitesi)
- Sibel Alumur (Bilkent Üniversitesi)
- Yüce Çınar (Bilkent Üniversitesi)
- Utku Koç (Bilkent Üniversitesi)

ISBN: 978-975-6090-22-0

BASKI: A4 Ofset Matbaacılık Sanç ve Tic. Ltd. şti., Mayıs 2007

## İÇİNDEKİLER

Önsöz -----	i
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı'ndan-----	ii
Firmalardan -----	iii
Distribütör performans değerlendirmesi ve prim sistemi tasarımı Algida Türkiye-----	1
Otomatik yükleme ve boşaltma sistemi için malzeme seçimi Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası -----	2
Geri dönüşümlü malzeme yönetimi Carlsberg A.Ş. -----	12
Fiyatlandırma stratejileri Carlsberg A.Ş. -----	29
Ürün yükleme ve hazırlama sürecinin iyileştirilmesi Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	46
Damacana su pazar analizi ve dağıtım ağı tasarımı Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	64
Kutu siparişi ve stok yönetimi için karar destek sistemi tasarımı Eczacıbaşı Vitra A.Ş. -----	80
İş güvenliği ve üretim hattı riskleri analizi ve değerlendirmesi Knauf A.Ş. -----	97
Alçıpan üretiminde fireyi en aza indirecek yöntemlerin geliştirilmesi Knauf A.Ş. -----	115
Otobüs montajında verimlilik için hat tasarım ve planlama yöntemleri Man Türkiye A.Ş. -----	129
Lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımının değerlendirilmesi Man Türkiye A.Ş. -----	145
Saç bakım ürünleri için talep tahmin metodolojisi geliştirilmesi Procter and Gamble Türkiye-----	161
Sipariş teslimat sürelerini azaltmaya yönelik çizelgeleme sistemi geliştirilmesi Tepe Betopan Yapı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş. -----	179

Güncel veri ve etkin adreslemeye dayalı depo yönetim sistemi tasarımı Tepe Mobilya San. ve Tic. A.Ş. -----	193
Süreç iyileştirme ve süreç performans takip sistemi - Aktivatör: Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş. -----	212
Cirosu düşük perakende noktalarına Unilever ürünlerinin dağıtımını için karma sistem tasarımı Unilever Türkiye -----	233

Bugüne kadar bu programa katkıda bulunan şirketler:



**2006-2007 döneminde bu programa katkıda bulunan kişiler:**

Üniversitemizden,

Doç. Dr. Mustafa Akgül (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Selim Aktürk (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Osman Alp (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Erdal Erel (İşletme Bölümü)  
Figen Eren (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Nesim Erkip (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Murat Fadiloğlu (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. İtir Göğüş (İşletme Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Ülkü Gürler (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Destan Kandemir (İşletme Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Doç. Dr. Oya Ekin Kardeş (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıykoğlu (İşletme Bölümü)  
Doç. Dr. Osman Oğuz (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Mustafa Ç. Pınar (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Alper Şen (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Rüştü Taner (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Prof. Dr. Barbaros Tansel (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Hande Yaman (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Emre Alper Yıldırım (Endüstri Mühendisliği Bölümü)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden,

Yrd. Doç. Dr. Haldun Süral (Endüstri Mühendisliği Bölümü)  
Yrd. Doç. Dr. Ayten Türkcan (Endüstri Mühendisliği Bölümü)

Sanayiden,

Ercan Çakan (Algida)  
Adem Selim Göden (Algida)  
Emre Özgenç Ekici (Aselsan)  
Güney Özalp (Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası)  
Serkan Tepe (Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası)  
Tanzer Tunçalp (Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası)  
Onur Ünlüönen (Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası)  
İrfan Bayrak (Bosch)  
Murat Akgün (Türk Tuborg Bira ve Malt Sanayii A.Ş.)  
Elif Sevgi Bozoğlu (Türk Tuborg Bira ve Malt Sanayii A.Ş.)

Çetin Özataç (Coca-Cola İçecek A.Ş.)  
Tansel Taysı (Coca-Cola İçecek A.Ş.)  
Tamer Uysal (Coca-Cola İçecek A.Ş.)  
Özgür Tolga Verimli (Doğadan Gıda Ürünleri San. ve Pazarlama A.Ş.)  
Volkan Gürsoy (Doğadan Gıda Ürünleri San. ve Pazarlama A.Ş.)  
Tuğba Özşeker (Eczacıbaşı Vitra)  
Ali Salman (Eczacıbaşı Vitra)  
Batuhan Akkaya (Knauf A.Ş.)  
Nejat Kutup (Knauf A.Ş.)  
Bülent Sönmez (Kılıgı Sistem Danışmanlık)  
Mehmet Şermet (Man Türkiye A.Ş.)  
Serdar Kamışlı (Man Türkiye A.Ş.)  
Nursel Kavlak (Procter & Gamble Türkiye)  
Damla Süer (Procter & Gamble Türkiye)  
Meltem Azak (Tepe Betopan A.Ş.)  
Yüksel Çayır (Tepe Betopan A.Ş.)  
Fırat Türkiliz (Tepe Betopan A.Ş.)  
Songül Anıl (Tepe Mobilya Tic. A.Ş.)  
İbrahim Ataç (Tepe Mobilya Tic. A.Ş.)  
Hasan Yonar (Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.)  
Adnan Çelik (Türksat Uydu Haberleşme ve İşletme A.Ş.)  
Ahmet Kaplan (Türksat Uydu Haberleşme ve İşletme A.Ş.)  
Ömer Kılıç (Türksat Uydu Haberleşme ve İşletme A.Ş.)  
Uğur Göksel (Unilever Türkiye)

**Teşekkür ederiz.**

## ÖNSÖZ

Bu kitap, Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Üniversite-Sanayi İşbirliği Programı çerçevesinde 2006-2007 öğretim yılında gerçekleştirilmiş olan sanayi projelerinin bazılarının özetlerini kapsamaktadır. Bu program, 1995 yılında sistem tasarımı derslerinin (bitirme projelerinin) sanayi projelerine dönüştürülmesi ile başlatılmıştır. Aradan geçen süre içinde çok sayıda farklı şirketle toplamda 171 proje gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda birlikte çalışılan şirketler arasında ALGIDA, ARAS KARGO, ARÇELİK, ASELSAN, BİLKENT, COCA-COLA, CARLSBERG, COGNİS, DOĞADAN, ECZACIBAŞI, EFES, EMEK ELEKTRİK, ERKUNT, ETİ, FAF, FRİTOLAY, FNSS, GATE, GIPTA, KNAUF, MAN, METEKSAN, MERKEZ BANKASI, MİLLİ PRODUKTİVİTE MERKEZİ, ONKOLOJİ HASTANESİ, ODESA, ORS, P&G, REAL, ROKETSAN, TAI, TEPE MOBİLYA, TOFAŞ, TÜRKSAT, TÜRK TRAKTÖR, UNILEVER, YURT İÇİ KARGO, YÜKSEK İHTİSAS HASTANESİ sayılabilir.

Endüstri Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencilerinden oluşan proje ekipleri firma ve üniversite danışmalarının katkılarıyla firmanın belirlediği gerçek problemleri çözmektedirler. Yapılan bu projeler firmanın kullandığı bir ürün, yöntem veya hizmet şeklinde ilgili firmaya önemli yarar ve katma değer sağlamaktadır.

2002-2003 öğretim yılında yapılan projeleri sanayimizin seçkin kuruluşları ile paylaşmak, çeşitli sektörlerden gelen farklı firmaların birbirleriyle ve üniversite ile olan etkileşimini artırmak amacı ile Bilkent Endüstri Mühendisliği Proje Fuarı ve Yarışması'nı başlattık. Bu paylaşımı daha kalıcı ve yaygın kılmak için de "Endüstri Projeleri" kitabı serisini hazırlamış bulunmaktayız. Bu kitapta 2006-2007 öğretim yılında yapılan projelerden seçilenler, gizlilik ilkesine bağlı kalınarak özet halinde sunulmaktadır.

Kitaba girecek olan projelerin seçim aşamasında desteklerini esirgemeyen meslektaşlarımız Prof. Dr. Selim Aktürk, Yrd. Doç. Dr. Osman Alp, Prof. Dr. Erdal Erel, Prof. Dr. Nesim Erkip, Yrd. Doç. Dr. Murat Fadilloğlu, Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak, Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıyıkoglu, Doç. Dr. Osman Oğuz, Yrd. Doç. Dr. Haldun Süral, Yrd. Doç. Dr. Mehmet R. Taner, Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal, Yrd. Doç. Dr. Ayten Türkcan, Yrd. Doç. Dr. Hande Yaman'a ve Sanayimizden Mehmet Şakir Güvendi (McKinsey), Karaca Kestelli (Prime-Capital), Aydemir Özbek (Eczacıbaşı), Bülent Sönmez (Kılıgı Sistem Danışmanlık), ve İpek Tezel'e (Sanofi-Aventis) teşekkür ederiz. Ayrıca bu kitap projesine sağlamış olduğu destek ve katkılarından dolayı Rektörümüz Sn. Prof. Dr. Ali Doğramacı'ya çok teşekkür ederiz.

İhsan Sabuncuoğlu - Bahar Yetiş Kara  
Bilkent Üniversitesi ,  
Endüstri Mühendisliği Bölümü



## **Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı'ndan**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 1995 yılında Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) adlı bağımsız kuruluş tarafından eğitim kalitesini belgeleyen akreditasyonu Türkiye'de ilk alan endüstri mühendisliği bölümüdür.

Akreditasyon sürecini üstün başarıyla sonuçlandırmanın kazandırdığı ivme ile, Endüstri Mühendisliği Bölümü aynı yıl **Üniversite-Endüstri İşbirliği** adı altında yeni bir program başlatmış bulunmaktadır. Bu programın ana hedefi son sınıf öğrencilerine kapsamlı ve derinlikli bir mesleki deneyim kazandırmaktır. Bu kapsamda 4-6 kişilik proje ekipleri akademik ve sanayi danışmanlarının gözetiminde firmanın gündemine girmiş olan ve çözüm bekleyen gerçek problemlerini çözmektedirler.

Bu yıl beşincisi düzenlenen Bilkent Endüstri Mühendisliği Proje Fuarı ve Yarışması'nda bütün bir yılı özveri ile projeleri üzerinde çalışarak geçirmiş öğrencilerimizin 23 farklı çalışması sergilenmektedir. Bu vesileyle, öğrencilerimizi kutlamak ve büyük katkıları olan firma yetkililerine teşekkür etmek istiyorum.

Bir yıl boyunca yoğun ve özverili çalışmalarıyla programın hedeflerine uygun şekilde yürütmesinde büyük çabalar ortaya koyan programın koordinatörü Doçent Dr. Bahar Yetiş Kara hocamıza ve asistanlarımız Sibel Alumur, Yüce Çınar ve Utku Koç 'a ayrıca teşekkür ediyorum.

Saygılarımla,

İhsan Sabuncuoğlu  
Bilkent Üniversitesi  
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı

## **ALGIDA ‘dan**

Unilever’in bir markası olarak organizasyonumuz hedefini Türkiye’de pazara girdiği ilk yıldan (1990) itibaren dondurma tüketimini artırmak,bütün yıla yaymak ve bunun sonucu olarak da dondurma pazarını büyötmek olarak belirlemiştir.

Ürün yelpazesini sürekli yenileyerek her yaş, her bütçe ve her beğeniye seslenen Algida, teknoloji, hijyen ve kalite standartlarıyla dondurma sektöründe lider bir konuma sahiptir.

Algida’nın bu başarısının ardında büyük paya sahip olan satış-dağıtım ağını ise 55 ildeki distribütörleri ile gerçekleştirmektedir. Bu proje ile ;

- Türkiyede yaygın ve farklı şartların etkili olduğu ve devamlı büyüyen bir organizasyon ile dağıtım yapan Algida distribütörlüklerinin performansının lokasyonlara göre değişen ekonomik şartları daha doğru değerlendirilmesi,
- Dağıtım ağını oluşturam distirbütörlüklerin kendi verimliliklerinin ölçülmesi,
- Değişen ekonomik ve yerel şartlara rağmen standart performans ölçümleme kriterlerinin oluşturulması,

konularına katkı yapılacağı düşüncesiyle projeye başlandı.

Endüstri mühendisliği son sınıf öğrencilerinden Melis Baltalı, Ekin Ertemiz, Damla Sürel, Alev Şaşirt, Nazlı Toğanaş ve Merve Ünüvar ’dan oluşan bir takım kuruldu, bu takımdaki arkadaşlar, distribütörlerimiz ve satış müfettişlerimiz ile birlikte Bölge Müdürlüğü danışmanlığında temel performans göstergeleri oluşturdular. Ortaya beklentileri karşılayacak güzel bir çalışma çıkarıldı. Bu çalışmanın detaylarına Endüstri Mühendisliği bölümünden ulaşılabilir.

Bu projeyi gerçekleştiren Bilkent Öğrencilerine, şirketimiz ve dağıtım ağıımız için son derece faydalı olacağını düşündüğümüz bu projenin yaratıcıları olan Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümüne teşekkürlerimizi sunuyoruz.

İrfan ÖZTEKİN

Algida Türkiye Satış Müdürü

## **ARÇELİK A.Ş. Bulaşık Makinası İşletmesi Üretim Planlama Yöneticisi'nden**

Arçelik Bulaşık Makinası İşletmesi, 1993'teki kuruluşundan beri bu yana birçok farklı modelde üretim yapmaktadır. Sincan'daki üretim tesislerinde, geniş bir üretim yelpazesinde üretilen bu ürünlerin yarıya yakını dünyanın 55 farklı ülkesine ihraç edilmektedir. Türkiye'nin en büyük kuruluşlarından olan Arçelik, üniversite ve sanayi arasında bilgi ve teknoloji transferinin kalkınma yolundaki önemini farkında olarak, üniversite-sanayi işbirliğini desteklemeye devam etmektedir.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğrencileri tarafından hazırlanan "Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi için Malzeme Seçimi" projesi ile, ambar yönetimini daha kolay ve daha verimli bir şekilde gerçekleştirecek bilgi transferi sağlanarak, üniversite-sanayi işbirliğine katkıda bulunulmuştur. Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi'nin kurulumundan sonra, malzemelerin stok alanındaki yerlerinin belirlenmesi ve ambar alanından alınması için harcanan zamanın azaltılması ile daha verimli bir üretim akışına ulaşılabacağı hedeflenmektedir.

Dokuz aylık çalışma döneminde gösterdikleri özverili ve gayretli çalışmalarından dolayı Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü proje ekibini kutlar, katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

N. Tanzer TUNÇALP  
Arçelik A.Ş.  
Ankara Bulaşık Makinası İşletmesi  
Üretim Planlama Yöneticisi

## **TÜRK TUBORG A.Ş. Proje Yöneticisi'nden**

Carlsberg Breweries'in, Türk Tuborg A.Ş'nin çoğunluk hisselerini satın aldığı 2001 yılından beri şirketimiz kapsamlı bir yeniden yapılanma süreci geçiriyor. Pazarında dünya liderlerinden olan Carlsberg Breweries'in bir parçası olurken, Türk Tuborg&Carlsberg ailesi olarak iş yapış şekillerimizi mükemmelleştirme vizyonuyla pek çok değişikliğe imza attık. Yürüttüğümüz stratejik projelerin belki de en önemlisi olan "Fiyatlandırma Stratejileri" konusunda ciddi bir iyileştirme fırsatı gördüğümüzde, akademik çalışmaların bize çok daha fazla değer katacağına inanarak bir işbirliğine girme kararı aldık.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrenci ve akademisyenlerinin katkıları ile hazırlanan Fiyatlandırma Stratejileri Projesi sayesinde, doğru fiyat seviyelerini belirleyerek hem satış hacmimizi hem de karlılığımızı arttıracak bir yola girdik. Bunun yanı sıra spot pazarına yönelik yeni bilgi ve çözümler ve iş yapışımızda olası iyileştirme tespitleri elde ettik. Projemiz akademik anlamda her tür duopol pazara uyarlanabilecek yeni bir bakış açısı sunmakla kalmamış, pazar gerçeklerini dikkate alan uygulanabilir çözümler sağlamıştır.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü, yıllardır süregelen üniversite-sanayi işbirliği çalışmalarından ötürü kutluyor, proje süresince gösterdikleri gayretli tutum, işi sahiplenişleri ve getirdikleri yenilikçi çözümlerden dolayı proje takımı üyelerine teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Elif S. BOZOĞLU  
Proje Yöneticisi

## **COCA-COLA Satış ve Dağıtım A.Ş. Doğu Bölgesi Sistem Sorumlusu'ndan**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrenci ve akademisyenlerinin katkıları ile hazırlanan "Ürün Yükleme ve Hazırlama Sürecinin İyileştirilmesi" ve "Damacana Su Pazarı Analizi ve Dağıtım Ağı Tasarımı" projelerinin şirketimiz Doğu Bölgesi'nde uygulanmakta olan sistemin iyileştirilmesine yönelik atılan adımlara olumlu katkıları olmuştur.

Ürün Yükleme ve Hazırlama Sürecinin İyileştirilmesi ile ürünlerimizin yüklenmesi ve müşterilerimize ulaştırılması sürecinin iyileştirilmesi konusunda yapılan çalışmalar ve geliştirilen sistemler şirketimize dikkate değer bir iyileştirme sağlayacak niteliktedir.

Damacana Su Pazarı Analizi ve Dağıtım Ağı Tasarımı Projesi kapsamında yapılan çalışmalar ile pazarın, müşterilerin ve rakiplerin analiz edilmesi ardından dağıtım sisteminin kurulmasına temel teşkil edecek çözümlerin üretilmesi ile sistemimize katkılar sağlayarak stratejik kararlara ışık tutmuştur.

Projeler esnasında proje gruplarında yer alan tüm takım üyeleri proje ile yakından ilgilenmiş ve şirketimiz çalışanları ile birlikte ortak gayret içinde bulunmuşlardır. Tüm bunların ışığında asıl önemli olan ise projelerin gerçek hayata geçirildiğinde sistemimize olan somut katkılarının ortaya konmuş olmasıdır.

Doğu Bölgesi sistemlerinin iyileştirilmesine yönelik bu başarılı projelerden ötürü bölümünüze ve tüm proje ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

Tansel TAYSI  
Doğu Bölgesi Kalite Sistem Sorumlusu

## **ECZACIBAŞI Vitra Üretim Planlama Şefi'nden**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileri tarafından hazırlanan “Kutu Siparişi ve Stok Yönetimi için Karar Destek Sistemi Tasarımı” projesi başarı ile tamamlanmıştır.

Proje, mevcuttaki seramik açık stok-sipariş listelerimizden hareketle kutu ihtiyaçlarımızı termin ve adet bazında çıkarmamızı sağlamış. Aynı zamanda da kullanılan metodla malzeme ihtiyaç planlaması da yaparak sipariş açacağımız adetler için bir karar destek sistemi oluşturmuştur.

EczacıbaŐ Vitra kutu taleplerinde ve tedarikçi yönetimimizde kullanmayı planladığımız bu proje çalışmalarından dolayı öğrencileri kutlar, bölüme ve akademik danışmanlara teşekkür ederim.

Ali SALMAN  
Üretim Planlama Şefi

## **KNAUF A.Ş. den**

1987 yılında kurulan tesisimiz daha sonra 1997 yılının ikinci yarısında Kartonlu Alçı Plakalar ve Toz alçılarda dünya devi olan KNAUF ile birleşerek TEPE KNAUF adını alıp, yatırımlarını ve hedeflerini büyütüştür. Günümüzde Tepe Knauf Alçıpan üretiminde sektörde hem kalite, hemde teknoloji kullanımında lider firma olmaya devam etmektedir.

Firmamız Türk yapı sektörüne dünyanın ulaştığı son teknolojileri kazandırmayı amaçlamış, kalitede bütünlük felsefesini ilke edinmiş ve kendi sektöründe ISO 9002 belgesini ilk alan kuruluş olmanın gururu ve kıvancını yaşamaktadır.

Knauf A.Ş. iş güvenliğini sağlamanın insani bir zorunluluk olduğunun farkına varmış, iş kazalarından doğan kayıplarını azaltmak, üretimin kesintisiz olarak sürmesini sağlamak, işgücü veriminde ve toplam verimdeki artışlarla ülke kalkınmasına yardımcı olmanın tüm ülkenin yararına olduğuna yürekten inanmıştır.

Bu bağlamda Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümü ile bu yıl yapacağımız projeye “**İş Güvenliği ve Üretim Hattı Riskleri Analizi ve Değerlendirmesi**” konu başlığı olarak almaya karar vermiştir.

Proje ekibi, model tasarımı sırasında, süreç akışı ve üretim bandımız üzerinde oluşabilecek “Tehlike ve Risk Tanımları”nı yapmış, Bu tanımlamalardan sonra Risk Haritalarını üretmişlerdir. Tüm bunları bir El Kitabı olarak toplamış ve şirketimizin kullanımına sunmuşlardır.

Bu proje sonucunda Knauf olarak elde ettiğimiz kazanç, “**Risk analizi ve Tehlike Tanımları El Kitabı**”dır. Bu kitapçıktan türetilen Risk Matrislerini dinamik düzenlemeler ile üretim bandımızdaki riskleri takip edebilme ve iyileştirme şansımız olacaktır. Bu nedenle bu kitapçığın hazırlanmış olması şirketimiz için bu projeden elde ettiğimiz en önemli çıktıdır.

Bu vesile ile önce sanayi-üniversite işbirliği alanındaki gayretlerinden dolayı Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu’na, daha sonra bu projede Akademik Danışman olarak yer alan Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü’nden Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıyıköçlü’na ve tüm Proje üyelerine teşekkür ederim.

Nejat KUTUP  
Knauf AŞ  
Bilgi Teknolojileri Yöneticisi

## **MAN Türkiye A.Ş. Lojistik Müdürlüğü' nden**

MAN Türkiye A.Ş. ve Bilkent Üniversitesi işbirliği ile yıllardır başarılı projeler gerçekleştirmekteyiz. Üretim ve Lojistik odaklı bu projeler firmamızı bir adım öteye götürme konusunda bize büyük katkılar sağlamış ve proseslerimize yeni bakış açılarıyla bakmamızda bizlere yardımcı olmuştur.

Kendisini sürekli geliştirme ve en iyiye ulaşma hedefinde olan firmamızda bu tür projeler ilerleme yolunda önemli adımlar olarak görülmekte ve desteklenmektedir.

“Lojistik Dış Kaynak Kullanımı (DKK)” projesi Bilkent Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileri tarafından ele alınmış ve başarıyla tamamlanmıştır. Bu proje ile MAN Türkiye A.Ş. lojistik süreçleri incelenmiş ve bu süreçlerde odak noktalarımız dışında kalan faaliyetler için DKK uygulama modeli geliştirilmiştir. Ayrıca bu projede “karar destek sistemi” alt yapısı oluşturulmuş ve DKK hizmeti verecek firmaların değerlendirilmesi bir prosedüre bağlanmıştır. Bu proje DKK konusuna mühendislik bakış açısı getirmesi açısından da önem taşımaktadır. DKK konusunda Bilkent Üniversitesi öğrencilerinin firmamızda oluşturduğu alt yapı ile mevcut bir uygulama test edilmiş ve sonuçları itibarıyla tatmin edici olmuştur. DKK alanında edindiğimiz bu “know-how” gelecek uygulamalarımızın temelini oluşturacaktır.

Bu projelerin önümüzdeki yıllarda da başarılı bir şekilde devam edeceği düşüncesindeyiz.

MAN Türkiye A.Ş. olarak, proje çalışmalarını yapan öğrencilere ve kendilerine destek olan ve rehberlik eden öğretim üyelerine teşekkürlerimizi sunarız.

Saygılarımızla,

Serdar KAMIŞLI  
Lojistik Planlama Yöneticisi

Süleyman KOÇAK  
Lojistik Müdürü



## **PROCTER & GAMBLE Satış ve Dağıtım Ltd. Şti. Sağlık ve Güzellik ürünleri Planlama Müdürü'nden**

Procter & Gamble olarak dünyada ve Türkiye'de tüketicilerin hayatlarını iyileştirecek yüksek kalite ve değerde markalı ürünler sunmayı amaçlıyoruz. Bunu yaparken de vizyonumuz dünyanın en iyi tüketim mal ve hizmetleri üreten şirketi olmak ve bu şekilde tanınmak.

Tüketicimizi “patronumuz” olarak konumlandırırken özellikle kendisinden ürünlerimize gelecek olan talebi doğru tahmin edebilmek ve bu talebi şekillendirecek etkenleri doğru değerlendirip talep üstündeki etkilerini anlamak; tüketicimiz karşısında raflarda stoksuz kalmamak için birinci öncelik verdiğimiz konu.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileri tarafından hazırlanan “Saç Bakım kategorisinde Rekabetçi ortamda talep tahmin planlaması” konulu proje de, şirketimizin her yıl artan bir önem verdiği talep tahmin planlama sistemlerine çok önemli katkılarda bulunmuştur. Çalışmalar boyunca proje grubundaki öğrencilerimiz dataların istenen kalitede toplanmasını, parametreler arasında doğru ilişkilerin yapılandırılmasını sağlamış, ve projenin her adımında karşılıklı geri bildirimlerle modeli güvenilir ve kullanılabilir bir noktaya getirmişlerdir.

Bu proje sayesinde tüketicilerimizi rafta stoksuz bırakmama adına önemli bir adım atarken, aynı zamanda şirketimiz için de tüketicilerimize yönelik aktivite seçiminde kaynaklarımızı daha verimli kullanmak adına daha doğru kararlar verebileceğimize inanıyorum.

Saç Bakım ürünlerinde satış tahminlerinin iyileştirilmesini amaçlayan bu başarılı projenizden ötürü Bilkent Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne ve proje grubumuza teşekkürlerimizi sunuyor, projelerimizin önümüzdeki yıllarda devamını diliyoruz.

Damla SÜER  
Sağlık ve Güzellik Ürünleri Planlama Müdürü

**TEPE BETOPAN Yapı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş. Üretim Grup  
Müdürlüğü'nden;**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileri tarafından fabrikamızda yapılan “Sipariş Teslimat Sürelerini Azaltmaya Yönelik Çizelgeleme Sistemi Geliştirilmesi” konulu proje çalışması, öğrencilerin özverili ve başarılı çalışmaları sayesinde, TEPE BETOPAN A.Ş.'nin bugün ve ileride pek çok açıdan faydalanabileceği bir çalışma olmuştur.

TEPE BETOPAN olarak, proje çalışmasını yapan öğrencilere ve kendilerine projenin etkinliğinin artırılmasında destek olan ve rehberlik eden öğretim üyelerine teşekkürlerimizi sunarız.

Yüksel ÇAYIR  
Üretim Grup Müdürü

Fırat TÜRKİLİZ  
Genel Müdür

## **TEPE MOBİLYA Tic. A.Ş.’den**

**Tepe Mobilya** ülkemizin en eski ve en büyük mobilya üretim kapasitesine sahip şirketlerinden biridir. Tepe Mobilya tüm ürünlerini, E1 normunda malzeme ve Avrupa standartlarına uygun, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeden en son teknolojiyi kullanarak üretmektedir.

**Tepe Mobilya**, Avrupa Topluluğu'nun kabul ettiği tüm normlara uygun kalitesi ve ayrıntılardaki titizliği ile ürün yelpazesini sürekli yenilemekte ve zenginleştirmektedir.

**Tepe Mobilya** fabrikalarında her türlü ev, ofis mobilyalarında yüksek kalitede ve çağdaş standartlara uygun bir şekilde üretilmektedir. Bu ürünler hem Tepe Home mağazalarında, hem de Tepe Mobilya'nın Türkiye’de yaygın 60 adet bayiisinde ve de müşterilere sunulmaktadır. Ayrıca Tepe Mobilya fabrikalarında çok çeşitli projeli işlere yönelik üretim de yapılmaktadır.

**Tepe Mobilya**, mobilya sektöründe faaliyet gösteren ve sayıları her geçen gün artan firmalardan çok farklı ve benzersiz bazı özelliklere sahiptir. Örneğin seri olarak üretimi yapılan döşemeli ürünlerde müşteriye kumaş tercih imkanı da verilmektedir.

Mağazalarımızda 100 den fazla koltuk çeşidi, 2000’e yakın kumaş ve 20 renk hakiki deri ile döşemeli ürünlerde müşterilerimizin her türlü ihtiyacına cevap verilmektedir.

Döşemeli ürünlerimizi tamamen tarz olarak destekleyen sehpa takımlarımız, yemek odalarımız ve dolap ünitelerimiz, doğal kaplamalı ve yonga levha üzeri melamin kaplamalı olarak 250’yi aşkın farklı ürünle mağazalarımızda satışa sunulmaktadır.

Standart üretimin yanısıra **Tepe Mobilya**; kurulduğu günden bugüne kadar bir çok büyük projeye imza atmış ve bu alanda da aranılan ve güvenilen bir firma olduğunu kanıtlamıştır. Oteller ve Turizm Kompleksleri, Eğitim Yapıları, İş Merkezleri, Konferans Salonları, Sağlık Yapıları, Mağazalar, Havaalanları gibi özellik ve uzmanlık gerektiren büyük kapsamlı projelerin komple dekorasyon ve tefriş işlerini de başarı ile yapmış ve yapmaya devam etmektedir.

Sonuç olarak; farklı fiyat seçenekleri ve tasarım zenginliği içeren standart ürünlerinin yanısıra, değişik konulardaki projeli dekorasyon işleri alanında da, bugün yurt içinde ve yurt dışında giderek büyüyen ve

güçlenen yapısıyla **Tepe Mobilya**; taleplere en doğru ekonomik hızlı ve güvenilir çözümler sunmaya devam etmektedir.

İçinde bulunduğumuz sektör pek çok kişi ve grubun ilgisini çekmekte ve bu alanda ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Özellikle **Tepe Home** konsepti pek çok kişi için örnek olmakta, çeşitli yatırımcılar Tepe Home benzeri konseptler yaratmaya çalışmaktadırlar. Tepe Home uyguladığı mağazacılık anlayışıyla, ülkemizde alanında ilk ve tektir. Türkiye’de Tepe Home; alışveriş merkezlerinde büyük alanlarda kurulu, yaklaşık 30.000 çeşit ürünle faaliyet gösteren, her türlü mobilya, aksesuar, beyaz ve elektronik eşya ile küçük ev aletlerini bünyesinde bulunduran tek konsepttir.

Teknolojiyi verimliliğe dönüştürme ilkesi ile, işletme ve stok maliyetlerimizi azaltmak, işletme süreçleri üzerinde etkin bir kontrol ve izleme mekanizması oluşturmak hedefiyle gerçekleştirdiğimiz, “Güncel Veri ve Etkin Adreslemeye Dayalı Depo Yönetim Sistemi Tasarımı” projesi şirketimizde uygulamaya alınacaktır.

Ülkemizin gelişmesinde Üniversite-Sanayi işbirliğine ve bilime inanmanın, tüm ekonomik kazancımızı bilime ve eğitime destek için Bilkent Üniversitesi Vakfı’na vermenin, bu sayede, bilim adamlarının yetişmesine katkıda bulunmanın haklı gururunu duymaktayız.

Bilgi ve tüm enerjilerini bu projede kullanmaktan kaçınmayan, Bilkent Üniversitesi Endüstri Bölümü proje ekibine (Team 23), Öğretim görevlilerine teşekkür ederiz...

İşbirliğimizin gelecek yıllarda da devamını dileriz..

Tepe Mobilya Tic A.Ş.

## **TÜRKSAT Uydu Haberleşme ve Ticaret A.Ş.’den**

Teknolojinin çok hızlı geliştiği, değişimleri yakalamanın büyük çaba gerektirdiği günümüzde, statik ve yerinde sayan hizmet anlayışını terk ederek, proje sonuç odaklı çalışmalara yönelmiş ve Üniversite-Sanayi işbirliğini prensip kabul etmiş Türksat A.Ş.’de "Süreç Performans Değerlendirme ve İyileştirme" konusunda yapılan projeye verdikleri destekten dolayı proje danışmanlarına ve koordinatörlerine teşekkürlerimizi iletiyoruz.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nün bilgi ve sinerji dolu genç beyinleri... Sizlere de teşekkür etmeyi unutmuyoruz. Sizler, elinizden gelenin en güzeli yapmaya çalışıp, projenin adına yakışır bir performans sergileyerek, şirketimizde geç saatlere kadar çalıştınız, “Uzaya Giden Yolda İlk Adımı Atmak” olarak algıladığımız ve “insan yetiştirme programı” kapsamında değerlendirdiğimiz çalışmalarımıza, kaynakların etkin ve verimli kullanılması noktasında büyük katkılar sağladınız.

Son zamanlarda ismini çok fazla duyduğumuz, “Know-how”, “teknoloji transferi” gibi modellerin, söz konusu teknolojileri kazanmaya yetmeyeceğini, bunu başarmanın yolunun Türkiye’de bilgiden ürüne dönüştürebilecek bir altyapıya sahip olmaktan geçtiğini, bilimsel ve endüstriyel kazanımların önünün ancak Üniversite-Sanayi ortak çalışmaları ile açılacağını ısrarla vurgulayan bizlere destek olduğunuzu projenizle bize kanıtladınız.

"Süreç Performans Değerlendirme ve İyileştirme" projesi ile şirketimizin ileriye yönelik e-devlet çalışmalarına ışık tutunuz.

Türkiye’nin en seçkin üniversitesinde almış olduğunuz Endüstri Mühendisliği eğitimi ışığında, hedefi “Süreç, insan ve teknoloji etkileşimi içeren süreçlerin etkinliğini artırmak” olan projeyi emeğinizle yoğurup, iyileştirmeye açık birimlerimize olumlu katkılar sağladınız.

Bu hedefi belirlerken, Türksat A.Ş.’nin paydaşlarını ve yürütmekte olduğu 'e-Devlet Kapısı' projesi ve Bilgi Toplumu Stratejisi’ndeki “Vatandaş Odaklı Hizmet Sunumu” eylemini göz önüne aldınız.

Araştırma ve çalışmalarınızda güncel teorik gelişmeleri izleme fırsatının yanında, en iyi uygulamaları ve Türkiye hizmet sektörüne özel verileri de kullandınız.

Zaman ve diğer proje kısıtlarını göz önüne alarak netleştirdiğiniz kapsam ve proje zaman planı doğrultusunda, Personel Görevlendirme ve Yeni Abone Kayıt süreçlerinde performans değerlendirme ve iyileştirme çalışmaları yaptınız. Sürekli geri beslemeler ile proje sürecinde oluşan sorunların kısa sürede çözüme kavuşturulmasına katkı sağladınız.

Sonuçta, kamu hizmet sektörüne özel, Süreç Analiz Metodolojisi, Ölçümleme ve Değerlendirme anahtar kriterleri ve Simülasyon çalışmaları, araştırma-geliştirme verileri çıkararak, bundan sonra atılacak adımlar konusunda projeksiyonlar sundunuz. şüphesiz ki; teknoloji üretebilmek ya da bilgi-dizayn-ürün süreçlerini başarı ile yönetmek, bilim adamları, akademisyenler, araştırmacılar ve sanayicilerin birbirlerine ne kadar destek verdikleriyle orantılıdır.

Çalışmalarınız neticesinde destek verenler listesine, “Sinerji yayan öğrenciler” de eklendi.

Teşekkürler...

Adnan ÇELİK & Ömer KILIÇ  
TÜRKSAT A.ř.

## **UNILEVER Türkiye'den**

Unilever, 1930 yılında sabun üreticisi Lever Bros. Şirketi ve Margarin üreticisi Unie'nin ortaklığı ile kurulmuştur. Gıda, kişisel bakım ve ev bakımı ürünlerinden oluşan çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Dünyanın yaklaşık 150 ülkesinde her gün 150 milyon tüketiciye farklı markalarıyla ulaşan Unilever, 2006 yılındaki 39.6 milyar Euro cirosu ile dünyanın önde gelen şirketleri arasındaki yerini korumaktadır.

Araştırma Geliştirme faaliyetlerine her yıl ayırdığı ortalama 1 milyar Euro ile tüketicilerine en iyi ve en kaliteli ürünleri sunmakta, bilimsel çalışmalara öncülük ederek piyasadaki rekabet ortamını da hareketlendirmektedir.

Sosyal sorumluluk çalışmalarına her yıl ayırdığı 60 milyon Euro ile yarına yatırım yapmakta ve var olduğu toplumların sosyal gelişimlerine katkıda bulunmaktadır.

Çok uluslu ve faaliyet gösterdiği ülkelerde yerel köklere çok bağlı bir şirket olan Unilever, 1952'den beri Türkiye pazarında aktif rol oynamaktadır. Birçoğu bulunduğu pazarlarda lider konumda olan Omo, Rinso, Domestos, Yumoş, Cif, Elidor, Dove, Rexona, Lux, Axe, Signal, Sana, Becel, Knorr, Komili, Lipton, Algida ve Amaze markalarının üreticisidir.

Unilever'in misyonu "hayata canlılık kazandırmaktır". İnsanların kendilerini iyi hissetmelerine, iyi görünmelerine ve hayattan daha fazla keyif almalarına yardımcı olan markalarla günlük hijyen, beslenme ve kişisel bakım ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Üniversite – Sanayi işbirliğine son derece önem veren şirketimiz 2005 yılından beri Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencilerinin projelerine ortak olarak katılmaktadır. Bu katılımlardaki konular geliştirilebilecek konulardan seçilerek projelerin gerek öğrencilere, gerekse şirketimize değer katması hedeflenmektedir.

Unilever'in içinde bulunduğu kategorileri raflarında tüketicilere satan değişik potansiyellerde yaklaşık 116.000 perakendeci bulunmaktadır. Unilever, 2007 yılında yaklaşık 22.000 noktaya distribütörler vasıtası ile doğrudan ulaşmaktadır. Geride kalan perakendecilere ise Unilever mamülleri dolaylı olarak ulaşmaktadır. Bu proje; dolaylı yolla ulaştığımız perakendecilere daha iyi hizmet vermek ve Unilever mamüllerinin bu perakendecilerde bulunurluğunu artırılmak için

gerçekleştirilmiş bir yöntem çalışmasıdır. Proje Ankara'da pilot uygulamaya başlanmıştır.

Unilever mamüllerinde sayısal dağılımı artıracak, perakende haritasının örtülmesine katkı sağlayacak olan bu projeye büyük önem vermekteyiz. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne ve projede görev alan takım üyelerine çalışmalarından ve katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Mehmet ALTINOK  
VP Customer Development  
General Trade East

Halil ERKMAN  
Customer Development Director,



# **Distribütör Performans Değerlendirmesi ve Prim Sistemi Tasarımı**

## **Algida Türkiye**

### **Proje Ekibi**

Melis Baltalı

Ekin Ertemiz

Damla Sürel

Alev Şaşırıt

Nazlı Toğanaş

Merve Ünüvar

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

### **Şirket Danışmanları**

Ercan Çakan, Anadolu Bölgesi Bölge Müdürü

Selim Göden, Doğu Bölgeler Müdürü

### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Alper Şen,

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

## **ÖZET**

Algida Unilever, distribütörlerine mevcut olarak, yapılan ciro ve satılan litre bazlı bir prim sistemi kullanarak prim dağıtmaktadır. Bu proje, ciro ve litre hedefleri dışında kalan diğer etkenleri de göz önünde bulundurarak, tüm distribütörler için daha adil bir prim sistemi yaratmayı amaçlamaktadır. Ayrıca önerilen sistem, değişen koşullara ve artan distribütör sayısına uyum sağlayabilecektir. Anahtar Performans Göstergelerinin belirlenmesi, bu göstergelerin katsayıları hesaplanarak önem sırasının oluşturulması, gruplandırılması ve elektronik ortama geçirilmesi projemizin ana safhalarını oluşturmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Korelasyon Analizi'nden yararlanarak oluşturulan sistem, ciro ve litre gibi satış faktörlerinin yanında operasyonel ve ekonomik performans, çevresel faktörler ve müşteri memnuniyeti gibi etkenleri de içermektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Anahtar Performans Göstergesi (APG), prim sistemi, performans değerlendirmesi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).

# **Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi için Malzeme Seçimi**

## **Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası**

### **Proje Ekibi**

Melike Aslan  
Ayşe Çelikbaş  
Ece Zeliha Demirci  
Mustafa Höke  
Esra Koca  
Kerem Sağım

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Tanzer Tunçalp, Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası,  
Üretim Planlama Müdürü

### **Akademik Danışman**

Figen Eren, Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi tarafından mevcut malzeme stoklarının düzenlenmesi ve stok takibinin kolaylaştırılması için Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi'nin (AS / RS) kurulmasına karar verilmiştir. Projemizin amacı, kurulacak sistemde yer alacak malzemeleri belirleyerek, bu sistemin en verimli şekilde çalışmasını sağlamaktır. Bunun için, sisteme girmesi olası malzemeler, çeşitli senaryolar altında oluşturulan matematiksel modellerin Excel Solver ile çözülmesiyle belirlenmiştir. Bu modellerin çıktıları Arena 7.01 programı kullanılarak oluşturulan bir benzetim modeliyle değerlendirilmiş ve en iyi performans ölçütünü veren modelin malzeme seçimi için kullanılmasına karar verilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi (AS / RS), malzeme seçimi, ambar yönetimi, rassal benzetim modeli, performans değerlendirmesi.

## 1. Arçelik Hakkında

Arçelik, Türkiye'deki tek bulaşık makinesi üreticisidir ve Türkiye'de %70'lik pazar payına sahiptir. Ankara Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası 1993 yılından beri Koç Holding A.Ş. bünyesinde üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası'nda, üretim iki montaj bandında, 8 saatlik vardiyalar şeklinde gerçekleştirilmekte olup, Montaj – 1 bandında günlük 3, Montaj – 3 bandında günlük 2 vardiya halinde çalışılmaktadır. 450 farklı modelde üretim kapasitesine sahip olan fabrikada, fabrikaya gelen malzemeleri depolayabilecek ve bu malzemeleri üretim için gerekli oldukları anda üretim bandına sağlayabilecek uygun bir malzeme depolama sisteminin tasarlanması hedeflenmektedir.

## 2. Problem Tanımı

Bulaşık makinesi üretiminde çok fazla sayıda ve çeşitte malzeme kullanılması, stok yönetimini ve takibini güçleştirmektedir. Fabrikanın son beş senede kapasite olarak beş kat büyümesi; ancak yer olarak gerekli ölçüde büyüyememesi sonucunda; mevcut stok alanları düzensizleşmiş, stoktaki malzeme sayıları fazlalaşmış ve stok takibi güçleşmiştir. Bu durum, malzemelerin stok alanındaki yerlerinin belirlenmesi ve ambar alanından alınması için harcanan zamanın artmasına sebep olmakta, dolayısıyla doğru malzemenin doğru zamanda kullanılmasına engel olmaktadır.

Fabrika yönetimi tarafından, mevcut stokların düzenlenmesi, stok takibinin kolaylaştırılması ve stok seviyesinin azaltılarak maliyetlerin azaltılması için Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi'nin (AS / RS) kurulmasına karar verilmiştir. Firmalardan alınan teklifler doğrultusunda *Daifuku* firması ile anlaşma sağlanmış ve AS / RS siparişi tüm teknik detaylarıyla belirlenmiştir. Projemizin amacı, kurulacak olan sistemde yer alacak malzemelerin belirlenmesine dair kararları alarak, bu sistemin en verimli şekilde çalışmasını sağlamaktır.

Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi'nin kurulumu sonrasında fabrikada gözlemlenmesi amaçlanan değişiklikler şu şekilde sıralanabilir:

- Stok düzensizliğinin ortadan kaldırılması
- Stok takibinin kolaylaştırılması
- Malzeme tedarik zincirinin hızlandırılması
- Üretim kapasitesinin artırılması

## 3. Mevcut Sistemin İncelenmesi

Projenin ilk üç ayında mevcut sistemdeki malzemeler incelenmiş, ambar alanındaki malzemelerin kasa ve palet tipleri belirlenmiştir. İncelenen 320 malzemedan Kasım – Aralık SAP verileri kullanılarak giriş çıkış frekansları hesaplanan ve AS / RS'ye girmesi muhtemel malzeme sayısı, ağırlık, boyut ve kasa tipleri kriterlerine göre 111

olarak belirlenmiştir. Fabrika yöneticileri AS / RS'ye girebilecek malzeme sayısının 4114 olduğunu belirttiklerinden, modellerde kullanılan tüm hesaplamalar AS / RS'yi indirgeyerek yapılmıştır. Buna göre; indirgeme oranı:

$$111 / 4114 = 2.8 \%$$

olarak belirlenmiştir. Buna göre;

➤ Modellerde kullanılan AS / RS kapasitesi (C göz)

$$2784 \text{ (Kurulacak AS / RS'nin kapasitesi)} * 0.028 = 77,$$

➤ Günlük giriş frekansı ( $F_e$  palet/gün)

$$63 \text{ (Kurulacak AS / RS'nin saatlik giriş frekansı)} * 24 * 0.028 = 42,$$

➤ Günlük çıkış frekansı ( $F_o$  palet/gün)

$$45 \text{ (Kurulacak AS / RS'nin saatlik çıkış frekansı)} * 24 * 0.028 = 30 \text{ olarak belirlenmiştir (Tablo 1).}$$

Tablo 1. İndirgeme tablosu

	<b>İndirgeme</b>	<b>Tüm malzemeler</b>	<b>Model</b>
<b>Kapasite</b>	% 2.8	2784	77
<b>AS / RS'ye günlük palet giriş frekansı</b>	% 2.8	$63 * 24 = 1512$	42
<b>AS / RS'den günlük palet çıkış frekansı</b>	% 2.8	$45 * 24 = 1080$	30

#### 4. Önerilen Yöntem

Kurulacak olan AS / RS sisteminde yer alacak malzemelerin belirlenmesi için iki aşamalı bir çözüm yöntemi kullanılmıştır. İlk aşamada malzemelerin stok miktarlarını, ambara giriş ve çıkış frekanslarını dikkate alan bir matematiksel model önerilmiştir. Bu matematiksel model, farklı amaç fonksiyonları için çözdürülerek sisteme girecek malzemelerin belirlenmesini sağlamaktadır. İkinci aşamada seçilen malzemelerin sistemin performansını nasıl etkileyeceğini gözlemlemek için bir benzetim modeli önerilmiştir. Bu model, farklı alternatif çözümler için AS / RS'nin kullanım oranlarının, malzemelerin çıkış istasyonundaki ortalama bekleme sürelerinin ve çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme sayılarının bulunmasında kullanılmıştır.

Önerilen matematiksel modeller Excel Solver kullanılarak çözülmüştür. Benzetim modeli için ise Arena 7.01 programı kullanılmıştır.

#### 4.1. Matematiksel modeller

Değişkenler:

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{- malzeme AS / RS'de yer alacaksa} \\ 0 & \text{- malzeme AS / RS'de yer almayacaksa} \end{cases}$$

Parametreler:

$f_{e_i}$  :  $i$  malzemesinin ambar alanına günlük giriş frekansı –1 günde  $i$  malzemesinden ambara kaç kutu geldiği,  $i = 1, 2, \dots, 111$

$f_{o_i}$  :  $i$  malzemesinin ambar alanından günlük çıkış frekansı –1 günde  $i$  malzemesinden ambardan kaç kutu çıktığı,  $i = 1, 2, \dots, 111$

$I_i$  :  $i$  malzemesinin ambar alanındaki ortalama stoğu,  $i = 1, 2, \dots, 111$

Tüm parametreler palet cinsinden hesaplanmıştır.

$V_k$  : Görevleri aynı olan malzemeler kümesi,  $k = 1, 2, \dots, 18$ .

$C$ : AS / RS kapasitesi (göz) = 77

$F_e$ : AS / RS günlük giriş frekansı (palet / gün) = 42

$F_o$ : AS / RS günlük çıkış frekansı (palet / gün) = 30

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^{111} X_i * I_i \leq C \quad (1.a)$$

$$\sum_{i=1}^{111} X_i * I_i = C \quad (1.b)$$

$$\sum_{i=1}^{111} X_i * f_{o_i} \leq F_o \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{111} X_i * f_{e_i} \leq F_e \quad (3)$$

$$X_i = X_j, \forall i, j \in V_k, \quad \forall k = 1, 2, \dots, 18 \quad (4)$$

$$X_i \in \{0, 1\}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, 111. \quad (5)$$

İlk kısıtla AS / RS'de yer alacak malzemelerin toplam stok miktarının AS / RS kapasitesini geçmemesi, ikinci kısıtla AS / RS'deki malzemelerin çıkış frekansları toplamının AS / RS'nin toplam çıkış frekansından (45 palet / saat) küçük olması, üçüncü kısıtla da AS / RS'deki malzemelerin giriş frekansları toplamının AS / RS'nin toplam giriş frekansından (63 palet / saat) küçük olması sağlanmaktadır.

Son kısıtla görevlerine göre gruplanmış ve aynı grupta yer alan malzemelerin sisteme girme kararlarının beraber değerlendirilmesi sağlanmaktadır.

**Alternatifler:**

**Model – 1:**

$$\text{enbüyült} \sum_{i=1}^{111} X_i * fo_i \quad (\text{A1})$$

*kısıtlar:*

(1.a), (2), (3), (4), (5)

İlk modelde amaç, en yüksek toplam çıkış frekansına sahip malzemelerin AS / RS’de yer almasını sağlamaktır.

**Model – 2:**

$$\text{enbüyült} \sum_{i=1}^{111} X_i * fe_i \quad (\text{A2})$$

*kısıtlar:*

(1.a), (2), (3), (4), (5)

İkinci modelin amacı, en yüksek toplam giriş frekansına sahip malzemelerin AS / RS’de yer almasını sağlamaktır.

**Model – 3:**

$$\text{enbüyült} \sum_{i=1}^{111} X_i \quad (\text{A3})$$

*kısıtlar:*

(1.a), (2), (3), (4), (5)

Üçüncü modelin amacı, AS / RS’de en fazla çeşitliliği sağlamaktır.

**Model – 4:**

$$\text{enküçült} \sum_{i=1}^{111} X_i * fo_i \quad (\text{A4})$$

*kısıtlar:*

(1.b), (2), (3), (4), (5)

Dördüncü modelde amaç, en düşük toplam çıkış frekansına sahip malzemelerin AS / RS’de yer almasını sağlamaktır.

**Model – 5:**

$$\text{enküçült} \sum_{i=1}^{111} X_i * fe_i \quad (\text{A5})$$

*kısıtlar:*

(1.b), (2), (3), (4), (5)

Beşinci modelin amacı, en düşük toplam giriş frekansına sahip malzemelerin AS / RS’de yer almasını sağlamaktır.

**Model – 6:**

$$\text{enbüyült} \sum_{i=1}^{111} X_i * (1-a_i) \quad (\text{A6})$$

*kısıtlar:*

(1.a), (2), (3), (4), (5)

$$\lambda_i = \alpha * (I_i / \sum_{i=1}^{111} I_i) + \beta * (fe_i / \sum_{i=1}^{111} fe_i) + \gamma * (fo_i / \sum_{i=1}^{111} fo_i)$$

Altıncı model, önceki tüm modellerin birleştirilerek kullanılmasını sağlamaktadır. Buna göre,  $\alpha$  katsayısı stok miktarına,  $\beta$  katsayısı giriş frekansına ve  $\gamma$  katsayısı çıkış frekansına atanmış, daha sonra, tüm malzemeler için, stok miktarları ve giriş çıkış frekanslarının toplam stok miktarına ve giriş çıkış frekanslarına oranları bulunup toplanarak normalize ederek  $\lambda$  katsayıları bulunmuştur. Bu  $\lambda$  katsayıları toplamlarını enküçültecek malzemelerin AS / RS’ye girmesi önerilecektir. Altıncı model  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  katsayıları değiştirilerek, farklı önem katsayıları için çözülmüştür ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

**Sonuçlar:**

Tablo 2. İlk 5 modele göre seçilen malzeme sayısı

<b>Modeller</b>	<b>Seçilen malzeme sayısı</b>
Model-1	11
Model-2	22
Model-3	26
Model-4	11
Model-5	5

Tablo 3. Son modelin farklı  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  değerlerine göre seçilen malzeme sayısı

Modeller	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Seçilen malzeme sayısı
Model-6.1	0.33	0.33	0.33	29
Model-6.2	0.1	0.8	0.1	29
Model-6.3	0.45	0.45	0.1	29
Model-6.4	0.1	0.1	0.8	29
Model-6.5	0.1	0.45	0.45	29
Model-6.6	0.45	0.1	0.45	29
Model-6.7	0.8	0.1	0.1	29

Altıncı modelin farklı önem katsayılarına göre çözülmesi sonucu bulunan 29 malzemenin 27'si tüm çözümlerde aynıdır.

#### 4.2. Benzetim modeli

Tasarlanan benzetim modelinin ilk aşamasını tedarikçilerden gelen siparişler oluşturmaktadır. Değerlendirilen 111 malzemenin Kasım-Aralık 2006 ve Ocak-Şubat 2007 SAP verilerinden faydalanılarak, malzeme siparişlerinin fabrikaya gelme ve kullanılma frekanslarının ve miktarlarının matematiksel dağılımları bulunmuş ve benzetim modeline eklenmiştir. Böylece, benzetim modeli rassal verileri değerlendirebilir hale gelmiştir. Modele göre, fabrikaya gelen ürünler kasa tiplerine göre gruplanarak ambar alanına gelmektedir. Bu alana gelen ürünlerden AS / RS'ye girmesi belirlenenler, forkliftler yardımıyla AS / RS'ye getirilerek taşıyıcı ve mekik yardımıyla AS / RS'deki yerlerine yerleştirilir. Tüm malzemeler palet biriminden hesaplanmıştır. Daha sonra istasyonlardan gelen siparişlere göre uygun malzemeler istasyonlara gönderilmek üzere AS / RS'den forkliftler aracılığıyla istenir. Forkliftler malzemeleri montaj bantlarının başına ve sonuna bırakacakları için modeldeki istasyon sayısı 4 olarak belirlenmiştir. AS / RS'den istenen malzemenin dört istasyondan da eşit miktarda istendiği kabul edilmiştir, yani AS / RS'den istenen malzeme dört istasyon arasında eşit miktarda bölüştürülmektedir. Forkliftlerin istasyonlar arasındaki geliş gidiş süreleri gözardı edilmiştir. Forkliftlerin yükleme ve boşaltma süreleri 5'er saniye, forklift giriş istasyonuna girme süreleri 50 saniye olarak kabul edilmiştir. Forkliftler AS / RS'nin önüne gelerek istenen malzemeyi operatöre iletirler. AS / RS'den çekilen malzemeler yine forkliftler yardımıyla istasyonlara iletilir ve forkliftler malzemeyi sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü istasyonlara iletirler. Boşta kalan forkliftler de yeni malzeme almak üzere AS / RS'ye yönlendirilir.

Benzetim modelinin oluşturulmasındaki amaç, matematiksel modellerle elde edilen sonuçları deneyerek, performans ölçütlerini inceleyerek, şirket için en uygun modeli önermektir. Buna göre, 12



matematiksel modelden elde edilen sonuçlara göre, çeşitli malzemeler benzetim modelinde AS / RS'ye yerleştirilerek denenmiş, benzetim modelinin 35 günlük 3 periyot halinde çalıştırılması sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Benzetim modeli sonuçları

Matematiksel Model	AS/RS'ye giren malzeme sayısı	AS/RS kullanım oranı	Çıkış istasyonunda ortalama bekleme süresi (dakika)	Çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarı
Model-1	11	0.7737	9.7347	6.3948
Model-2	22	0.9660	9.9788	9.2734
Model-3	26	0.8119	5.9880	1.5191
Model-4	11	0.7590	9.5079	7.8169
Model-5	5	0.5036	8.2421	16.4380
Model-6.1	29	0.4489	3.4544	1.3122
Model-6.2	29	0.7191	6.6490	1.4559
Model-6.3	29	0.6578	4.6596	1.1497
Model-6.4	29	0.6578	4.6596	1.1497
Model-6.5	29	0.7191	6.6490	1.4559
Model-6.6	29	0.7191	6.6490	1.4559
Model-6.7	29	0.7191	6.6490	1.4559

## 5. Sonuçların Analizi

AS / RS'nin fabrikadaki üretim bantlarına istenen zamanda istenen miktarda malzemeyi sağlayabilmesi, fabrikadaki üretimin sürekliliği ve verimi açısından gerekli olduğundan, AS / RS'nin performansının değerlendirilmesinde çıkış istasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, AS / RS'nin kullanım oranı yanında, çıkış istasyonundaki ortalama bekleme süresi ve çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarı da benzetim modelinin performans ölçütleri olarak belirlenmiştir.

Benzetim modelinin sonuçları incelendiğinde, farklı katsayılarla denenilen normalize modelin sisteme girmesi için önerdiği 29 malzemenin 27'sinin yedi modelde de aynı olduğu görülmüştür. Buna göre, normalize modelin farklı katsayılarla bile yaklaşık aynı sonuçları vereceği sonucuna varılabilir. Sonuçlara göre, çıkış istasyonundaki ortalama bekleme süresini enküçülten modelin üç kısıta da aynı önemi veren normalize model, çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarını enküçülten modellerin de, giriş frekansı ve stok miktarının önemli olduğu normalize model, ve yalnızca çıkış frekansının önemli

olduğu normalize model olduğu görülmüştür. Çıkış istasyonundaki ortalama bekleme süresi ve çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarı çarpılarak, çıkış istasyonundaki toplam bekleme süresi ortalama olarak bulunmuştur. Buna göre, en küçük değeri veren modelin, stok miktarı, giriş ve çıkış frekanslarına eşit önem veren normalize model olduğu görülmüştür (Tablo 5). Önerilen çözüm, bu modelin önerdiği 29 maddenin AS / RS'ye girmesidir.

Tablo 5. Çıkış istasyonundaki toplam bekleme süresinin hesaplanması

<b>Matematiksel Model</b>	<b>Çıkış istasyonunda ortalama bekleme süresi (dakika) (A)</b>	<b>Çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarı (B)</b>	<b>A x B</b>
Model-6.1	3.4544	1.3122	4.5328
Model-6.3	4.6596	1.1497	5.3571
Model-6.4	4.6596	1.1497	5.3571

Bu sonuçlar incelendikten sonra, önerilen modeli değişik giriş-çıkış frekanslarıyla da değerlendirmek amacıyla, malzemelerin giriş-çıkış frekansları %10 arttırılmış ve benzetim modeli tekrar çalıştırılmıştır. Yeni sonuçlar incelendiğinde, çıkış istasyonunda ortalama bekleme süresinin ve istasyonda bekleyen ortalama malzeme miktarının arttığı ve en iyi performans ölçütünü veren modelin yine eşit katsayılı normalize model olduğu görülmüştür (Tablo 6).

Tablo 6. Giriş-çıkış frekansları %10 arttırıldıktan sonra çıkış istasyonundaki toplam bekleme süresinin hesaplanması

<b>Matematiksel Model</b>	<b>Çıkış istasyonunda ortalama bekleme süresi (dakika) (A)</b>	<b>Çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme miktarı (B)</b>	<b>A x B</b>
Model-6.1	4.1688	8.5162	35.5022
Model-6.3	5.9749	10.3927	62.0953
Model-6.4	5.9749	10.3927	62.0953

## 6. Uygulama Planı

Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemi'nin Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası'na kurulumu henüz yapılmadığından, önerilen yöntem fabrikada uygulamaya konulamamıştır. Ancak tasarlanan bu modellerin fabrika sistemine entegrasyonu şu şekilde olacaktır: Öncelikle, giriş - çıkış frekansları ve SAP verilerine ulaşarak, matematiksel modeller yardımıyla fabrikadaki tüm malzemeler değerlendirilecek, her bir modelin verdiği sonuçlar, benzetim modelinde uygulanarak, AS / RS kullanım oranı, çıkış istasyonundaki ortalama bekleme süresi ve çıkış istasyonunda bekleyen ortalama malzeme sayısı gibi kriterler gözönünde bulundurularak, AS / RS'ye yerleştirilmesi uygun görülen maddeler belirlenecektir. Bu malzemeler AS / RS'ye yerleştirildikten sonra, Kasım-Aralık 2006 ve Ocak-Şubat 2007 verileri incelenerek sistemdeki günlük palet giriş ve çıkışlarının matematiksel dağılımları bulunacaktır. Bu dağılımların aynı olup olmadığı hipotez testleriyle belirlenecek; aynı çıkması halinde, fabrika yönetiminin hedefleri arasında yer alan, üretim kapasitesi artırılınca oluşturulacak üretim planı için de aynı dağılım uygulanacak ve AS / RS'nin kapasitesinin ne kadarlık üretime kadar yeterli olacağı belirlenecektir.

# **Geri Dönüşümlü Malzeme Yönetimi**

## **Carlsberg A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Zeliha Ceren Özmen  
Mehmet Parmaksızoğlu  
Doğukan Saydan  
Necati Tereyağoğlu  
İhsan Yanıkoğlu  
Kerem Can Yılmaz

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Murat Akgün, Tedarik Zinciri Direktörü, Carlsberg A.Ş.

### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. M. Murat Fadıloğlu  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Carlsberg firmasında geri dönüşümlü malzemelerin geri dönüşlerinin miktar ve süre olarak tahmin edilememesi, optimum sipariş miktarlarının bilinmemesi, boş şişe geri dönüş miktarlarının düşük olması sebebiyle üretim planlama, lojistik, ve satış fonksiyonlarında sorunlar yaşanmaktadır. Bu projenin amacı, şirketin geri dönüşleri isabetli bir şekilde tahmin etmesini sağlamak dolayısıyla geri dönüşümlü malzemelerin sipariş miktarlarını belirlemek ve boş şişe geri dönüşlerini arttırıcı bir teşvik yöntemi oluşturmaktır. Projenin sonucunda, Java programlama dili tabanlı kullanıcı dostu bir yazılım oluşturularak, geri dönüşler düşük hata oranlarıyla tahmin edilmiştir. Bu tahminler kullanılarak, karışık tamsayı modeliyle aylık optimum sipariş miktarları belirlenmiştir. Geri dönüşleri arttırmaya yönelik bir teşvik modeli oluşturulmuş, model kullanılarak firmanın geri dönüş sürecindeki kar fonksiyonu ençoklanmıştır. Satış noktalarından geri alınan boş şişe başına satış noktalarına 4.8 YKr maddi teşvik verilmesine karar verilmiştir. Bu sayede geri dönüş miktarlarının yükseleceği öngörülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Ters lojistik, geri dönüşümlü malzeme yönetimi.

## **1. İşletme Tanıtımı**

Carlsberg, 1847 yılında Kopenhag'da bira üreticisi J.C. Jacobsen tarafından kuruldu. Bugün Carlsberg, 31 bin çalışanı ve yılda 9 milyar litre satış hacmi ile dünyanın içecek devlerinden birisi olmuştur. Ürünleri 140'tan fazla ülkede satışa sunulmaktadır. Günde yaklaşık 74 milyon şişe bira üretimi yapmakta olup, dünyanın en büyük 5 bira şirketi arasında yer alır. Carlsberg, 2001 yılında Türk Tuborg'un yüzde 95'lik hissesini satın almış ve bugün en büyük ortak durumuna gelmiştir. Günümüzde İzmir'deki Türk Tuborg Fabrikası, yılda 36 bin ton malt ve 300 milyon litre bira üretim kapasitesi ile Türkiye'nin en büyük bira fabrikasıdır. İç piyasanın yanı sıra, Azerbaycan, Nahcivan, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Gürcistan, Türkmenistan, Umman, Sırbistan Karadağ, Pakistan, Lübnan, Irak, İran, İsrail, Birleşik Arap Emirlikleri ve Bulgaristan Türk Tuborg'un ihracat yaptığı ülkeler arasındadır.

## **2. Problem Tanımı**

### ***2.1.1. Geri dönüşümlü malzeme tahmininde mevcut durum***

Carlsberg şirketinin geri dönüşümlü malzemelerinin (GDM) geri dönüş miktarlarının tahminini gerçekleştiren doğruluğu kanıtlanmış ve uygun bir yöntemi yoktur. Şirket, geri dönüş miktarlarının tahminlerini yapmak için, geçmiş verileri kullanarak istatistiksel yöntemlere dayanmayan tecrübeye dayalı bir yöntem kullanmaktadır. Geri dönüş miktarları isabetli olarak önceden tahmin edilemediğinden doğru satın alma planlaması yapılamamaktadır. Bu da fazla miktarda malzeme alımı dolayısıyla fazla envanter maliyeti veya az miktarda malzeme alımı sonucunda üretim için gerekli malzeme eksikliği nedeniyle sipariş karşılayamama problemi olarak tanımlanabilir.

### ***2.1.2. Amacımız***

Yukarıda anlatılanlar ışığında grubumuzun amacı GDM'lerin geri dönüş miktarlarının tahminini istatistiksel bir yöntemle dayandırarak doğru bir şekilde yapmaktır. Bu amaç başarıldıktan sonra, doğru tahminleri kullanan geri dönüşümlü malzeme satın alma modeli oluşturularak, yüksek envanter maliyetlerinin veya sipariş karşılayamama nedeniyle oluşan kayıp satışların engellenmesi amaçlanmaktadır.

### ***2.2.1. GDM teşvik yöntemi mevcut durumu***

Geri dönüşümlü malzemeler, bira endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. GDM'lerin tekrar kullanılmak üzere sürekli kapalı tedarik zinciri sistemi içinde dönmesi yeni şişe alımı gereksinimini azaltmakta dolayısıyla üretim maliyetlerini oldukça uygun seviyelere çekmektedir. Bu nedenle Carlsberg Şirketi de GDM'lerin, özellikle depozitolu şişelerin (DŞ) sistemde kalması için müşterilerden geri dönüş oranının yüksek olmasını istemektedir. Fakat mevcut durumda bu oran

oldukça düşüktür. Bu durumda, geri dönmeyen malzemeler yerine yeni GDM'ler satın alınmaktadır. Yeni GDM alımı ve kullanımı, sistemde varolan bir GDM'nin kullanımından daha maliyetli olduğundan birim üretim maliyeti de yükselmektedir.

Geri dönüşleri artırmak için reklam kampanyaları veya son tüketiciye yönelik promosyonlar ülkemizdeki konuyla ilgili yasal düzenlemeler nedeniyle kullanılamamaktadır. Bunun yanında, mevcut durumda bayileri ve satış noktalarını, geri dönüşleri arttırmaya yönelik parasal motivasyonları yoktur.

### **2.2.2. Amacımız**

Yukarıda anlatılan problemin çözülmesi için, GDM'lerin dönüşünü arttıracak bir teşvik yöntemi geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

## **3. Önerilen Çözüm**

### **3.1. Bölüm I: geri dönüş tahmini**

Carlsberg'in bu konudaki sorununu çözebilmek için aylık periyotlarda gerçekleşecek depozitolu şişe (DŞ) geri dönüş miktarının tahminini yapan bir istatistiksel yöntem ve bu yöntemle çalışan bir yazılım geliştirilmiştir. Altı çizilmelidir ki bahsedilen yöntemin sonuçlarının istatistiksel hassasiyeti hipotez testleriyle kanıtlanmıştır.

#### **3.1.1. Tahmin modeli**

Notasyon:

- 
- $I$  : Zaman indeksi  
 $N$  : Sonlanma periyodu (Bu periyottan sonra dönen DŞ'ler kaybolmuş sayılmaktadır)  
 $t$  : Şu anki periyot  
 $L$  : Önümüzdeki kaç periyot için tahmin yapılacağı  
 $u_i$  :  $i$  periyodunda gerçekleşmiş dolu DŞ satışları  
 $p_j$  : Bir DŞ'nin tam  $j$  periyot sonra fabrikaya geri dönme olasılığı,  $j=1,2,\dots,n$   
 $p$  : Bir DŞ'nin fabrikaya dönme olasılığı ( $p = \sum_{j=1}^n p_j$ )  
 $p_\infty$  : Bir DŞ'nin fabrikaya geri dönmeme olasılığı  
 $\mu_i$  :  $t < i < t + L$  aralığı için tanımlı,  $i$  periyodunda gerçekleşmesi öngörülen dolu DŞ satışı  
 $R_i$  :  $i$  periyodunda satılmış DŞ'nin  $t + L$  anına kadar dönmüş olma olasılığı  
 $W_i$  :  $i$  periyodunda satılmış DŞ'lerden  $t + L$  anına kadar geri dönecek olanlarının sayısı  
 $Y_{t,L}$  :  $t + L$  anına kadar geri dönecek olan DŞ'lerin toplam sayısı  
 $ER_t^P$  : Şu ana kadar gerçekleşmiş olan ( $t$  anından önce) satışlardan olması beklenen geri dönüş miktarı

$ER_t^L$  : Şu andan sonra gerçekleşmesi beklenen ( $t$  ile  $t + L$  anları arası) satışlardan olması beklenen geri dönüş miktarı  
 $ER_t^B$  :  $Y_{t,L}$ 'in beklenen değeri ( $ER_t^L + ER_t^P$ )

Bu model bir DŞ için genel bir geri dönme olasılığına ( $p$ ) ihtiyaç duymaktadır. Bu parametre bir DŞ'nin zincirde kaybolma olasılığının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu olasılığın matematiksel değeri ise  $p_\infty = (1-p)$  denklemi ile gösterilebilir. Bu parametrenin belirlenmesi için bir sonlanma periyodu ( $n$ ) seçilerek bu periyottan sonra dönecek DŞ'lerin kaybolmuş sayılması yöntemi izlenebilir. İlgili geri dönüş dağılımı ( $p_1, p_2, \dots, p_n, p_\infty$ ), gerçek geri dönüş süreleri kullanılarak oturtulmuş herhangi bir kesikli olasılık dağılımı kullanılarak modellenilebilir (Kelle & Silver, 1989). Projemiz kapsamında kullanılan  $p_1, p_2, \dots, p_n, p_\infty$  değerlerinin hesaplanma yöntemi Ek 2'de verilmiştir.

Modelin kullanmakta olduğu  $L$  parametresi gelecek kaç periyot için tahmin yapılacağını belirtmek için kullanılmaktadır. Model bu süre içinde gerçekleşmesi beklenen toplam geri dönüşü hesaplanmaktadır.  $W_i$  parametresinin önümüzdeki  $L$  periyot süresince, geçmiş  $i$  periyotunda gerçekleşmiş olan toplam dolu DŞ satışından ( $u_i$ ) gerçekleşecek olan geri dönüş miktarı olduğu hatırlandığında; gerçekleşecek toplam geri dönüşün ( $Y_{t,L}$ )  $i$  üzerinden  $W_i$ 'ların toplamı olduğu görülebilir ( $Y_{t,L} = \sum_i W_i$ ). Bahsedilen her  $W_i$ , deneme sayısı  $u_i$  ve başarı olasılığı  $R_i$  olan bir binomial rassal değişken olarak düşünülebilir.  $ER_t^B$  sembolü ile gösterilecek olan  $Y_{t,L}$ 'nin beklenen değerinin hesaplanması aşağıda görülebilir.

Geçmişte gerçekleşmiş olan dolu DŞ satışlarından ( $u_i : i \leq t$ )  $t + L$  anına kadar gerçekleşecek dönüşlerin beklenen değeri  $ER_t^P$  ile gösterilmektedir.  $ER_t^P$ 'nin değeri şöyle hesaplanabilir:

$$ER_t^P = E[\sum_{i \leq t} W_i] = \sum_{i \leq t} E[W_i] = \sum_{i \leq t} u_i R_i = \sum_{i=i_m}^t u_i R_i$$

$$i_m = \max \{1, t - n + 1\}$$

Belirtmeliyiz ki;  $E[W_i]$ 'nin  $i < i_m$  aralığı için indeksinin sıfıra eşit olma nedeni sonlanma periyotundan ( $n$ ) sonra dönecek DŞ'lerin kaybolmuş sayılmasıdır. Eğer  $t \geq n$  ise, yani elde en az  $n$  periyotluk data varsa,  $i_m, n-1$  periyot öncesinden başlanacağını ifade etmektedir.

Geçmiş satışlardan gerçekleşecek beklenen geri dönüşünün hesaplanması modelin yalnızca bir kısmını oluşturmaktadır. Bu işlemin ardından ileride yapılacağı öngörülen satışlardan gerçekleşecek beklenen geri dönüşlerin hesaplanması gerekmektedir.  $ER_t^L$  sembolü ile gösterdiğimiz bu değer,  $t + 1 \leq i \leq t + L - 1$  koşulunu sağlayan  $i$  periyotları için hesaplanacak olan beklenen  $W_i$  değerlerinin toplamına eşittir.  $W_i$  değerleri hesaplanırken,  $ER_t^B$  denklemi içerisinde yer alan  $u_i$  (gerçekleşmiş geçmiş satış miktarları)  $ER_t^L$ 'nin kapsadığı periyot için

ulaşılabilir değildir. Bu yüzden model,  $(t+1, t+L-1)$  aralığı için, gerçekleşmiş satışlar yerine gerçekleşeceği öngörülen satış tahminleri ( $\mu_i$ ) değerlerini kullanmaktadır. Modelimizde  $\mu_i$  değerleri olarak satış departmanının sağladığı aylık DŞ ürün satış tahminleri kullanılmaktadır.

$$ER_t^L = \sum_{i=t+1}^{t+L-1} E(W_i) = \sum_{i=t+1}^{t+L-1} \mu_i R_i$$

Gereken değerlerin hesaplanmasının ardından  $t + L$  anına kadar gerçekleşecek geri dönüşlerin toplam beklenen değerinin hesaplanması şu şekildedir:  $ER_t^B = ER_t^P + ER_t^L$

Tahmin yazılımını tamamladıktan sonra yazılımla 2004-2006 yıllarının geri dönüş miktarlarının tahminini yaptık. Elimizde bu yıllar için gerçekleşmiş geri dönüş miktarları zaten mevcuttu. Karşılaştırma sonucunda, yüksek sezona girildiğinde tahmin değerlerinin gerçek değerlerin hep altında kalmakta olduğunu, düşük sezona girildiğinde de hep üstüne çıkmakta olduğu gözledik. Bu sapmayı ortadan kaldırmak için öncelikle bir regresyon analizi uyguladık. Sapma ortadan kalkmış fakat, tahmin yazılımımızın geri dönüş miktarları tahminleriyle, gerçek geri dönüş miktarlarının arasındaki farkı incelediğimizde hala bazı hatalar olduğunu gözledik. Yılların aynı aylarındaki hataların birbirlerine çok yakın olduklarını fark ettik. Geri dönüş miktarları incelendiğinde de pazarın sezonsallık gösterdiği görülmekteydi. Bunu gördükten sonra 2004-2006 yıllarının senedeki aynı aylardaki ortalama hataları belirledik. Aylık olarak yapılan geri dönüş tahmininin yanı sıra bu elde ettiğimiz aylık hata miktarlarını da tahmin modelimizin içine katarak modelimizin daha doğru tahminler yapabilmesini sağladık. Bu noktada Trendsiz Sezonsal Veriyi Tahmin Etme metodunu uyguladık. (Bu metodun yanı sıra, hatalarda bir trend olup olmadığını anlamak için Winter Metodu'nu da uyguladık, fakat hatalarda bir trend olmadığını görerek bu metodu tahmin yazılımımıza dahil etmedik.) Sonuçların grafiksel gösterimleri Ek-3'de verilmiştir.

### **3.1.2. Tahmin yazılımı**

#### **3.1.2.1. Yazılımın girdileri**

Carlsberg'e sağladığımız yazılımın tabanında yukarıda anlatılan model çalışmaktadır. Kullanıcı yükleyeceği bazı girdilerin sonucunda, gerekli çıktıları alacaktır. Gereken girdiler Carlsberg'de en çok kullanılan dosya formatı olan Excel dosyaları halinde yükleneceği gibi elle de girilebilmektedir. Gereken girdiler şöyle sıralanabilir:

- Periyotluk satış miktarları: Dolu DŞ'lerin gerçekleşmiş geçmiş satış değerleri, aylık periyotlarda
- Periyotluk dönüş miktarları: Boş DŞ'lerin gerçekleşmiş geçmiş dönüş miktarları, aylık periyotlarda



- Satış tahmin değerleri: Dolu DŞ ürünler için satış departmanı tarafından yapılmış aylık gelecek satış tahminleri
- Dönüş zamanı verileri: Dönen şişeler arasından rasgele seçilmiş örnek grupları için kaydedilmiş, fabrikadan çıkış ile fabrikaya geri dönüş tarihleri arasındaki farklar (gün bazında).

İlk üç girdi yazılımın her çalıştırılışında girilirken, DŞ'lerin geri dönüş zamanlarının dağılımını oturtmakta kullanılan son veri her çeyrekte ya da yarıyılıda yapılabilecek güncellemeler esnasında gerekmektedir. Sağlanan bir yönetici paneli sayesinde Excel dosyası olarak girilebilecek bu veri, yazılımın altında çalışan modelin iç parametrelerini değiştirmekte, güncellemektedir.

### **3.1.2.2. Yazılımın çıktıları**

Yazılım, girilen verilerin işlenmesinin ardından kullanıcıya gerçekleşeceği öngörülen RB geri dönüş tahminlerini sunmaktadır. Bu tahminler, kullanıcıya girdiği son satış verisinin bir sonraki ayından başlayarak, kendisinin belirtmiş olduğu n ay sonrasına kadar her ay için ayrı ayrı hesaplanıp bildirilmektedir. Tablo raporunun yanı sıra grafiksel gösterim de yazılıma eklenecektir. Kullanıcı, isterse hesaplanmış değerleri daha sonra incelemek için bir Excel dosyasına kaydedebilmektedir.

### **3.1.3. Sipariş miktarı belirleme modeli**

Tasarlanan geri dönüş tahmin programı istenilen dönemlerin aylık bütün geri dönüş miktarlarını kullanıcıya sağlayacaktır. Böylece, Carlsberg elde ettiği geri dönüş miktarları sayesinde bira talebini karşılamak için aylık kaç tane boş şişe alması gerektiğini belirleyebilecektir. Her yıl başında Carlsberg GDM'ler için gerekli giderleri hesaplayarak üst yönetime sunmak zorundadır. Gerekli boş şişe miktarını dolayısıyla gerekli giderleri hesaplayabilmek için oluşturduğumuz sipariş miktarı belirleme modelini Ek-4'de görebilirsiniz. Bu modelin sırasıyla 1. kısıtına, objektif fonksiyonuna ve 2. kısıtına değinilecektir.

#### **3.1.3.1. Kısıt (1)**

Bu kısıt sayesinde  $i$  ayına kadar verilmiş olan toplam sipariş ( $Q_j$ ) ve başlangıçtaki envanter miktarının ( $I_0$ ),  $i$  ayına kadar verilen toplam talep ve dönüş miktarları arasındaki farkın toplamından büyük olması sağlanmıştır. Doluluk oranı olan  $k$ , normal fonksiyonda 0.95 olasılığa denk gelen  $z$  değeri olarak belirlenmiştir, doluluk oranının normal değerden elde edilmesinin nedeni talep ve dönüş oranları arasındaki farkın normal fonksiyon özelliği göstermesi temeline dayanmaktadır. Modelimiz stokastik özellik göstermektedir. Talep ve dönüş oranları arasındaki farkın rassallığını göz önünde bulundurmak için bulduğumuz  $k$  değerini, dönüş ve talep farkının standart sapmasıyla çarparak denklemin sağ tarafına ekledik. Bu literatürde "chance constraint"

olarak geçen terimin bir uygulamasıdır. Böylece olası sapmalarda Carlsberg'in ard ısmarlamaya düşme olasılığının % 5'in altında olmasını amaçladık. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise talep ve dönüş tahminleri farklarının birbirinden bağımsız değerler olduğu varsayılarak toplam fark standart sapmalarının hesaplanmış olduğudur. Çözümümüzde yukarıda görülen denklemi her ay için yazıp denklemin sağ tarafını sola atarak sıfırdan büyük ve eşit olması şeklinde programladık. Kısıt (1)'i Ek 4'de görebilirsiniz.

### **3.1.3.2. Objektif Fonksiyon**

Fonksiyondan da anlaşılacağı üzere aylık elimizde olması gereken şişe miktarıyla,  $Q_i$ , şişe birim maliyeti çarpılmış ve bu şişe miktarını getirebilmemiz için gerekli kamyon sayısı,  $n_i$ , kamyon birim maliyeti ile çarpılarak toplanmıştır. Böylece aylık toplam giderler hesaplanmıştır. Ardından bu toplam giderlerin üzerine yıllık enflasyon oranı,  $f$ , ve faiz oranı,  $r$ , etkileri katılarak net bugünkü değerleri bulunmuş ve toplanmıştır. Burada yapılan tek varsayım yıl boyunca enflasyon oranının değişmeyeceğidir ki zaten bir yıllık kısa bir sürede bu oran büyük ölçüde sabit kalacaktır. Objektif fonksiyonunu Ek 4'de görebilirsiniz.

### **3.1.3.3. Kısıt (2)**

Belirlenen miktarların getirilebilmesi için gerekli kamyon sayısının yarattığı giderlerin objektif fonksiyona eklenebilmesi amacıyla kısıt (2) oluşturulmuştur. (Bkz. Ek 4)

## **3.2. Bölüm II: geri dönüşleri artırma**

Mevcut durumda, daha önce de bahsedildiği gibi, geri dönüş miktarları istenen seviyede değildir. Bu durum Carlsberg firmasına yeni şişe alım maliyetleri, istenildiği zaman istenildiği kadar şişe tedarik edilememesinden kaynaklanan üretim bandı durmaları ve kayıp satışlar gibi daha önce de bahsedilen sorunlara yol açmaktadır.

Şirketin, boş şişe dönüşlerini arttırmayı amaçlayan herhangi bir teşvik politikası yoktur. Satış noktaları, boş şişelerin bedelini ürün bedeliyle birlikte ödeyerek Carlsberg'den ürünleri almaktadır. Daha sonra, müşteriye de aynı şekilde boş şişe ve ürün birlikte satılmaktadır. Müşteri boş şişeyi geri getirdiğinde, depozito bedeli müşteriye geri ödenmekte, ve bu boş şişeler Carlsberg'e geri gönderilirken aynı depozito bedeli Carlsberg'den alınmaktadır. Yani, ilk tedarikçi olan Şişecam'dan alım fiyatı dışında (yukarıda da belirtildiği gibi bu fiyat her zaman depozito bedelinden daha fazladır), tedarik zincirinin hangi noktasında olursa olsun ve hangi yöne hareket ederse etsin, boş bir şişenin depozito fiyatı daima sabittir. Buradan görüldüğü gibi, satış noktasının geri dönüşü artırmak için birim şişe bazında maddi olarak herhangi bir motivasyonu yoktur. Boş şişeleri sağlam bir şekilde müşteriden alıp fabrikaya geri döndürme sürecinde herhangi bir kazancı

olmadığı gibi bu işi gönüllü olarak yapması beklenmektedir. Dolayısıyla, satış noktası işletmecileri geri dönüşleri artırmaya yönelik bir çabaya girmedikleri gibi, bu işletmecilerin müşterilere şişeleri geri döndürüp depozito bedellerini geri alabilecekleri bilgisini vermemeleri de sıkça görülen bir durumdur. Yapılan incelemelerde, düşük geri dönüş seviyelerinin ve tedarik zincirindeki kayıpların ana nedenlerinin bunlar olduğu görülmüştür.

Yukarıdakiler göz önüne alındığında, geri dönüş oranlarını iyileştirmek için, Carlsberg firmasının satış noktalarına birim geri dönüş miktarına bağlı olan bir teşvik politikası uygulaması gerektiği oldukça açıktır. Bu teşvik politikasının temel çıktısı; satış noktasına, geri döndürdüğü birim şişe başına verilecek para olacaktır. Ekibimiz bu probleme endüstri mühendisliği bakış açısıyla yaklaşarak, satış noktalarına verilecek teşvik miktarını, problemi bütünüyle kapsayan bir optimizasyon modeli sonucunda belirlemiş ve böylece tedarik zincirinde eşgüdümü arttırabilmiştir. Bir sonraki kısımda bu model detaylı olarak anlatılacaktır.

### **3.2.1. Teşvik modeli**

Bu problemi çözmek için, sistem iki kademeli tedarik zinciri olarak modellenmiştir. Bu modelde birinci kademe olarak üretici, yani Carlsberg şirketi, ikinci kademe olarak ise satış noktası belirlenmiştir. Sistemde müşteriden geri dönen boş şişeleri ilk toplayanın satış noktaları olması, bayilerin sadece gelen boş şişeleri fabrikaya iletme görevi olması nedenleriyle ve modelin çözülebilir bir zorlukta ve kolay uygulanabilir bir yapıda olması amacıyla bayiler bu modellemenin dışında tutulmuştur. Takım üyelerimiz tarafından düzenlenen bayi ziyaretleri sırasında bu varsayımın büyük ölçüde doğru olduğu görülmüş ve sonuca etkisinin göz ardı edilebilir olduğu saptanmıştır.

Notasyon:

---

$i$	:Geri döndürülen şişe başına satış noktasına verilen teşvik
$C$	:Şişecam'dan yeni, kullanılmamış bir şişe almanın maliyeti
$R(i)$	:Verilen teşvike bağlı geri dönüş oranı fonksiyonu
$w$	:Şişenin doluyken satış noktasına toptan satış fiyatı
$p$	:Boş şişenin satış noktasından geri alış fiyatı
$c$	:Bir boş şişenin ortalama maliyeti (yeni veya kullanılmış)
$D$	:Pazarda ürüne olan talep
$\Pi$	:Carlsberg firmasının kâr fonksiyonu
$I$	:Toplam teşvik yatırımı
$a$	:Ölçeklendirme parametresi
$r$	:Tahmin modeliyle bulunan geri dönüş oranı ( $r = 0.70$ )
$\Delta E(i)$	:Geri dönüşteki artış oranı

---

1. Geri dönüş kanalının performansı  $R(i)$  fonksiyonuyla ölçülmektedir. Burada ' $i$ ' satış noktasına verilen teşviktir.  $0 \leq R(i) \leq 1$ .  $R(i)$  aynı zamanda satılan şişelerin geri dönüş oranı olarak da tanımlanabilir.
2. Boş şişeler satış noktasına  $w$  birim fiyatıyla satılmaktadır. Bu fiyat şu anda 15 YKR'dur ve değiştirilmesi, ürün fiyat politikasının değiştirilmesi anlamına geleceği için düşünülmemektedir.
3. Satış noktalarının,  $w$  birim fiyattan aldıkları boş şişeyi müşterilere, içindeki ürünün fiyatı hariç yine  $w$  fiyatıyla sattıkları kabul edilmiştir. Aynı şekilde, satış noktalarının  $w$  fiyattan sattıkları şişeyi, farklı bir fiyattan müşteriden geri almaları tüketici kampanyası sayılacağından yasal olarak mümkün değildir çünkü; alkollü içecek sektöründe reklam yayınlamak ve tüketici kampanyası düzenlemek yasaktır. Dolayısıyla müşteriden boş şişeyi alış bedeli de  $w$ 'dir.
4. Satış noktası bu modelde sadece iki kademeli sistemin bir ayağını oluşturmaktadır. Bir karar verici rolü yoktur. Satış noktalarına düzenlenen ziyaretler sonucunda ve Türkiye'deki satış noktalarının genel işleyiş şekilleri göz önüne alındığında bu varsayım rahatlıkla doğru kabul edilebilir.
5. Satış noktasından boş şişeler geri alınırken,  $p$  bedeli ödenecek ( $p > w$ ) ve  $i = p - w$  miktarında teşvik verilmiş olacaktır.
6. Bu bilgiler ışığında, üreticinin boş şişe dönüşünden elde ettiği kâr fonksiyonunun bileşenleri aşağıdaki gibidir:
  - a.  $- D \times R(i) \times i$  : Satılan toplam ürün adedi ( $D$ ) geri dönüş oranıyla  $R(i)$  çarpıldığında, toplam geri dönen şişe sayısı bulunmaktadır. Bu miktarla dönen şişe başına verilen teşvik ( $i$ ) çarpıldığında, geri dönüşü artırmak için teşviklere harcanan para, yani kâr fonksiyonunun maliyet bileşeni ortaya çıkmaktadır.
  - b.  $D \times R(i) \times (C - w)$  : Geri dönen toplam şişe sayısı, bir şişenin dönüşünden elde edilen kazanç ( $C - w$ ) çarpıldığında, üreticinin bu geri dönüş aktivitesinden kazancı bulunmaktadır.

Sonuç olarak üreticinin kâr fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$\Pi = - D \times R(i) \times i + D \times R(i) \times (C - w)$$

Bu fonksiyonu maksimize eden optimum  $i$  değeri bulunarak, satış noktasından boş şişelerin optimum geri alış fiyatı tespit edilecektir.

Geri Dönüş Fonksiyonu:  $R(i) = r \times (1 + \Delta E(i))$   $\Delta E(i) = a\sqrt{i}$  Bu fonksiyon, geri dönüş oranındaki artış ve satış noktasına geri dönen şişe başına verilen teşvik arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak tanımlayabilmek için gereklidir. Yapılan araştırmalar sonucu, pazarlama literatüründe de müşteri tepkisini ölçen bu tür fonksiyonların kullanıldığı tespit edilmiştir. (Fruchter and Kalish 1997, Zhao 2000, Coughlan 1993)

#### 4. Uygulama

Bundan önceki bölümlerde önce problemler tanımlanmış ardından önerilen yöntemler anlatılmıştır. Bu bölümde ise önerilen yöntemlerin nasıl uygulandığı anlatılacaktır.

##### 4.1. Tahmin Yöntemi Uygulaması

Tahmin yöntemimiz ancak “50ml Tuborg Geri Dönüşümlü Şişe” malzemesi için uygulanabilir. Bunun nedeni gereken verilerin sadece bu materyal için Carlsberg’in elinde bulunuyor olmasıdır. Carlsberg kendilerine bu bilgilendirmenin yapılması üzerine diğer ürünlerin de markette geçirdikleri zamana ilişkin verileri toplamaya başlamıştır. İlgili veriler yönetici tarafından yüklendiğinde tahmin yazılımı bu malzeme dışındakiler için de kullanılabilir. Depozitolu ürün satış hacminin en büyük kısmını 50ml Tuborg Şişe oluşturduğundan, yazılım şu an için Carlsberg’in en kritik ihtiyacını karşılamaktadır.

Yazılımımızı olabildiğince modüler tuttuğumuzdan gelecekte gerekli veriler toplandığında yazılımın farklı GDM’ler için; ya da sadece belirli bölgeler, bayiler, hatta satış noktaları için çalıştırılabilmesi mümkündür. Bunun için yazılımda kullanıcı tarafından ilgili verinin yüklenmesi dışında hiçbir değişiklik yapılmasına gerek yoktur.

Anlatılan nedenlerden ötürü yazılımımızın kolay kullanılabilir olduğunu, ve kullanmak için var olanlar dışında bilgi gerektirmediğini düşünüyoruz. Aşağıda bu düşüncenin temelindeki ana nedenleri bulabilirsiniz:

- Maksimum kolaylık için kullanıcıya gerekli verileri Excel’den yükleme ve çıktıları Excel’e kaydetme seçeneği sunulmuştur.
- Bir yönetici hesabı açılarak gerekli güncellemeyi yapma yetkisi sınırlandırılmıştır. Bu hesaptan sisteme giren kullanıcı dönüş zamanları verisini yükleyerek tek tuşla yazılımı güncelleyebilmektedir.
- Yazılımın çalışma süresi çok kısa olduğundan bilgisayardaki başka hiçbir programı bloke etmemekte ve hemen sonuç vermektedir.
- Carlsberg’e sağlayacağımız bir kullanıcı el kitabı ve İzmir’de verilecek bir eğitimle kullanıcıların yazılım hakkındaki soruları yanıtlanacaktır. Eğitimde ve kılavuzda yazılımın nasıl çalıştırılacağı, güncellemenin nasıl yapılacağı, yazılım için gereken Excel formatları vb. gibi konular açıklanacaktır. Ayrıca sağlanacak bir kurulum CD’si ile oluşacak teknik bir problemde yazılımın yeniden yüklenmesi sağlanacaktır.

Carlsberg’den aldığımız geri beslemenin de desteklediği gibi; kullanım kolaylığı ve böyle bir yazılıma olan acil ihtiyaç sebebiyle yazılımın Carlsberg’de kullanılmaya başlanması kolaylıkla başarılacaktır.

Geri dönüşlerin tahmininden sonra siparişleri belirleyebilmek için tasarlanmış olduğumuz modeli “Excel Çözücü” ara yüzüne ekledik, bunu yaparken 2004, 2005 ve 2006 verilerini kullandık. Bu verilerden aylık dönüş-talep oranlarının standart sapmasını ve ortalamalarını hesapladık. Bulmuş olduğumuz değerleri çözücümüzdeki Dönüş, Talep ve standart sapma değerlerini temsil eden satırlara ekledik ve sipariş oranlarını bulmak için programımızı çalıştırdık.

Projenin 2. bölümünü oluşturan teşvik modelinde bahsedilen geri dönüş oranı fonksiyonunda önemli olan, ölçeklendirme parametresi olan “a” değerini doğru bir şekilde hesap etmektir. Doğru bir hesap için, yeterli sayıda pilot uygulama yapılmış olması ve bunlarla ilgili veri toplanmış olması gerekir. Carlsberg firması geçmişte geri dönüşü artırmaya yönelik herhangi bir teşvik uygulaması yapmadığı için ne yazık ki bu konuda elimizde herhangi bir veri yoktur. Buna rağmen daha önce satışları arttırmak amacıyla satış noktalarına yönelik teşvik uygulamaları yapılmıştır ve bu uygulamaların sonuçları ile ilgili veriler toplanmıştır. Satışları arttırmaya yönelik teşviklerin etkisinin geri dönüşleri artırmaya yönelik teşviklerin etkisine benzer olacağı varsayılmıştır. Buradan hesaplanan teşvik değerini kullanarak pilot çalışmaların yapılması ile daha doğru sonuçların elde edilebileceği de eklenmelidir.

Şirketin daha önce yaptığı I YTL’lik teşvik harcaması sonucu, H hektolitreye (%7) satış artışı sağlandığı görülmüştür. 1 şişede de 50 cl ürün bulunmaktadır, dolayısıyla şişe başına düşen teşvik miktarı  $i_s = I/(H*2)$  YKR’dır. Buradan a parametresi şu şekilde hesaplanabilir:

$$\Delta E(i) = a\sqrt{i_s} \Rightarrow 0.07 = a\sqrt{i_s} \Rightarrow a = 0.07 / \sqrt{I/2H}$$

Geri dönüş oranı fonksiyonu da şu şekilde yazılabilir:

$$R(i) = r \times (1 + \Delta E(i)) = 0.70 \times (1 + a\sqrt{i})$$

O halde Carlsberg’in optimize etmesi gereken kar fonksiyonu şöyledir:

$$\begin{aligned} \Pi &= -D \times R(i) \times i + D \times R(i) \times (C - w) = D \times R(i) \times (C - w - i) \\ &= D \times (1 + a\sqrt{i}) \times (10 - i) \end{aligned}$$

Bu fonksiyonun i’ye göre türevi sıfıra eşitlendiğinde, maksimum değeri veren i değeri bulunmaktadır. Yani satış noktasına, x YKR’ye satılmış olan her bir şişe geri döndürüşünde şişe başına (x + i) YKR ödendiği takdirde, optimum dönüş oranı yakalanmış olacak ve maksimum kâr elde edilmiş olacaktır.

## 5. Öngörülen faydalar

### 5.1. Tahmin yazılımının faydaları

Carlsberg’in ortaya çıkan yöntemden büyük kazanç sağlayacağı öngörülmektedir. Bu kazançların başlıcaları şöyle sıralanabilir:

- Tedarik zinciri görünürliğünde artış: Carlsberg gelecekte gerçekleştirecek dönüşleri artık daha net görebilecektir

- DŞ satın alma yönetiminde iyileşme: Şişecam'a verilecek siparişler ve bildirilecek gerekli kapasitenin hesaplanması ve yönetimi iyileşecektir. Gelecekte üretim için elde bulunacak DŞ'lerin miktarını net görebilen Carlsberg üretim ve sipariş yönetimini buna uygun olarak yapabilecektir
- DŞ kullanan ürünlerin *OOS (out-of-stock)* seviyelerinde iyileşme: Daha iyi yönetilen siparişler, *OOS* veya mecburi sipariş değişimi gibi olayların yaşanma sıklığını azaltacaktır.
- DŞ envanter yönetiminde iyileşme: Tahminlerdeki hassasiyetin artışıyla beraber DŞ envanter yönetimi politikaları daha az maliyetli yapılabilecektir.

### **5.2. Sipariş miktarı belirleme modelinin faydaları**

Hazırladığımız bu model o ay Carlsberg'e ulaşması gereken boş şişe miktarlarını bildirerek toplam sipariş giderlerini minimuma indireyecektir. Böylece daha iyi bir satın alma planlaması gerçekleştirilmiş olacaktır. Bunun yanında Carlsberg'in ard ısmarlamaya düşme olasılığını %5'in altında tutmasını sağlayacaktır.

### **5.3. Teşvik modelinin faydaları**

- Teşvik modeli sayesinde en karlı geri dönüş oranı tespit edilecek ve satış noktalarına bu orana ulaşabilmeyi sağlayacak teşvikler verilebilecektir. Böyle bir yatırıma ne kadar para harcaması gerektiğini kestirilebilecektir.
- Tedarik zincirinde eşgüdüm artırılmış olacak ve böylece hem üretici firmanın hem de satış noktalarının daha fazla kazanacağı bir kazan – kazan stratejisi benimsenmiş olacaktır.
- Artan geri dönüş oranları sayesinde daha verimli bir üretim planlama yapılabilecektir.
- Carlsberg, boş şişelerin geri döndürülmesinde gösterdiği çabayla çevre kirliliğinde azalma sağlayabilecek, bu da hem halkın hem de paydaşların gözünde şirket imajını güçlendirecektir.

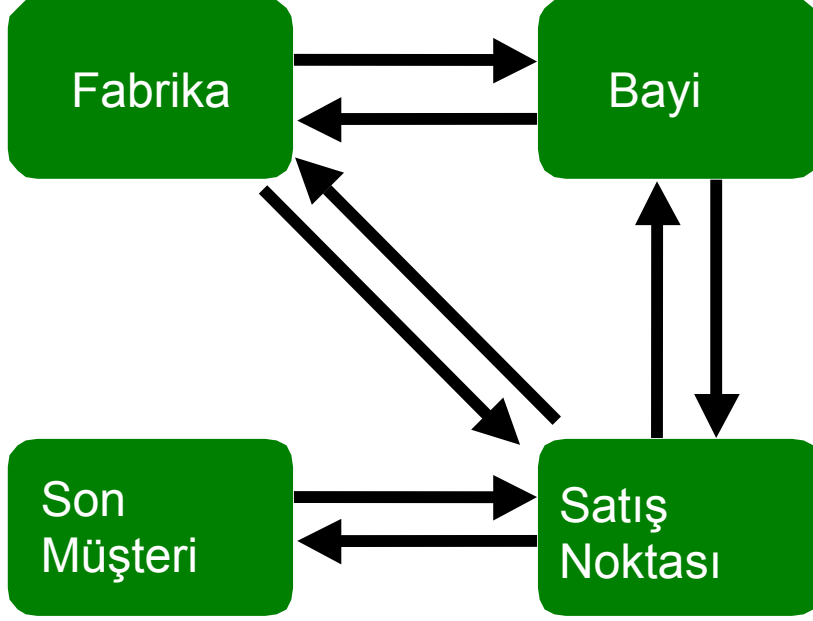
## **KAYNAKÇA**

- Coughlan, Anne T. (1993), "Sales force compensation: A review of MS/OR advances." *Marketing: Handbooks and Operations Research and Management Science*. (J. Eliashberg, G. Lilien eds.), Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, 611-649.
- Fruchter, G. E. ve Kalish, S. (1997), "Closed-loop advertising strategies in a duopoly", *Management Science*, 43, 54–63.
- Kelle, Peter ve Silver, Edward A. (1989), "Forecasting the returns of reusable containers", *Journal of Operations Management*, 8(1), 17-35.
- Savaskan, R. C., Bhattacharya, S. ve Wassenhove, L. N. Van. (2004), "Closed-Loop Supply Chain Models with Product Remanufacturing", *Management Science*, 50(2), 239-252.
- Zhao, Z. (2000), "Raising awareness and signaling quality to uninformed consumers: A price-advertising model.", *Marketing Science*, 19, 390–396.



## EKLER

Ek 1. Şişelerin Carlsberg tedarik zincirindeki akışları.



**Ek 2.**  $p_k$ 'nin,  $p$ 'nin ve  $p_\infty$ 'un bulunuşu.

**j:** periyot sayısı,  $j = \{1, 2, \dots, n\}$

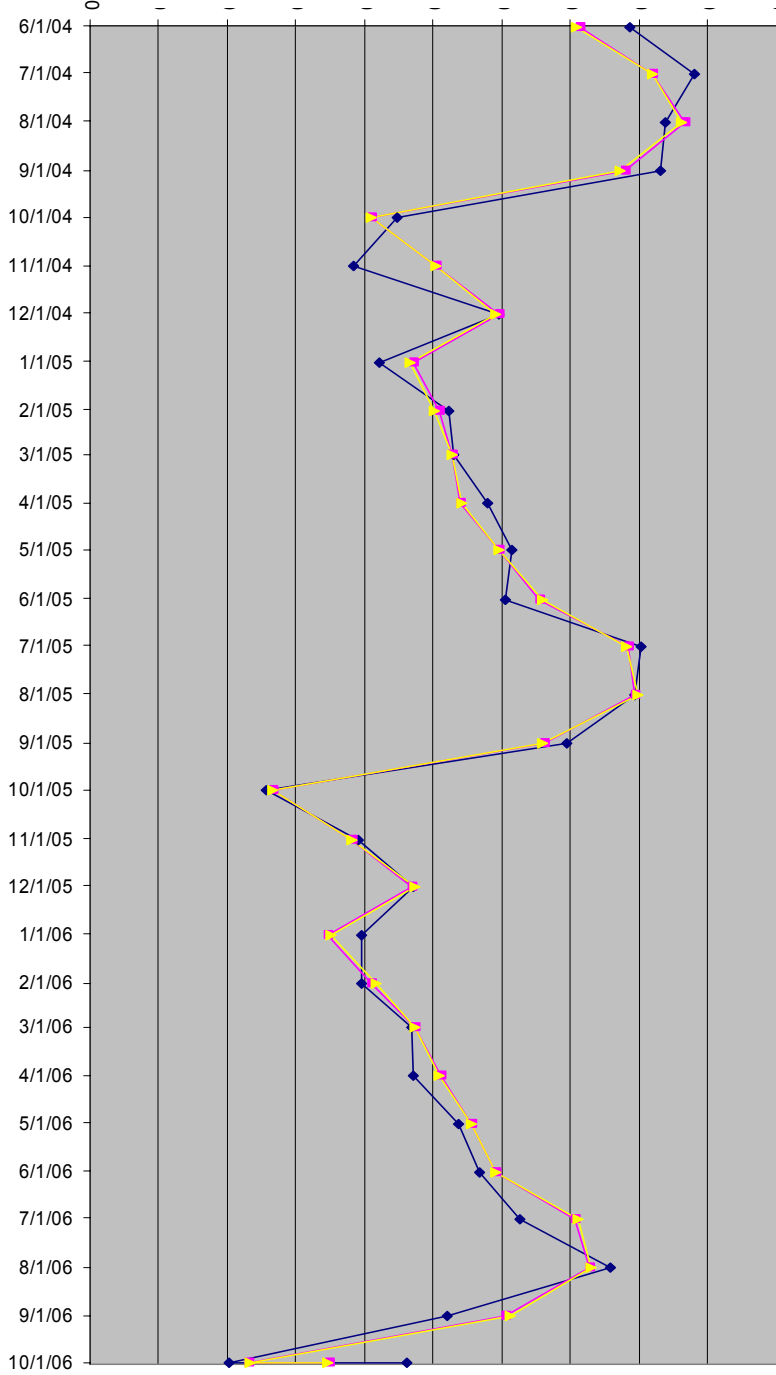
**$\tau$ :** Bir periyot içindeki gün sayısı

$$p_j = \int_{(j-1)\tau}^{j\tau} f(t)dt$$

$$p = \sum_{j=1}^n p_j$$

$$p_\infty = 1 - p$$

**Ek 3. Gerçek dönüşler – tahmin edilen dönüşler**



**Gerçek ve Tahmin Karşılaştırması**

#### Ek 4. Karışık Tamsayı Sipariş Belirleme Modeli

##### Girdiler

$R_i$  :  $i=\{1, 2, \dots, 12\}$  ayı içerisinde tahmin edilmiş toplam dönüş miktarı

$D_i$  :  $i=\{1, 2, \dots, 12\}$  ayı içerisinde tahmin edilmiş toplam satış miktarı

$f\%$  : Türkiye Ekonomisi enflasyon oranı

$r\%$  : Carlsberg şirketi tarafından kullanılan faiz oranı

$I_0$  : Geçtiğimiz yıldan elimizde kalan toplam boş şişe miktarı

$KH$  : Boş şişeleri taşıyacak araçların standart taşıma kapasiteleri

$v$  : Boş şişe birim maliyeti

$A$  : Araç birim maliyeti

$F_0$  : 0 anında elimizde olan bilgiler

##### Değişkenler

$Q_i$  :  $i \in \{1, 2, \dots, 12\}$  ayının başında Carlsberg'in elinde olması gereken boş şişe miktarı

$n_i$  :  $i \in \{1, 2, \dots, 12\}$  ayında gelecek siparişler için gerekli kamyon sayısıdır ve sıfırdan büyük tam sayıdır.

$$\text{Enküçült} \sum_{i=1}^{12} \left[ (A.n_i + Q_i.v) \cdot \left( \frac{1+f}{1+r} \right)^{i-1} \right]$$

##### Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^i Q_j + I_0 \geq \sum_{j=1}^i (E(D_j - R_j | F_0)) + k \sqrt{\sum_{j=1}^i \text{Var}(D_j - R_j | F_0)} \quad \forall i = \{1, 2, \dots, 12\} \quad (1)$$

$$\frac{Q_i}{KH} \leq n_i \quad \forall i = \{1, 2, \dots, 12\} \quad (2)$$

$$n_i \text{ tamsayı } \forall i = \{1, 2, \dots, 12\}$$

$$Q_i \geq 0 \quad \forall i = \{1, 2, \dots, 12\}$$

# Fiyatlandırma Stratejileri

## Carlsberg A.Ş.

### Proje Ekibi

Fırat Doğan

Tahir Ekin

A. Hamdi Hafızoğlu

Hakan Özlü

Onuralp Söylemez

Erbil Yaman

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Elif Sevgi Bozoğlu, Pazarlama Proje Yöneticisi

Türk Tuborg Carlsberg

### Akademik Danışman

Prof. Dr. Mustafa Ç. Pınar,

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yrd.Doç.Dr. Ayşe Kocabıyıköğlu,

Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

### ÖZET

Türk Tuborg Carlsberg şirketindeki mevcut fiyatlandırma stratejileri, gelişmekte olan Türkiye bira pazarında şirketin daha rekabetçi bir oyuncu olarak yer alma hedefini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu projenin amacı, şirket için daha etkin, bira pazarının iç dinamiklerini göz önünde bulunduran ve pazardaki lider oyuncuya karşı daha rekabetçi fiyatlandırma politikaları sunmaktır. Proje dahilinde, daha rekabetçi ve gerçekçi fiyat endeksleri oluşturulmuştur. Ayrıca, arbitraj pazarının şirkete verdiği zararların azaltılmasına yönelik farklı model ve yaklaşımlar geliştirilmiştir. 1 Mayıs 2007 tarihi itibariyle kademeli olarak uygulamaya geçirecek projenin şirkete katkısı 7.7 milyon dolar olarak tahmin edilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Fiyatlandırma, fiyat endeksi, arbitraj pazarı, dinamik programlama, temel başarımlar göstergeleri, bira, doğrusal programlama.

## 1. Şirket Tanıtımı

1857 yılında J.B. Jacobsen tarafından kurulan Carlsberg, 2006 itibariyle 10 milyar litre üretim ve 6.7 milyar dolar ciro ile küresel bir dev haline gelmiştir. Dünyadaki beş büyük bira şirketinden biri olan Carlsberg'in Türkiye bira pazarına girişi 1960'lı yılların sonunda Yaşar Holding ile yapılan evlilik sonucu olmuş, Türk Tuborg markası böyle ortaya çıkmıştır. 1980'lerin ortasına gelindiğinde Carlsberg'in yatırım sermayesini arttırmaya istekli olmaması ve Yaşar Holding'in Türkiye'deki bira pazarının geleceğine yönelik bir öngörude bulunamamış olması Türk Tuborg'un hisselerinin değer kaybetmesine sebep olmuş; bu gelişmeler ışığında Carlsberg, Türkiye'deki yatırımının kontrolünü tamamen kendi bünyesine almaya karar vermiştir. 2006 itibariyle Carlsberg, Türk Tuborg Carlsberg (TTC) şirketinin hisselerinin %95.5'ine sahiptir.

Bugün TTC, İzmir'de bulunan tek fabrikasında yılda yaklaşık 2 milyon hektolitre (hl) bira üretmektedir. Türkiye bira pazarını iki tane şirket yönlendirmektedir. Carlsberg, üretim hacmi ve marka gücüyle bu pazarın %19'una sahiptir. (Pazar liderinin pazar payı yaklaşık %80'dir.) 10'dan fazla markasıyla Türkiye bira pazarında boy gösteren TTC'nin yıllık cirosu yaklaşık 150 milyon dolardır.

## 2. Projenin Tanımı

Projenin konusu olan fiyatlandırma stratejileri, iki kutuplu bira pazarında takipçi konumundaki TTC için stratejik önem taşımaktadır. Bu proje, TTC'nin ürünlerini fiyatlandırmasındaki ve satış sisteminde uyguladığı indirim ve vadelenendirme stratejilerindeki mevcut problemleri tespit edip bu problemlere çözümler üretmeyi hedeflemektedir<sup>1</sup>.

## 3. Analiz

Bu bölümde, önce TTC'nin ürün fiyatlandırma ile indirim ve vadelenendirme stratejilerindeki mevcut durum ortaya konacak, daha sonra her iki gruptaki problemler tanımlanacaktır.

### 3.1. Mevcut durum analizi ve problem tanımı

#### 3.1.1. Mevcut ürün fiyatlandırma stratejisindeki problemler

TTC'nin tüketicilere ürünlerini ulaştırmak için kurduğu satış kanalları iki genel kategoride gruplanmaktadır: 1) bakkal, kuruyemişçi, benzin istasyonu gibi düşük hacimlerde satış yapan yerlerden oluşan *geleneksel kanal*, 2) büyük hacimlerde satış yapan hipermarketlerden oluşan *modern kanaldır*.

TTC, iş dinamiklerinin farklılıkları nedeni ile aynı ürünü için geleneksel kanalda ve modern kanalda farklı fiyatlar uygulamaktadır. Fakat, her iki kanalda da ürünlerini fiyatlandırırken şirketin izlediği

---

<sup>1</sup> Projede kullanılan veriler ve sonuçlar şirket için stratejik önem taşımakta olduğu için raporumuzda bu verilere yer verilmemiştir, ürün isimleri kullanılmamıştır ve grafikler gerçek veriler kullanılmadan oluşturulmuştur.

ortak bir yaklaşım mevcuttur; iki kutuplu pazardaki takipçi olması sebebiyle fiyatlarını, rakibine bağlı olan *fiyat endeksleri* ile belirlemektedir. Fiyat endeksi, TTC'nin bir ürününün fiyatının rakibin bir ürününün fiyatına oranıdır. (Mesela rakibin A ürünü 1 YTL ise ve TTC bu ürüne rakip olarak ürettiği B ürünü için %95 endeks belirlemiş ise, B'nin fiyatı 0.95 YTL olacaktır.)

Şirket her ürünü için belirlediği fiyat endeksleri ile rakibi fiyat olarak takip etmekte ve rakibin yaptığı fiyat değişikliklerinde ürünlerini bu endeksler korunacak şekilde yeniden fiyatlandırmaktadır. Şirketin ürünlerinin fiyatlarını belirlerken kullandığı fiyat endeksleri tecrübe, deneme-yanılma ve içgüdüsel yöntemlerle belirlenmektedir. Bu durum mevcut fiyat endekslerinin, en yüksek kârlılığı sağlayacak fiyat endeksleri olup olmadığı konusunda belirsizlik yaratmaktadır. Bu noktada şirketin temel problemi en yüksek kârlılığı sağlayacak fiyat endekslerini belirlemede bilimsel bir yaklaşıma sahip olmamasıdır.

### ***3.1.2. Mevcut indirim ve vadelenendirme stratejisindeki problemler: Arbitraj***

TTC satış organizasyonunu, oluşturduğu bölgesel müdürlükler ve anlaştığı bayilikler aracılığı ile perakendecilere ve işletmelere satış yapmak şeklinde kurmuştur. Bu yapıda, bayiliklere ürünler belirli bir iskonto verilerek satılmaktadır ve satılan ürünlerin ödemesi belirli bir vade süresi sonunda yapılmaktadır. Son tüketiciye satış yapan perakende noktalarına da bayilikler veya bölge müdürlükleri tarafından çeşitli (perakendecinin performansına, bölgedeki TTC'nin hacimsel pazar payına veya TTC'nin bölgedeki penetrasyonuna bağlı olarak) indirimler ve vadelenendirilmiş ödeme sistemleri uygulanmaktadır.

Arbitraj, fiyat farklarından yararlanmak amacıyla yapılan alım satım işlemidir. Farklı bölgelerde aynı ürün için farklı fiyatlar olması durumunda, ürünler ucuz olduğu piyasadan alınarak daha pahalı olduğu piyasada satılır. Arbitrajın mevcudiyeti, şirketin olası kârını arbitraj pazarını yöneten aracılarda paylaşmasına neden olmaktadır.

TTC mevcut durumda bölgesel iskonto miktarlarını ve vadelenendirme sürelerini arbitraj pazarını dikkate almadan belirlemektedir. Bu durum, arbitraj pazarında TTC ürünlerinin dolaşımının artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, arbitraj pazarında dolaşan TTC ürünlerinin kaynağı, miktarı ve çeşitleri hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Satış ekibinin performansını, vadelenendirme konusundaki kararlarını denetleyecek bir sistem bulunmamaktadır. Satış temsilcileri ürünü satmak için kimi zaman gereğinden fazla vadelenendirme yapabilmektedir. Uzun vadeyle ürün alan perakendeciler de sıcak parayı arbitraj yaparak kullanabilmektedir. Sonuç olarak, bölgeler arası arbitraj olasılığı dikkate alınmadan uygulanan iskonto politikaları ve vadelenendirme politikaları arbitraj pazarında TTC

ürünlerinin dolaşımını artırmaktadır. Proje kapsamında arbitraj pazarının dinamikleri dikkate alınarak bölgesel iskonto miktarları ve vadelenendirme süreleri belirlenecektir.

#### **4. Önerilen Yöntemler**

Bu bölümde, şirketin fiyatlandırma ile iskonto ve vadelenendirme stratejilerindeki mevcut problemlere getirilen çözüm önerileri ortaya konacaktır.

##### **4.1. Ürün bazlı fiyatlandırma stratejileri yaklaşımı ve yapılan çalışmalar**

Proje kapsamında dört ana ürünün geleneksel ve modern kanallar için en fazla talebi ve ürün başına en fazla kârı sağlayacak fiyat endeksleri tespit edildi. Bu endeksler oluşturulurken üç temel kavram probleme yaklaşımın temelini oluşturmuştur.

1. Bir ürün veya hizmetin fiyatı ile o ürüne veya hizmete olan talep ters orantılıdır. Yani fiyat arttıkça talep azalır. (Ek 1)
2. Bir ürün veya hizmetin fiyatı ile o ürün veya hizmet başına kâr doğru orantılıdır. Yani fiyat arttıkça ürün veya hizmet başına elde edilen kâr artar.(Ek 2)
3. Bir ürünün fiyatlandırılması sonucu şirkete sağladığı en yüksek kârlılık, belirlenen fiyatlara karşılık oluşan Talep ve Kâr/Ürün Adedi verilerinin çarpımı sonucu oluşur.  $Kârlılık = (Talep) \times (Kâr/Ürün Adedi)$  (Ek 3)

Öncelikle fiyat endeksi değişikliklerine göre talep ve kârın nasıl değiştiği belirlenmelidir. Bu sayede Fiyat Endeksi – Pazar Payı ve Fiyat Endeksi – Kâr/Ürün Adedi grafikleri elde edilecektir. Hedef en yüksek kârlılık olduğuna göre bulunan bu iki gruptaki veriler çarpılarak fiyat endekslerine karşılık gelen (Pazar Payı) x (Kâr/Ürün Adedi) grafikleri elde edilecek ve hangi fiyat endeksinde en yüksek kârlılık sağlandığı bulunacaktır.

Bu çalışma şirketin toplam satışlarının %83.7'sini oluşturan dört ana ürünü için yapılmıştır. Yukarıdaki yaklaşım kullanılarak, bu dört ürün için %75 - %105 fiyat endeksi aralığında bu ürünlerin fiyatları %1'lik aralıklarla değiştirilmiştir. Bu fiyat endekslerine karşı gelen talepler ve kâr/ürün adedi seviyeleri belirlenecek, ve her bir ürün için en yüksek kârlılığı sağlayan fiyat endeksleri tespit edilecektir.

##### **4.1.1. Geleneksel satış kanalı için yapılan çalışmalar**

Daha önce belirtildiği gibi en fazla kârı sağlayacak fiyat endeksini bulmak için, talep ve kâr miktarlarının fiyat endekslerine göre nasıl değiştiği tespit edilmelidir. Geleneksel kanal için oluşturulan fiyat-talep fonksiyonu için ürünlerin fiyat esneklikleri bir araştırma şirketi olan AC Nielsen yardımı ile belirlenmiştir. Bu esneklikler her bir ürünün fiyat değişikliğine bağlı olarak talepteki değişmelerin ne oranda olacağını



göstermektedir. Bu esneklikler kullanılarak bir fiyat-talep fonksiyonu oluşturuldu. (Ek 4)

Oluşturulan fiyat-talep fonksiyonuna bağlı olarak kurulan bir MS Excel modeline rakibin ve TTC'nin mevcut fiyatları, mevcut satışlar, masraflar ve kâr girdi olarak eklendi. Model, fiyat-talep fonksiyonunu kullanarak fiyat değişikliği yapıldığında yeni fiyata göre oluşan talebi, talep sonucu oluşan ciroyu, talep edilen ürünlerin son tüketiciye ulaşıncaya kadarki masraflarını hesaplayarak ürün başına düşen kârı matematiksel işlemlerle belirleyecek şekilde tasarlandı. Bu modelde rakip ürünün fiyatları sabit tutularak TTC ürünlerinin endeksleri 75% – 105% aralığında kademeli olarak değiştirilerek fiyat endeksine karşılık gelen talep ve kâr/ürün miktarları belirlendi. Böylece her ürün için en yüksek kârlılığı (Talep x Kâr/Ürün Adedi) sağlayan fiyat endeksleri ortaya konuldu. (Ek 5.1, 5.2, 5.3)

#### **4.1.2. Modern satış kanalı için yapılan çalışmalar**

Daha önce de bahsedildiği gibi en yüksek kârlılığı sağlayan fiyat endeksini bulabilmek için endeks değişimlerine karşılık gelen Talep ve Kâr/Ürün Adedi grafiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Modern kanalda uygulanan iskontoların geleneksel kanalda uygulananlardan farklı olması, farklı promosyon stratejileri uygulanması, bulunabilirliğin farklı ölçütler üzerinden değerlendiriliyor olması ve satış noktasının konumuna bağlı olarak talep yapısının önemli ölçüde değişiklik gösteriyor olması gibi nedenlerden ötürü geleneksel kanalda kullanılan talep fonksiyonunu modern kanala uygulamak gerçekçi bir yaklaşım değildir. Bu sebeple modern kanalda, geleneksel kanaldakinden farklı bir metod takip edilmiştir.

Modern kanalda satılan ürünler için en yüksek kârlılığı sağlayan fiyat endekslerini belirlerken geçmişte gerçekleşmiş olan haftalık satış verilerinden faydalanıldı. Bu sayede bir fiyat-talep fonksiyonu ile öngörülen talep değil, uygulanmış olan farklı fiyat endekslerinde gerçekleşmiş olan talep çözümde veri olarak kullanıldı. 2004-2006 yıl aralığında gerçekleşen haftalık satış verileri, bu satış verilerine karşılık gelen rakip ve TTC fiyatlarına bakılarak, fiyat endekslerine karşılık gelen talep elde edildi.

Bu verilerden faydalanılarak geçmiş süreçteki ortalama fiyat endeksi ve bu endekse karşılık gelen satış bilgileri hesaplandı. Bu ortalama endeks şirketin mevcut fiyat endeksi olarak kabul edildi. Kurulan bir MS Excel modelinde bu ortalama fiyat endeksi, bu endekse karşılık gelen satış miktarı, bu satış için yapılan üretim, dağıtım ve diğer masraflar eklenerek endeks sonucu elde edilen net kâr hesaplandı. Seçilmiş her dört ürün için belirlenen bir fiyat endeksi aralığında her bir fiyat endeksi için oluşabilecek talep, masraf ve oluşan kârlar, o ürünün mevcut fiyat endeksi referans alınarak oluşturuldu. Sonuç olarak her bir

fiyat endeksine karşılık gelen talep ve kâr/ürün belirlenerek en yüksek kârlılığı (Talep) x (Kâr/Ürün Adedi) sağlayan yeni fiyat endeksleri belirlenerek şirkete sunuldu.

#### **4.2. Fiyatlandırmaya farklı bir yaklaşım: Dinamik programlama**

Bu kısımda, dinamik programlama kullanarak fiyatlandırma stratejilerine getirilen özgün yaklaşım açıklanacaktır.

İki kutuplu hızlı tüketim malları pazarında takipçinin fiyatlarını pazar liderinin olası hareketlerine göre belirleyebildiği bir çözüm metoduna literatürde rastlanmadı. Literatürdeki bu boşluğu doldurması ve bundan sonraki çalışmalara yol gösterici olması açısından fiyatlandırma stratejileri konusuna dinamik programlama kullanılarak yeni bir yaklaşım getirildi.

Bu çalışmada sunulan fiyatlandırma stratejileri ile varılmak istenen hedef, üzerinde çalışılan ürünün şirkete kazandırdığı toplam ciroyu arttırmaktır. Bu özgün yaklaşımda maliyetler sabit kabul edilip TTC'nin seçilen ürününe ait ciro (Talep x Fiyat) enbüyütmeye çalışılmıştır. Seçilen ürüne olan talebi belirlemek için literatürde kullanılan temel talep fonksiyonu bira pazarına göre uyarlanmış, ve ardışık periyottaki fiyat değişimlerini kullanan yeni bir fonksiyon geliştirilmiştir (Ek 6). Periyot ile kastedilen iki fiyat hamlesi arasında geçen üç aylık süre dilimidir. Bira pazarında fiyat değişimlerinin genellikle mevsimsel olmasından dolayı bir periyodu temsilen bu süre seçilmiştir. Talep fonksiyonunun fiyat değişkenini de içeriyor olması talebi modelin bir değişkeni haline getirmiştir. Bu yüzden modelin amaç fonksiyonunda iki değişkenin (Talep ve Fiyat) çarpımı ortaya çıkmaktadır. Optimizasyon modellerinde iki değişkenin çarpımı olması, problemi doğrusal olmayan bir hale getirmektedir.

Proje kapsamında incelenen dört ana ürün için aşağıda açıklanacak olan temel mantığa dayanan dört ayrı kod yazılmıştır. Bu yaklaşımda izlenen temel mantık şu şekildedir: İki kutuplu pazarlarda takipçinin pazar liderine göre hareket etmesinden yola çıkılarak pazar liderinin olası fiyat hareketlerine göre bir karar ağacı hazırlanmıştır. Karar ağacı, olası tüm senaryonun boğumlarla gösterildiği, her periyotta oluşan dallanmalarla gittikçe genişleyen bir yapıdır. Karar ağacının oluşturulmasının ardından pazar liderinin geçmiş yıllarda yaptığı fiyat değişim hamleleri bulunmuş, en sık kullandığı üç hamle seçilmiş, böylece her periyotta ağaçta üç dallanma olması sağlanmıştır. Bunun yanı sıra fiyat değişimlerinin mevsimsel bazlı olduğu saptanıp bir yıl için hazırlanan karar ağacı için dört periyotta fiyat hareketleri incelenmiştir. Yapılan karar ağacının bir örneği için (Ek 7)'ye bakınız.

GAMS çözücüsünde kodu yazılan model, TTC'nin üzerinde çalışılan ürününün en iyi fiyatını (en fazla ciroyu sağlayan fiyat değeri) bulmayı amaçlamaktadır. Model kapsamında kullanılan parametreler

pazar lideri ve takipçisinin başlangıçtaki ürün fiyatları, ve liderin en sık kullandığı üç fiyat değişim hamlesi, kullanılan değişkenler ise TTC'nin ele alınan ürününün fiyatı ve bu ürüne olan talep olarak sıralanabilir. Programın temelini oluşturan ve onu dinamik hale getiren fonksiyon ise talep fonksiyonudur; çünkü fonksiyonun yapısı gereği talep bir önceki periyoda ait değişkenlere bağlıdır ve bu da herhangi bir periyottaki olası talep ve fiyat değişimlerinin diğer periyottaki talebi değiştirmesine neden olmaktadır.

Geliştirilen model içerisinde pazar şartları göz önüne alınarak tanımlanmış iki adet kısıt bulunmaktadır. Birinci kısıt, ardışık periyotlarda ürüne olan talebin azalmasını önlerken, ikinci kısıt ise takipçinin ürün fiyatının pazar liderinin rakip ürün fiyatından fazla olmamasını gerektirmektedir. Modelin matematiksel temsili için Ek 8'e, GAMS'de yazılan modellerin çözümleri sonucunda oluşan senaryo örneklemeleri için Ek 9'a bakınız.

#### ***4.3. İskonto ve vadelendirme stratejileri yaklaşımı için yapılan çalışmalar***

Bu bölümde TTC'nin iskonto ve vadelendirme stratejilerinden doğan problemlere sunulan çözümler açıklanacaktır.

##### ***4.3.1. Bölgesel iskonto miktarlarının belirlenmesine yönelik çözüm***

Proje kapsamında İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Aydın ve Denizli pilot bölgeler olarak seçilmiştir. Bu bölgelerdeki elliye aşkın satış noktasına ve TTC İzmir ve Ankara Bölge Müdürlüklerine pazar gezileri yapılmıştır. Bu geziler sonucunda insanları spot<sup>2</sup> teşvik eden eşik değer bulundu.

Yapılan araştırmalara göre, bayiliklere yapılan % 10 ile %17 arası iskontolar nedeniyle spotçular bira pazarındaki ürünleri yaklaşık % 5 indirimle bulabilmektedirler. Nakliyat gibi giderler de hesaba katıldığında spotçuya kalan kârın en az % 1.5 civarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu oranlar bölgeler arasında farklılık göstermektedir (Ek 10). Bu bilgiler ışığında, arbitraj pazarının TTC'ye verdiği zararın en aza indirilmesi için bayilerine uyguladığı iskontolar arasındaki fark, spotçunun kâr marjı olan % 1.5'den fazla olmamalıdır. Böylece, spotçu kendine cazip gelen kâr oranını sağlayamadığı için bu işi yapmayacağı varsayılmaktadır. Spotçunun kendisine kâr sağlayabileceği eşik değerinin bulunması arbitrajla ilgili çalışmanın yalnızca ilk aşamasını oluşturmaktadır. İkinci aşamada bu eşik değeri kullanılarak pilot bölgedeki 6 şehir için arbitrajı cazip kılmayacak bayi fiyatları, GAMS programı kullanılarak oluşturulan bir eniyileme modeli ile belirlenmiştir. Bu eniyileme modelinde amaç cironun en yüksek değerini elde etmektir. Modelde 3 adet kısıt kullanılmıştır: (1) söz

---

<sup>2</sup> Literatürdeki arbitraj kavramı ticaret dilinde spot olarak bilinmektedir.

konusu şehirler arasındaki fiyat farkı, arbitraja yol açan eşik değer ile şehirler arasındaki yol giderlerinin toplamından küçük olmalı, (2) elde edilen fiyatlar o bölgedeki rakibin muadil ürününün fiyatından küçük olmalı, (3) fiyatlar pozitif olmalıdır. Bu eniyileme modeli detaylı olarak (Ek 11)'de sunulmuştur. Şirket, bu modelin çalıştırılması sonucunda elde edilen fiyatları arbitrajı engelleyecek bölgesel iskonto oranlarının belirlenmesinde kullanabilecektir.

#### **4.3.2. Ortalama vadelendirme süresinin belirlenmesi için çözüm**

Yapılan pazar gezileri neticesinde, TTC'nin ortalama vadelendirme süresinin belirlenmesi için bir yöntemin kullanılmamasının arbitraj pazarının hacmini artırdığı tespit edilmiştir. Bu sorunu çözmek amacıyla satış temsilcilerinin vadelendirme süreleri ile ilgili olarak alacağı kararların standartlaştırılması gerektiğine karar verilmiştir ve temel "Performans Göstergeleri Çizelgesi" kullanılarak standart bir vadelendirme aracı oluşturulmuştur.

"Ortalama Vadelendirme Süresi"nin belirlenmesinde etkin olarak yer alan taraflar TTC, perakendeci ve son tüketici olarak tanımlanmıştır. TTC ile son tüketici arasındaki ilişki "Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi"ne piyasa vadesi adıyla yansıtılmış, piyasa vadesinin belirlenmesinde, söz konusu bölgedeki tüketicilerin alım gücü ve o bölgedeki toplam bira tüketimi verileri ağırlıklandırılarak kullanılmıştır.(Ek 12) Bu ağırlıkların da yardımıyla oluşturulan "Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi" (Ek 13)'de sunulmuştur. Bu ölçütler doğrultusunda, bölgedeki "Tüketicilerin Alım Gücü" 2 ağırlığında olan ve "Bölgedeki Toplam Bira Tüketimi" 1 ağırlığında olan Aydın için piyasa vadesi 50 ile 60 gün arasında belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra TTC'in o bölgedeki gücü pazar payı yardımıyla değerlendirilip TTC için bir vadelendirme süresi belirlenmiştir. Örneğin, TTC'in Aydın'daki pazar payının yüksek olması nedeniyle Aydın için ortalama vadelendirme süresi piyasa vadesinden daha az (30-40 gün) olması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

"Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi"nin daha güvenilir ve gerçekçi olabilmesi için TTC ile perakendeciler arasındaki ilişkinin de gösterge içerisinde yer alması gerekmektedir. Bu ilişki çizelgede "perakendecinin finansal gücü" ve "TTC - perakendeci ilişkisi" şeklinde iki parametre ile tanımlanmış olup, bu parametre değerlerinin ne olacağı hususu satış temsilcisinin inisiyatifine bırakılmıştır. Pazar analizlerinin ve vadelendirme verilerinin incelenmesi sonucunda öznel olan bu birimin ağırlığının %20'den fazla olmaması gerektiği anlaşılmıştır. %20 oranının üzerindeki öznel ağırlıklandırma çizelgenin nesnelliğine zarar verecektir. Örneğin, nesnel verilerden 30 ile 40 gün arasında olması gerektiği belirlenen bir bölge için satış temsilcisi

perakendeci ile şirket arasındaki ilişkiyi yorumlayarak en fazla 40 x (%120) = 48 güne kadar vadelenendirme yapabilme iznine sahiptir.

## **5. Yöntemin Uygulanması**

Projede gerçekleştirilen dört ana çalışma şunlardır:

- Geleneksel ve Modern satış kanalları için en iyi fiyat endekslerinin oluşturulması,
- Arbitraj pazarının yarattığı sıkıntıların giderilmesine yönelik eniyileme yaklaşımı,
- Şirketin daha etkin bir vadelenendirme stratejisi izlemesi için oluşturulan temel performans göstergeleri aracı,
- İki kutuplu pazarda lideri takip eden oyuncu için dinamik programlama kullanılarak daha rekabetçi fiyat stratejilerinin oluşturulması.

Bu dört ana çalışmanın ilk üçü için farklı uygulama çizelgeleri oluşturulmuş olup, 1 Mayıs 2007 tarihi itibarıyla bu planlar kademeli olarak hayata geçirilecektir.

### **5.1. Fiyat endekslerinin uygulamaya geçirilmesi**

Geleneksel satış kanalında çalışma yapılan dört ürün için önerilen en iyi fiyat endeksleri şirket tarafından onaylanmış olup, önümüzdeki 1-2 ay içerisinde uygulamaya geçirilmesi kararlaştırılmıştır. Fiyat endekslerinin uygulamaları sonrasında daha sağlıklı ve güvenilir geri dönüşler alabilmek için pazardaki mevcut stoğun erimesi gerekmektedir. 1-2 aylık süreç stoğun erime süresini belirtmektedir.

Modern satış kanalında çalışma yapılan 4 ürün için hesaplanan en iyi fiyat endeksleri 1 Mayıs 2007 tarihi itibarıyla Türkiye genelinde fiyat listelerine yansıtılacaktır.

Fiyat endekslerinin bu değişiklikler doğrultusunda güncellenerek uygulamaya geçirildiği takdirde muhtemel ciro artışı 7.7 milyon dolar olarak tahmin edilmektedir. Bu hesaplama mevcut fiyat endeksleri ile oluşan toplam ciro ile yeni fiyat endekslerinin oluşturacağı talep ve bu talep sonucu oluşan ciro arasında kıyaslama yapılarak tespit edilmiştir.

### **5.2. Arbitraj pazarında eşik değer önerisi**

TTC'nin bayilere vereceği bölgesel iskonto miktarlarının belirlenmesi için satışlar açısından dengeli<sup>3</sup> bir dağılım gösterdiği küçük bir deney bölgesi belirlenmiştir. Bu bölgede Ankara, İzmir, İstanbul, Denizli, Aydın ve Bursa bulunmaktadır. Arbitraj pazarında dolaşım hacmi büyük olan iki ana ürün için en iyileme modelinden önerilen bayi fiyatları bulunmuştur.

---

<sup>3</sup> İzmir ve Bursa TTC'in Türkiye bira pazarında satış gücünün yüksek olduğu şehirlerdir. Ankara, Aydın ve Denizli orta kuvvette satış gücünü temsil ederken, İstanbul düşük satış gücüne karşılık gelen bölgedir.

Şirket ile paylaşılan bu bilgiler Satış ve Pazarlama Direktörlüğü'nün iskonto stratejilerini güncellenmesinde kullanacak olup, 1 Mayıs 2007 tarihi itibariyle bu bölgelerde hesaplanan iskonto stratejileri sonucu oluşturulan bayi fiyat listeleri uygulamaya geçirilecektir.

### **5.3. Vadelandirmede temel performans göstergeleri çizelgesi**

Oluşturulan “Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi”, TTC Ankara Bölge Müdürlüğü'ndeki satış ekibi ile 16 Nisan 2007 tarihinde paylaşılmıştır. Satış ekibinin geri bildirimlerinin değerlendirilmesinin ardından, “Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi” geliştirilecek ve satış ekibine tekrar sunulacaktır. 20 Mayıs 2007 tarihinden itibaren deney bölgesinde yer alan 6 şehirde “Temel Performans Göstergeleri Çizelgesi”nin son hali uygulamaya geçirilecektir.

## **6. Genel Değerlendirme**

Yedi ayda tamamlanan bu proje her ne kadar TTC için yapılmış olsa da kullanılan yöntemler ve elde edilen sonuçlar herhangi bir iki kutuplu pazarda, takip eden konumdaki şirket için kullanılabilir. Alternatif bir çözüm yöntemi olarak kullanılan dinamik programlama yöntemi iş hayatında kullanılması zor olan bir yaklaşım tarzı olmasına karşın fiyatlandırma konusunda ilk kez yapılan bir çalışma olarak fiyatlandırmaya farklı ve akademik bir yaklaşım getirmiştir. Ek olarak, hakkında çok fazla bilgi edinilemeyen arbitraj pazarı detaylı olarak incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ile arbitraj pazarının enküçültülmesine yönelik bir model elde edilmiştir. Son olarak, vadelenendirme çalışması ile vadelenendirme politikaları konusunda temel performans göstergeleri çalışması detaylı yaklaşımlar getirmiştir.

### **6.1. Projenin şirkete katkıları**

Bu proje ile şirketin karşılaştığı sorunlara çözüm bulmakla yetinilmeyip yapılması istenilen çalışmaları çok daha derinleştirerek, akademik ve daha uzun soluklu çözümlerle donatılmış bir projenin hazırlanmasına çalışılmıştır. Bu çalışmaların netice itibariyle TTC'ye getireceği katkılar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Geleneksel ve Modern satış kanalları için hesaplanan en iyi fiyat endeksleri şirketin kârlılığını kısa sürede arttıracak en iyi endeks değerleridir.
- Sunulan dinamik programlama çözüm metodu ile pazarın devamlı değişen yapısı da göz önüne alınmış olup, rakibin her hamlesine karşılık sabit bir tepki vermek yerine, duruma göre verilecek tepkiler ile fiyatlandırma konusunda daha rekabetçi ve uzun vadeli sonuçlar elde edilecektir.
- Arbitraj pazarı gibi şirket için tamamen belirsizliklerden oluşan bir sorun hakkında elde edilen detaylı bilgi kullanılarak, fiyatlandırma

stratejileri geliştirilmiş ve şirket arbitraj pazarının zararlarını en aza indirmek için bilimsel bir çözüm metoduna kavuşmuştur.

- Pazara, müşteriye ve hatta satış elemanının yetkinliğine bağlı olarak değişen vadelendirme süresinin belirlenmesi için detaylı bir yaklaşım belirlenmiş, şirket için sorun haline gelen bu konu ile ilgili olarak standart bir araç oluşturulmuştur.

#### **6.2. İleriye dönük geliştirme olanakları**

- Geleneksel ve Modern satış kanalları fiyat hesaplamaları için oluşturulan MS Excel modeli ilerleyen yıllarda yeni vergi oranları, marketteki büyüme ve değişen fiyat hareketlerine göre yenilenip gerekli düzenlemeler yapılarak uygulanabilir.
- Arbitraj için elde edilen veriler örneklerin çoğaltılmasıyla daha sağlıklı hale getirilebilir.

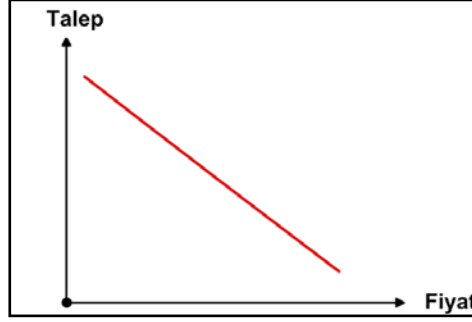
## **KAYNAKÇA**

- “The Beer Service Annual Report”, (2006), Canadean Research Company, Great Britain.
- Phillips, R. L. (2005), “Pricing and Revenue Optimization”, Stanford University Press, Stanford, California.
- Hirshleifer, Jack. (1976), “Price Theory and Applications”, Prentice-Hall International, London, Great Britain.
- Talluri, Kalyan, T, Van Ryzin, Garret J. (2004), “Theory and Practice of Revenue Management”, Kluwer Academic Publishers, London, Great Britain.
- Özgüven, Cemhan. (2004), “Analysis of Demand and Pricing Policies in Turkey Beer Market”
- Harrington, Diana, R. (1987), “Asset Pricing Model & Arbitrage Pricing Theory”, Prentice-Hall, Inc.
- <http://www.carlsberg.com>
- <http://www.turktuborg.com.tr>

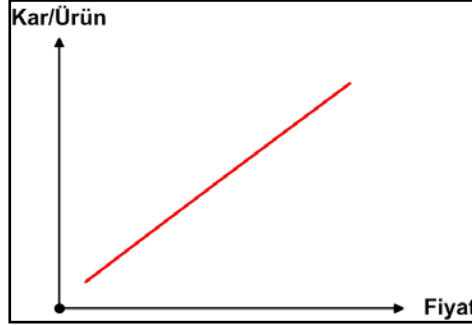


## EKLER

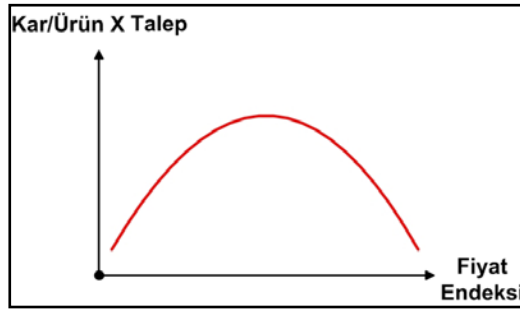
**Ek 1.** Fiyat – talep grafiği



**Ek 2.** Fiyat – kâr/ürün adedi grafiği



**Ek 3.** Fiyat – kârlılık (kâr/ürün adedi x talep)



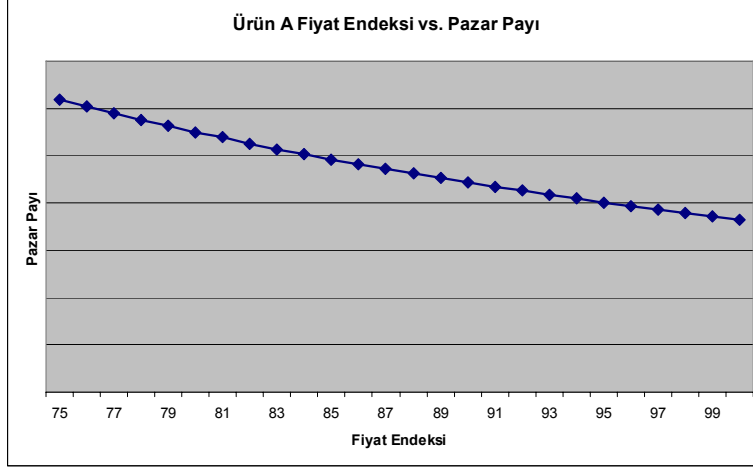
**Ek 4.** Excel modelinin talep fonksiyonu

**Yeni satış birimi (tahmin edilen talep) : §**

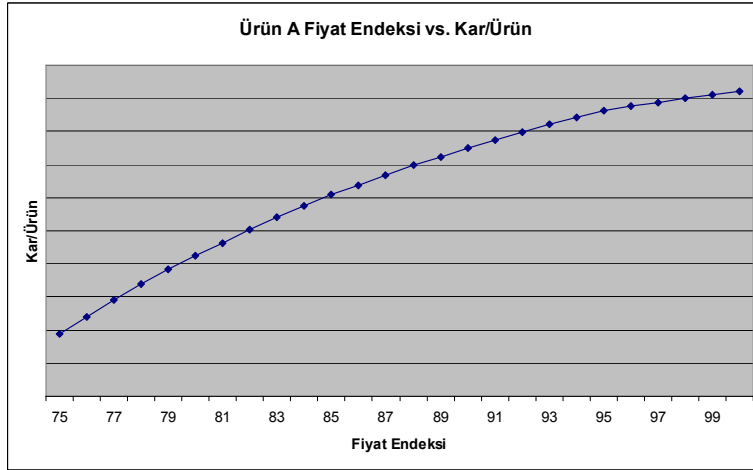
$$\S = [\text{Geçmişteki Talep}] * \prod [\Psi] ^ (j\text{'nin } i\text{'ye göre çapraz esnekliği})$$

$$\Psi = (\text{Ürün } j\text{'nin yeni fiyatı} / \text{Ürün } i\text{'nin yeni fiyatı}) / (\text{Ürün } j\text{'nin şimdiki fiyatı} / \text{Ürün } i\text{'nin şimdiki fiyatı})$$

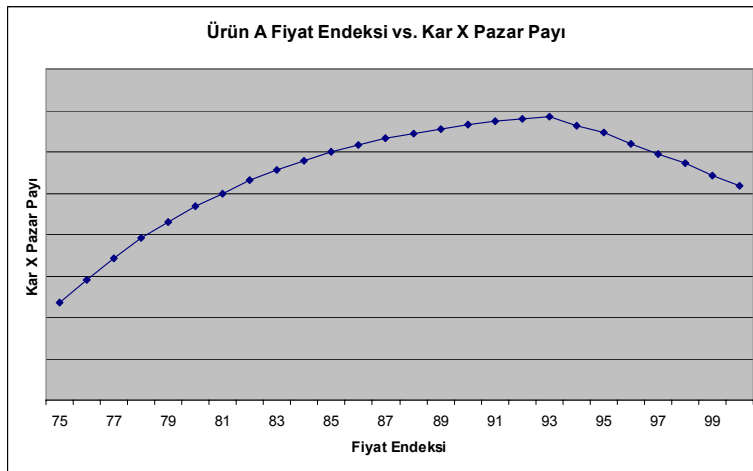
**Ek 5.1.** Geleneksel kanalda ürün A fiyat endeksi – pazar payı



**Ek 5.2.** Geleneksel kanalda ürün A fiyat endeksi – kâr/ürün



**Ek 5.3.** Geleneksel kanalda ürün A fiyat endeksi – kâr/ürün



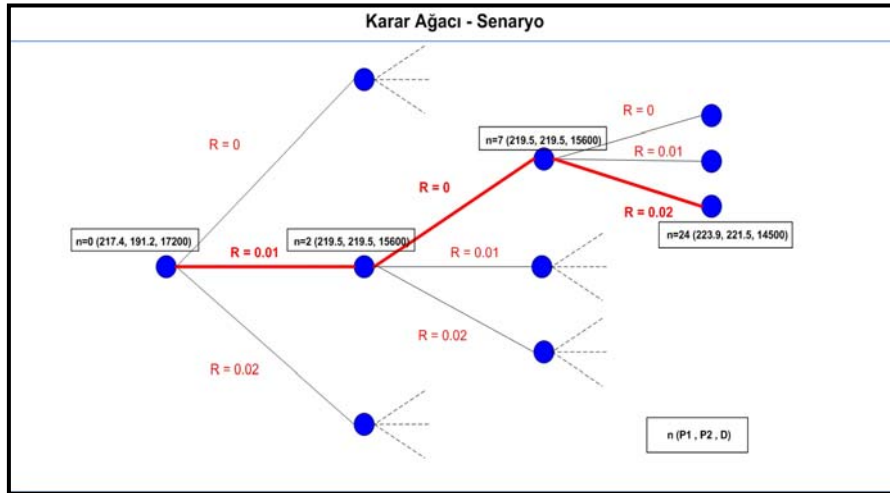
## Ek 6. Dinamik programlamada kullanılan talep fonksiyonu

### Talep Fonksiyonu

$$d_t = a - (b \times p_t) + (c \times q_t) - K \times (p_t - p_{(t-1)})$$

- $d_t$  : 2. oyuncunun belirlenen ürününe t periyodunda oluşan talep  
a : 1. ve 2. oyuncunun karşılıklı ürün fiyatları 0 olursa oluşacak olan talep  
b : 2. oyuncunun t periyodundaki ürün fiyatının o periyoddaki talebe olan etkisini gösteren katsayı  
c : 1. oyuncunun t periyodundaki ürün fiyatının o periyoddaki talebe olan etkisini gösteren katsayı  
K : 2. oyuncu için son periyotla bir önceki periyot arasındaki fiyat değişiminin talebe olan etkisini gösteren katsayı

## Ek 7. Karar ağacının temsili görünümü



- $n$  : her bir doğum noktası; olası bir senaryoyu temsil etmektedir  
 $P_1$  : 1. oyuncunun ürün fiyatı  
 $P_2$  : 2. oyuncunun ürün fiyatı  
 $D$  : gözlenlenen ürüne olan talep sayısı  
 $R$  : fiyatta beklenen olası değişim oranı

### Ek 8. Dinamik programlamada kullanılan doğrusal olmayan model

Bellman Equation:

$$J_t(p_t, q_t, p_{t-1}) = \text{Max } p_t \times d_t + J_{t+1}(p_{t+1}, q_{t+1}, p_t)$$

**S.t**

$$d_t \geq d_{t-1}$$
$$p_t \leq p_t(\text{rakibin fiyatı})$$

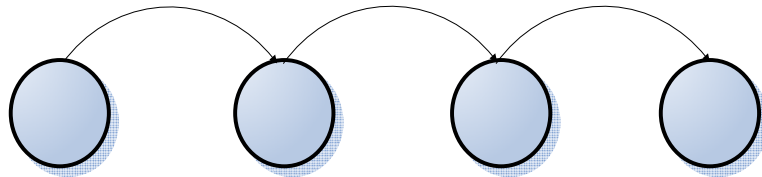
### Ek 9. Dinamik programlama senaryoları

Senaryo 1	Rakip A'nın olası fiyat hamleleri		
	1. periyod	2. periyod	3. periyod
Rakip A Fiyatındaki değişim(%)	1%	0%	2%
TTC X Fiyatı (Ykrş)	219.574	219.574	223.965
TTC X in karşılık gelen en iyi fiyatları(Ykrş)	219.574	219.574	221.586

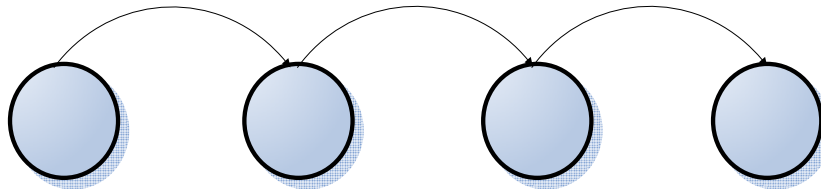
Senaryo 2	Rakip B'nin olası fiyat hamleleri		
	1. periyod	2. periyod	3. periyod
Rakip B Fiyatındaki değişim(%)	3%	5%	2%
Rakip B Fiyatı (Ykrş)	273.972	282.191	296.301
TTC Y'nin karşılık gelen en iyi fiyatları(Ykrş)	273.972	280.872	284.277

### Ek 10. Bölgesel arbitraj pazarı kar oranları

**İSTANBUL:**



**ANKARA:**



**Ek 11.** İskonto politikasının belirlenmesi için kullanılan doğrusal programlama

$$\text{Max}_p \sum_{i=1}^n p_i \times d_i$$

St.

$$p_j - p_i \leq a_{ij} \quad \text{for } i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,n$$

$$p_i \leq E_i \quad \text{for } i=1,2,\dots,n$$

$$p_i \geq 0 \quad \text{for } i=1,2,\dots,n$$

$p_j$  = j şehrindeki Tuborg ürün fiyatı

$p_i$  = i şehrindeki Tuborg ürün fiyatı

$d_i$  = i şehrindeki talep

$a_{ij}$  = Spotu teşvik etmeyecek en üst değer (eşik değeri + şehirler arası nakliye maliyeti)

**Ek 12.** Temel performans göstergeleri çizelgesi kriterleri ve ağırlıkları

Bölgedeki Tüketicilerin Alın Gücü (TUIK Satınalma Paritesine Göre kişi başına GSYH - YTL)		Bölgedeki Toplam Bira tüketimi (hl)		TT Carlsberg'in Bölgedeki Pazar Payı	
Değer Aralığı	Ağırlık	Değer Aralığı	Ağırlık	Değer Aralığı	Ağırlık
0 - 4000	1	0 - 50.000	1	0% - 25%	1
4000 - 7000	2	50.000 - 200.000	2	25% - 50%	2
7000 <	3	200.000 <	3	50% <	3

**Ek 13.** Temel performans göstergeleri çizelgesi

Bölgedeki Tüketicilerin Alın Gücü	Bölgedeki Toplam Bira tüketimi	Piyasa Vadesi	Şirketin Bölgedeki Gücü	Şirketin Vadesi
3	3	0 - 20	3	0-15
2		20 - 30	2	20-30
1		30 - 40	1	50-60
3	2	30 - 40	3	20-30
2		40 - 50	2	40-50
1		50 - 60	1	70-80
3	1	40 - 50	3	30-40
2		50 - 60	2	50-60
1		60 <	1	80-90

# Ürün Yükleme ve Hazırlama Sürecinin İyileştirilmesi

## Coca-Cola İçecek A. Ş.

### Proje Ekibi

Fırat Berksun  
Gonca Karakuş  
Can Öz  
Işık Öztürkeri  
Pınar Üstün  
Vijdan Yalçın

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Tansel Taysı, Coca-Cola İçecek A.Ş.  
Doğu Bölgesi Kalite Sistem Sorumlusu

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Osman Alp,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Coca-Cola İçecek A.Ş. Ankara deposunda yürütülen proje kapsamında, ürünlerin müşterilere dağıtım sürecinin hızlandırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda iki çözüm geliştirilmiştir. İlk çözüm karışık palet hazırlama sürecini kısaltmayı, ikinci çözüm ise tekrar yük almak için depoya gelen kamyonların beklemesini azaltmayı hedeflemektedir. Karışık palet hazırlama sürecini kısaltmak için palet hazırlanması sırasında alınan yolu en aza indirmeyi hedefleyen bir doğrusal programlama modeli oluşturulmuş, bu modelin sonuçları ise bilgisayar ortamında kodlanan bir algoritma yardımıyla kullanıcıların rahatça anlayacağı bir düzene sokulmuştur. İkinci kısımda ise dağıtım çıkan kamyonların dönüş zamanlarını tahmin etmek amacıyla geçmiş verileri kullanarak bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur. Bu model bir Excel dosyasına aktarılarak kullanımı kolay bir arayüz geliştirilmiştir. **Anahtar Sözcükler:** Karışık palet tasarımı, ürün paletleme süreci, doğrusal modelleme, çoklu regresyon, tam enumerasyon.

## **1. Firma Tanıtımı**

Coca-Cola İçecek A.Ş. (CCİ), Güney Avrasya ve Ortadoğu’da gazlı ve gazsız alkolsüz içeceklerin şişeleme ve dağıtım faaliyetlerini yürütmektedir. CCİ, Coca-Cola, Fanta, Sprite, SenSun, Schweppes, Cappy, Turkuaz, Doğazen, Damla, Nestea, Nescafe Xpress, Powerade ve Burn markalarının satış ve dağıtımını yapmaktadır. Projenin yürütüldüğü CCİ Ankara Deposu 10.000m<sup>2</sup>’lik bir alan üzerine kurulmuş olup, 257 adet ürün kalemi ve 500.000 koli ürünle hizmet vermektedir.

## **2. Projenin Tanımı ve Analiz**

CCİ Ambarlama ve Dağıtım Lojistiği projesi için ilk olarak firmayla yapılan görüşmeler ve gözlemler ışığında şikayetler, sorunlar ve sebepleri tanımlanmış, genel bir durum analizi yapılmıştır.

Projenin yürütülmekte olduğu Ankara Deposu’nda Ankara ilinin müşteri taleplerinin sağlanması için fabrikalardan gelen ürünlerin ambarlanması ve dağıtımını yapılmaktadır. Proje sırasında sistemi kolayca inceleyebilmek için iki ana süreç tanımlanmıştır. Siparişlerin firmaya gelişinden müşteriye teslimine kadar olan süreç “Talep Karşılama Süreci” (TKS) olarak adlandırılmıştır. Bu süreç içerisinde darboğaz oluşturan kısım ise siparişlerin sisteme girilişinden kamyonlara yüklenmesine kadar geçen ve “Ürün Yükleme Süreci” (ÜYS) olarak anılan süreçtir. Bu süreçlerin aşamaları Ek 1 ve 2’de verilmiştir.

### **2.1. Firmanın şikayetleri ve şikayetlere dair bulgular**

CCİ bünyesindeki ürün yelpazesinin geniş olması (farklı markalar, değişik ambalajlar ve boyutlar vb.), dağıtımın planlanmasını ve yükleme işlemlerini zorlaştırmaktadır. Firmaya gelen talepler ürün çeşitliliğinden dolayı değişkenlik göstermektedir, dolayısıyla tamamen tek bir üründen oluşan tam paletlerin sayısı azdır. Talep yapısındaki çeşitlilikten ötürü çok çeşitli boyut ve ambalajlarda farklı ürünlerin bir araya getirildiği paletlerin hazırlanması gerekmektedir. Karışık palet adı verilen bu paletlerin oluşturulması daha uzun sürmekte ve bu da ÜYS’nin uzamasına neden olmaktadır. ÜYS’nin uzamasına etki eden faktörler Ek 3’te verilen kılçık diyagramı ile genel olarak özetlenmiştir.

Talebin yoğun olduğu dönemlerde, ürünlerin teslimatı için gün içinde takviye dağıtımına ihtiyaç duyulmaktadır. İlk dağıtım işlemini bitirip takviye almak için dönen kamyonlar, alacakları yeni yüklerin hazırlanması için uzun süre beklemektedir. Bu da ciddi bir kaynak kullanımı verimsizliğine ve gün içinde ambarda fazladan iş yüküne yol açmaktadır.

### **2.2. Problem tanımı**

CCİ Ambarlama ve Dağıtım Lojistiği projesi asıl olarak TKS’nin kısaltılmasını amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, TKS’nin büyük bir kısmını oluşturan ve proje kapsamında olan ÜYS’nin iyileştirilmesi

üzerinde durulmuştur. ÜYS'nin uzun sürmesi, temel olarak karışık palet hazırlama sürelerinin uzunluğuna bağlıdır ve özellikle talebin çok fazla olduğu yaz aylarında farklı sorunlara da yol açmaktadır. Bu sorunların ilki, ambardaki gece yüklemelerinin yetiştirilemeyerek fazla mesaiye kalınmasıdır. ÜYS'nin sebep olduğu bir diğer sorun ise, takviye kamyonların yüklerini beklemek zorunda kalmalarıdır. Bu sorunun iki temel kaynağı, ambarın takviye için dönecek kamyonların dönüş zamanları hakkında bir ön bilgiye sahip olmaması ve bu takviye yükleri gece vardiyasında hazırlanamamasıdır.

### **2.3. Sistem ve veri analizi**

TKS'yi kısaltmak için ürün yükleme ve dağıtım süreçleri birebir gözlenmiş, çalışanlardan işlerle ilgili bilgi alınmış ve zaman etütleri yapılmıştır. Şu anki sistemde, ürün yüklemelerinde gece ve gündüz vardiyalarında 14'er işçi ve 5 forklift işçisi çalışmaktadır. Karışık paletlerin hazırlanması için herhangi bir bilimsel yola başvurulmamakta, işçiler tecrübeleri doğrultusunda palet içeriklerini belirleyip ürünleri dizmektedirler. Günlük dağıtım için ortalama 60 kamyon kullanılmakta, gerektiği takdirde bu kamyonların bir kısmı takviyeye de çıkmaktadır. Takviye kamyonlarının takibiyle ilgili olarak, firmadaki sistemde beklenen dönüş zamanları BASIS tarafından, eski bir veri üzerinden ve basitçe her iki müşteri arasında sabit bir zaman verilerek hesaplanmaktadır. Mevcut durumda, kamyonların gerçek dönüş zamanları ile BASIS'den gelen değerler arasında büyük farklılıklar olduğu saptanmıştır.

### **2.4. Literatür taraması**

Problem tanımı yapıldıktan sonra literatür taramasına geçilmiş ve uygun teorik bilgiler ve endüstriyel uygulamalar araştırılmıştır. Araştırma sırasında kapasite kısıtlı araç rotalama problemi, kutu paketleme problemi ve karışık palet tasarımıyla ilgili kaynaklara ağırlık verilmiştir. Bu sırada müşteri sırasına göre palet tasarımı yapan ve dağıtım zamanını enküçülten algoritmalara odaklanılmıştır.

Bishoff ve Ratcliff (1995), eş olmayan ürünlerle çoklu palet yükleme problemi için çeşitli çözüm yöntemleri sunmuşlardır. Tekli palet yükleme bu makaledeki algoritmanın temelini oluşturur ancak bu algoritma karışık paletlerin nasıl hazırlanacağı konusunda bilgi vermemektedir. Bu noktada, Chao ve Chen (2005) tarafından önerilen algoritmalar mevcut soruna daha yakın bir çözüm sunmaktadır. Ek olarak, Hirashima ve Takeda (2006) tarafından sunulan ve yükleme zamanını enküçültmeye yönelik olan makaledeki öneriler modelin oluşumu için gerekli temeli oluşturmaya yardımcı olur.

### **3. Önerilen Yöntem ve Uygulaması**

ÜYS'yi ve dolayısıyla da TKS'yi mümkün olduğunca kısaltmayı hedefleyen ve karışık palet hazırlama süresini en küçültmeyi amaçlayan



karışık palet hazırlama sistemi, GAMS’de oluşturulan bir matematiksel model ve JAVA’da kodlanan bir düzenleme algoritmasından oluşmaktadır. Bu sistemin çıktıları farklı senaryolar ve parametreler altında test edilmiş, şu anki uygulamanın verdiği sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ek olarak, kamyon takip sistemi için 2006 yılına ait Ankara bölgesi rotaları, fabrikadan çıkış ve fabrikaya dönüş saatleri, kamyon başına düşen ürün ve fatura sayısı gibi bilgilere ulaşılmıştır. Bu bilgiler üzerinden Excel ve MINITAB programları kullanılarak çoklu regresyon analizleri yapılmış ve bir Excel makrosu hazırlanmıştır.

### **3.1. Geliştirilen modeller ve çözüm yöntemleri**

Problem tanımında da belirtildiği gibi, projedeki asıl problem ÜYS’nin kısaltılmasıdır. Karışık paletler, CCI’nin bilgi işlem sistemi olan BASIS’ten alınan kamyon yükleme planlarının ambara ulaşmasından sonra, ambar çalışanlarınca kendi tecrübe ve önsezileri yardımıyla oluşturulmakta, herhangi bir bilimsel yola başvurulmamaktadır. Bu da ambarda birbirinden uzağa yerleştirilmiş ürünlerin aynı palete yüklenmesine, forklift hareketlerinin çoğalmasına ve karışık palet hazırlama süresinin uzamasına sebep olmaktadır.

Bu ana soruna önerilen çözüm, karışık paletlerin hazırlığına bilimsel bir yaklaşım getirmekte, ambar işçilerine hangi ürünü, hangi palete, hangi sırayla yüklemeleri gerektiği bilgisini vermektedir. Amaç, ambar içinde forklift trafiğini en aza indirmek, böylece hem paletlerin ambar içindeki bekleme zamanlarından, hem de toplam yükleme zamanından tasarruf etmektir. Bu aşamada, birbirinin çıktısından beslenen iki aşamalı bir sistemden faydalanılmıştır. GAMS’de kurulan en iyileşme modeli ile karışık paletlerdeki ürünleri belirledikten sonra, palet içerikleri kullanılarak ikinci algoritmayla her paletin ürünlerinin hangi sırayla dizilmesi gerektiği belirlenmektedir.

Diğer yandan, talebin yoğun olduğu dönemlerde takviye kamyonların bekleme süresini azaltmak için bir kamyon takip sistemi oluşturulmuştur. Şu anki durumda, ambar çalışanları hangi kamyonların önce geleceği konusunda fikir sahibi değillerdir. Bununla birlikte, gün içerisinde Coca-Cola fabrikalarından gelen kamyonların ambardaki ürün boşaltma işlemleri, bu bekleme sürecini daha çok uzatmaktadır.

Çizelgeleme ara yüzü oluşturulurken firmadan alınan veriler her rotanın yol durumu, uzunluğu, zaman kısıtı gibi özelliklerinin değişik olacağı göz önüne alınarak rota bazında sınıflandırılmıştır. Daha sonra çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmış ve her kamyon için beklenen dönüş zamanı ve %95’lik tahmin aralığı veren bir program hazırlanmıştır.

#### **3.1.1. Karışık palet hazırlama**

Karışık palet hazırlama süresini azaltacak çözümü verecek sistem iki temel aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak GAMS kullanılarak

oluşturulan modelle kamyonadaki yükün, yükleme sırasında alınacak toplam yolun en aza indirilecek şekilde karışık paletlere dağıtılması sağlanmaktadır. İlk modelin çıktısı hangi üründen hangi palette kaç sıra olduğu bilgisini içerir. Bu bilgi daha sonra ikinci algoritmayla işlenir ve palet ürünlerinin kendi içlerinde nasıl bir sırayla dizileceği bildirilir.

### 3.1.1.1. Karışık palet oluşturma modeli

Model, bir kamyonunda bulunan karışık paletlerde hangi ürünlerden kaç sıra bulunması gerektiğine karar vermektedir. Bu karar verilirken, ambar içinde alınan toplam yolun mümkün olduğunca kısaltılması öngörülmüştür. Modelin kurulumunda, CCI'nin çok fazla sayıda ürün kalemine sahip olduğu göz önüne alınarak, ürünler aynı sıraya konup konamama özelliklerine, yani yüksekliklerine, bir sıradaki koli sayılarına ve ambardaki yerlerine bakılarak gruplanmış, bu şekilde de, 255 ürün kalemi herhangi bir veri kaybına uğratılmadan modele 25 grup halinde verilmiştir. Bir kamyonunda bulunan karışık paletlerde hangi ürünlerde kaç sıra bulunması gerektiğine karar veren modelin parametre ve değişkenleri Ek 4'te görülebilir.

Projede kullanılan modelde amaç yükleme sırasında alınan yolu en aza indirerek ÜYS'yi kısaltmaktır. Hedef fonksiyonunda, bir palette konan her farklı ürün için, ürün grupları arasındaki mesafe matrisindeki ilgili uzaklık toplanmakta ve bu toplam mümkün olduğunca küçük tutulmaya çalışılmaktadır. Modelin matematiksel ifadesi:

$$\text{En Küçült} \quad \sum_n \sum_j \sum_i x_{ijn} \times dis_{ij}$$

s.t.

$$(1) \quad He_n \geq \sum_i h_i \times y_{in} \quad \forall n \in N$$

$$(2) \quad x_{iin} \times d_i \geq y_{in} \quad \forall n \in N, \forall i \in I$$

$$(3) \quad \sum_n y_{in} = d_i \quad \forall i \in I$$

$$(4) \quad x_{ijn} = x_{iin} \times x_{jnn} \quad \forall i, j \in I$$

$$(5) \quad x_{iin} \leq d_i \quad \forall n \in N, \forall i \in I$$

Modelin 4. kısıtı doğrusal modellemeyi bozduğu için bu kısıt aşağıdaki kısıtla değiştirilmiştir.

$$(6) \quad x_{ijn} \geq x_{iin} + x_{jnn} - 1 \quad \forall n \in N, \forall i, j \in I$$

Kısıt (1), hazırlanan her bir paletin boyunun paletlerin boy sınırını aşmamasını sağlamaktadır. Kısıt (2), bir palette yüklenen ürün miktarının o ürün grubuna ait toplam talepten küçük ya da ona eşit olmasını sağlamaktadır. Ayrıca  $y$  değişkeni ile  $x$  değişkeni arasındaki

ilişkiyi sağlamaktadır. Buna bağlantılı olarak kısıt (3), bir ürün grubunun tüm paletlere yüklenmiş olan toplam sıra sayısının toplam talebe (yine sıra bazında) eşit olması gerektiğini belirtmektedir. Kısıt (4), iki ürünün aynı palette olması durumunda 1 değeri atanan karar değişkeninin doğru şekilde çalışmasını sağlamaktadır. 5. kısıt, talebi olmayan bir ürünün hiçbir palete yerleştirilmemesini sağlar.

Oluşturulan model, BASIS'ten çıkan kamyon yükleme planını kullanmaktadır. Burada, BASIS'ten bir kamyonadaki toplam ürün yükü, ürün ve koli bazında Excel'in daha önceden belirlenmiş hücrelerine aktarılmış olarak gelecek, ayrıca kamyonun kaç paletlik olduğu da aynı Excel sayfasına yazdırılacaktır. Daha sonra ise bu Excel dosyası, bu talebi model için kullanmakta olduğumuz 25 ürün grubuna göre gruplayacak, kamyonunda kaç tane tam palet olduğunu bulacak ve daha önceden alınan "her üründen bir sıraya kaç koli sığıyor" bilgisine dayanarak her üründen bir palette kaç sıra olacağını belirleyecektir. Böylece GAMS'de kodlamış olduğumuz modelin kullandığı ürün grubu, sıra bazında talep ve kamyonunda kaç karışık palet olacağı girdileri Excel dosyası sayesinde gerekli formata getirilmiş olacaktır.

Modelin çalıştırılması sonucunda her bir palet üzerinde her bir ürün grubundan kaç sıra olması gerektiği belirlenir. Sıra olarak içeriği belirlenmiş olan karışık paletlerin kendi içindeki dizilimi ise ikinci algoritma aracılığıyla bulunmaktadır.

### **3.1.1.2. Karışık palet düzenleme algoritması**

GAMS modelinin çıktısı olarak her bir palet için paletin üzerine yüklenecek olan ürün gruplarından oluşan  $V = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  olarak ifade edilen bir küme elde edilir. İkinci aşamada amaç,  $V$  kümesinde bulunan işlerin, toplam katedilecek olan mesafeyi en aza indirecek şekilde palet üzerinde sıralanmasıdır. Bu amaçla geliştirilen algoritma her bir palet için yaratılan  $V$  kümesindeki işlerin olası tüm sıralama alternatiflerini deneyerek en düşük mesafeyi veren sıralamayı bulmaktadır. Bu algoritma olası tüm alternatifleri göz önünde bulundurduğu için toplam  $n$  faktöriyel kadar karşılaştırma yapmaktadır. Yapılan denemelerde bir palet üzerine en fazla 8 adet değişik ürün grubu yerleştirilmiştir, dolayısı ile eldeki problemi algoritmanın hızlı ve etkin bir şekilde çözebileceği öngörülmektedir.

Yapılanları kısaca özetlemek gerekirse JAVA'da kodlanan algoritma, model çıktısını yani kamyonlara yüklenecek olan ürünlerin kümelerini alır ve de aşağıdaki hedef değeri enküçültmeyi gözeterek tüm olası sıralamaları dener ve en iyi sıralamayı çıktı olarak sunar. Enküçültülecek hedef değer ise aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$\sum_{i=1}^{n-1} dis(u_{(i)}, u_{(i+1)})$$

### 3.1.2. *Kamyon takip sistemi (TruckTrack)*

Gün içinde takviye dağıtımına çıkmak üzere yüklerini almak için ambara gelen kamyonların bekleme süresini azaltmak amacıyla arayüzü Excel’de hazırlanan kamyon çizelgeleme sistemiyle iki temel amacın gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Birinci amaç, ilk dağıtımlarına çıkan kamyonların beklenen dönüş zamanlarının dinamik olarak hesaplanmasıdır. Çizelgeleme programının gerçekçi ve yararlı bilgiler verebilmesi için beklenen dönüş zamanları sağlıklı bir şekilde, rota ve kamyon bazında yeniden hesaplanmıştır. Öncelikle, CCI’den Temmuz 2006’dan itibaren kamyon giriş çıkışlarına dair tutulmuş veriler alınmış, anlamsız veriler ayıklanarak her kamyon için gerçek toplam dağıtım süreleri hesaplanmıştır. Daha sonra, dağıtım sürelerinin rotalara göre (trafik kuralları, yolların durumu, park yeri sıkıntısı vb. sebeplerle) farklılık gösterebileceği gerçeği göz önünde bulundurularak, tüm veri rota bazında gruplandırılmıştır.

Her rota için yapılan incelemeler sonucunda, bir kamyonun toplam dağıtım zamanının taşıdığı yüke ve sahip olduğu fatura sayısına (yaklaşık müşteri sayısı, yaklaşık durma-kalkma sayısı) bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Kamyondaki fatura sayısı  $k$ , koli olarak toplam yük miktarı ise  $l$  olarak tanımlanmıştır. Rotalar için ayrı ayrı yapılan çoklu regresyon analizleriyle, her rota için beklenen dönüş zamanını  $k$  ve  $l$  değerlerini kullanarak hesaplayan birer bağıntı bulunmuştur. Çoklu regresyon modelinde,  $x_1$  ve  $x_2$  rotaya göre değişen sabit çarpanlar olmak üzere,  $x_1k*x_2l$ ,  $x_1k^2*x_2l$ ,  $x_1k*x_2l^2$  gibi birçok doğrusal olmayan ilişkiler de sınanmış, fakar en uygun sonucu fatura sayısı ile koli sayısının ağırlıklı toplamından oluşan doğrusal  $x_1k+x_2l$  bağıntısının verdiği gözlenmiştir. Bu şekilde kamyonun özelliklerine ve rotasına bakılarak daha güvenilir ve gerçekçi bir dönüş zamanı tahmini yapılabilecektir. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için her gün BASIS’ten o günkü sabah dağıtımına çıkan kamyonlara ait rota, fatura sayısı ve toplam yük miktarı bilgilerinin Excel’e aktarılması gerekmektedir. İlgili hücrelerdeki bilgileri kullanarak, arka planda çalıştırılacak olan makro yardımıyla beklenen en erken ve en geç dönüş zamanları hesaplanacaktır.

Çizelgeleme ara yüzünün ikinci amacı ise, anlık saatten belirli bir zaman sonra gelmesi olası kamyonların dökümünü çıkarmak, ambarı gelebilecek olan kamyon sayısı ve dönüş zamanları konusunda bilgilendirmektir. Böylece özellikle talebin hayli yoğun olduğu yaz aylarında meydana gelen yükleme sıkışıklığının giderilmesi, takviye yüklerini almak için gelen kamyonların mümkün olduğunca büyük bir kısmının hazırlanmış olan yüklerini alıp ikinci kez dağıtımına çıkmalarını sağlamaktır.

Belirli bir zaman aralığı içinde gelmesi beklenen kamyonların belirlemek için, daha önce çoklu regresyon analiziyle belirlenen beklenen geliş zamanlarının üstüne %95lik bir tahmin aralığı kullanarak bir zaman aralığı oluşturulmaktadır. Çoklu regresyon analizinde beklenen ortalama yanıt değişkenine ait tahmin aralığı aşağıdaki formüle göre bulunmaktadır:

$$\hat{Y} \pm t_{\alpha/2} \times S \times \sqrt{x_0 \times (X' \times X)^{-1} \times x_0^T}$$

Bu formülün, projedeki karşılığı aşağıdaki gibidir:

$\hat{Y}$  = Rotaya göre yapılan çoklu regresyon analiziyle bulunan beklenen geliş zamanı

$t_{\alpha/2}$  = Çift kuyruklu t testinin,  $\alpha = 0.05$  iken, rotadaki geçmiş gözlem sayısı – 2 – 1 serbestlik derecesindeki değeri

S = Rotanın standart hatası

$x_0$  = Bir kamyon için fatura ve koli sayısını tutan vektör

$(X'X)^{-1}$  = Çoklu regresyon analizindeki fatura ve koli sayısının katsayılarının varyans – kovaryans matrisi

Sorgulanan zaman aralığında gelmesi beklenen kamyonların listesi iki aşamada oluşturulmaktadır. İlk aşamada yukarıdaki formül kullanılarak hesaplanan tahmin aralıklarıyla sorgulanan zaman aralığı keşilen kamyonlar seçilir. İkinci aşamada ise bu kamyonların sorgu aralığında gelme ihtimalleri hesaplanarak sıralama bu olasılıklara göre yapılır.

### 3.2. Çıktı analizi ve performansın ölçülmesi

İki ana bölümden oluşan projenin ilk kısmı karışık palet hazırlama sistemidir. ÜYS'yi azaltmak amacıyla oluşturulan bu sistem, yapılan analizler sonucunda, Ek 5'te görülebileceği gibi mevcut sistemden çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Ekte sunulan tablodaki mevcut sistem sonuçları bulunurken, elimizde işçilerin yaptığı karışık palet dizilimleri değil, sadece karışık palet içerikleri (hangi palette, hangi üründen ne kadar bulunduğu) vardı. Bu veri, karışık palet oluşturma sisteminin ilk kısmının çıktısına denktir. Bu yüzden mevcut sistemin verisi karışık palet oluşturma sisteminin ikinci kısmına girdi olarak verilmiş ve bu algoritmanın sonucu tabloda gösterilmiştir. Aynı kamyonlar için karışık palet oluşturma sistemi kullanılmış ve elde edilen değerler tabloda toplanmıştır. Burada, alınan 60 kamyon denemesi içinde, 9 tanesinde şu anki yükleme düzeninin en iyi çözümü GAMS çıktısınınkinden daha kısa mesafeyle yüklenebilmektedir. Buna rağmen, 60 kamyonun ortalama olarak %77 daha kısa mesafeyle yüklenebildiği görülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken, şu anki sistemin değerlerinin karışık palet hazırlama sisteminin ikinci kısmı kullanılarak elde edilen çözümler olduğu yani ambar çalışanlarının yapabileceği en iyi çözüm

olduğu ve çalışanların her zaman en iyi çözüme ulaşmasının beklenemeyeceğidir.

Karışık palet hazırlama kısmı için değerlendirme, iki aşamada yapılabilir. İlk olarak, karışık paletleri oluşturan modelin, sistemde verimli bir şekilde çalışıp çalışmayacağı konusunda kritik öneme sahip olan bir kamyon için harcanan çalışma süresi ve bu amaç için kat edilen toplam uzaklık değerleri incelenmiştir. Daha sonra ise aynı kamyonun talebi bir de karışık palet hazırlama sisteminde çözdürülmüştür. Yapılan 60 denemede, modelin karışık palet tasarımının, şu anda ambarda yapılan gerçek uygulamalarla arasında alınan mesafe açısından büyük farklar olduğu gözlenmiştir. Bu fark, %10 ile %175 arasında değişmekle beraber, yükleme zamanlarında da fark yaratacak niteliktedir. Model, alışma süresi kamyonun içeriğine göre değişmekle beraber, 10 sn. ile 100 sn. arasında en iyi sonucu verebilmektedir. Bazı durumlarda bu sürenin fazlaca uzayabileceği göz önünde bulundurularak, modele “en fazla on dakika çalışması ve o ana kadar bulabildiği en iyi sonucu vermesi” komutu eklenmiştir.

Kamyon takip sisteminin verdiği sonuçlar, beklenen dönüş zamanı değerlerini, geçmiş verilere dayandırdığı ve kamyonun özelliklerini de göz önüne aldığı için şu anda BASIS’in verdiği beklenen dönüş zamanı değerinden daha güvenilirdir. şu an firmada takviye kamyonları sıraya dizme konusunda herhangi bir yöntem kullanmamakta ve paletler ancak kamyonlar geldikten sonra hazırlanmaktadır. Ayrıca, kamyonların takibi, tek bir zaman değerine göre değil, belirli bir zaman aralığına göre yapılır. rnek olarak, “nmzdeki 30 dakika içerisinde gelmesi beklenen kamyonlar”ın listesi verilir. Bu listede sıralama beklenen kamyonların gelme olasılıklarına göre yapılmıştır. Böylece, TruckTrack’in verdiği gelmesi olası kamyonlar kümesi ambara genel bir takviye yükleme planı yapabilmek için faydalıdır. Bilgi İşlem Departmanı tarafından yollanmış olan 5 adet rota bilgisinin TruckTrack’te denenmesi sonucu makro tarafından bulunan aralıkların %80 sıklıkta kamyonların gerçek dönüş saatlerini içerdiği saptanmıştır.

#### **4. Uygulama Planı**

Firmayla yapılan görüşmeler sırasında problemlere sunulan zm nerileri yetkili kişilerle tartışılmış ve firma yetkililerince onaylanmıştır. Uygulama alışmaları 02.04.2007 tarihinde başlatılmış, ambara yapılan ziyaretlerle devam ettirilmiştir. İlk aşamada, ambar memurunun önderliğinde parametreler gerçek koşullara uygun olarak düzenlenmiş, model ve algoritmanın verdiği çıktılar değerlendirilmiş ve sonuçların kullanılabilir olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra, 10.04.2007 gecesi yüklenen kamyonların yükleme süreleri ve karışık palet tasarımları not ettirilmiş, aynı kamyonların karışık paletleri ertesı gün geliştirilen sistem kullanılarak tekrar hazırlanmıştır. Amaç, nerilen

yükleme ile gerçekleşen yükleme arasındaki zaman farkını hesaplamaktır. Yükleme işçilerinin kullanmakta oldukları sisteme olan alışkanlıklarından ötürü doğru sonuçlar elde edilememiştir. Bu sorunu çözebilmek için yeni sistemin getirileri ve çalışma biçimi işçilere verilecek olan kısa bir eğitimde anlatılacak ve yeni sisteme uyum sağlamalarına çalışılacaktır.

Karışık palet hazırlama sisteminin uygulanması, firmada bir en iyileşme programının varlığına bağlıdır. Şu anki durumda, projenin firmaya maddi olarak getireceği kazanç aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Yoldan %77 kazanç = forklift zamanından %77 kazanç = yükleme zamanından ortalama %10 \* %77  $\approx$  0,08 kazanç.

Elde edilmesi beklenen kâr = Yükleme maliyeti (forklift ve işçi masrafları) \* 0,08

Bu hesaplamaların yanı sıra modelin şu anki durumda getirdiği sistematik çözümlerin firmaya gelecekte, özellikle yoğun dönemlerde katkıları, forklift çalışmalarının verimliliğini arttırarak olası forklift takviyelerine gerek bırakmayacağı, aynı zamanda yoğun dönemlerde işçilerin yüklemeler yetişmediği için fazla mesaiye kalmalarının engelleneceği gibi önemli etmenler de göz önüne alınmalıdır.

Projenin geldiği noktanın ve olası kazançlarının firma yetkililerine sunulmasından sonra, şirkete bir en iyileşme programı alınıp alınmayacağı netleşecektir. Projenin oluşturulmasında kullanılan GAMS v.22.3'ten başka şirketin hedeflerine daha uygun bir program bulunması halinde aynı model alınacak programın dilinde yeniden oluşturulabilir, önemli olan kullanılacak en iyileşme programının performansının gerçek yaşamda uygulanırken zaman kaybettirmeyecek kadar yüksek olmasıdır.

TruckTrack için ise BASIS'ten o gün ilk seferlerine çıkacak olan kamyonların rotası, kamyonlara ait toplam fatura sayısı ve toplam ürün miktarı bilgilerinin Excel'e çekilmesiyle beraber Excel'deki Visual Basic kodu rahatlıkla çalıştırılabilir ve ilk seferlerinden dönen kamyonlardan takviyeye çıkacak olanların en erken ve en geç dönecekleri zaman aralıkları elde edilebilecektir. CCI Bilgi İşlem Birimi'yle yapılan görüşmeler sonucunda bu kamyon takip programının mevcut sisteme entegrasyonun, BASIS ve Excel'in birbiriyle dinamik olarak konuşturulması işlemi ayrıntılı bir sistem bilgisi gerektirdiğinden, Bilgi İşlem Departmanı'nca yapılması gerektiği kararlaştırılmıştır. Bu şekilde, tamamen Excel kullanılarak yazılan makronun da BASIS ile uyumu kolayca sağlanabilecektir. Bilgi İşlem Departmanı'na kamyon takip sisteminin kullandığı Excel dosyası şablonları gönderilmiş, hangi hücrelere hangi bilgilerin çekilmesi gerektiği detaylı olarak aktarılmıştır.

Önerdiğimiz karışık palet hazırlama sisteminin Coca-Cola'ya uyumlulaştırılmasında, en iyileşme modeline parametre olarak alınacak olan bir kamyondaki ürün grubu bazında toplam talep, BASIS'ten, şu anki sisteme uygun bir formatta hazırlanan Excel dosyasına atılacaktır. Dolayısıyla her akşam yükü belirlenen kamyonların ürün ve koli bazında yük bilgileri belirli bir Excel dosyasına BASIS'ten aktarılmalıdır. Excel – BASIS iletişimi konusundaki çalışma yine Bilgi İşlem Departmanı tarafından yürütülecektir. En iyileşme modelinin kullandığı dosyanın şablonu ve hangi hücrelerin hangi verileri içermesi gerektiği bilgisi firma çalışanlarına sunulmuştur. Bu Excel dosyası, BASIS'ten gelen talep bilgisini düzenleyerek modelin kullanabileceği hale getirecektir. Karışık palet hazırlama sisteminin çıktısı ise, ambar çalışanlarının doğrudan okuyup uygulamaya koyabileceği bir dosyaya, “n. paletin i. sırasına j. ürün grubunu koy” şeklinde yazdırılacaktır.

## **5. Genel Değerlendirme**

Projede karışık palet hazırlama sistemi için model denemesinde kullanılan veriler, ambardaki gerçek yükleme kayıtlarıdır. Kamyonların gerçek yükleri modele ve palet dizilimi algoritmasına çözdürülerek, yolu mümkün olduğunca kısaltabilecek en iyi ürün sıralaması ve dağılımı bulunmaya çalışılmıştır. Ardından da, ambarda aynı kamyonun nasıl yüklendiği ve o şekilde ne kadar yol alındığı hesaplanmış, modelin verimlilik ve fizibilite çalışmaları bu şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla, modelin çıktısının ambarda kullanılmaya başlaması ile şu anda modelden çıkan sonucun yaklaşık olarak aynı olması beklenebilir.

Diğer yandan, kamyon takip sistemi TruckTrack de takviyeye gelmesi beklenen kamyonların dönüş zamanlarını daha sistematik bir şekilde tahmin etmekte ve ambara daha güvenilir bir genel plan ve okuması kolay bir çıktı sunmaktadır. Bu programın kullanılabilirliği de diğer model gibi yine aynı şekilde gerçek veriler kullanılarak test edilmiştir.

### **5.1. İleriye dönük güncelleme**

Projenin firma için uygulanabilir olması sunulan çözümlerin ileride kullanılabilir olmasına bağlıdır. CCI çok hızlı genişleyen ve değişen, dinamik bir şirkettir. Ürün çeşitliliği oldukça sık bir şekilde değişip artmaktadır. Ayrıca ambarın yerleşim düzeni de değişikliğe uğramaktadır. Sunulan karışık palet hazırlama sistemi, ürün gruplarına ait talebi ve ambar yerleşiminde bu gruplar arası doğrusal uzaklıkları parametre olarak kullanmaktadır. Tanımlanan ürün grupları genel anlamıyla yüksekliğe bağlı olduğu için ileride şimdiki mevcut ürün gruplarımıza eklenebilecek herhangi bir farklılık model açısından sıkıntı yaratmayacaktır (farklı aroma, farklı ambalaj vb.). Ayrıca ürün yelpazesine yeni yükseklikte bir ürün eklense bile modelin kullanmakta olduğu Excel dosyasına bunu tanımlamak ve eklemek kolaydır. Talebi



koli sayısından sıra sayısına çeviren Excel sayfasında ufak değişiklikler yaparak yeni ürün eklemek ve/veya mevcut ürün gruplarından kimilerini tamamen saf dışı bırakmak mümkündür. Ayrıca olası ambar yerleşim düzeni değişikliklerinde, modele verilen uzaklık matrisinin kaynağı olan Excel dosyasında ürün gruplarının yeni merkezlerinin koordinatlarının verilmesi, modelin yeni yerleşime göre çalışmasını sağlayacaktır. Modeller, firmada yakın gelecekte meydana gelebilecek değişikliklere kolayca uyum sağlayabilecek esnekliktedir.

TruckTrack, temel olarak kamyonların rotaları üstünden çalışan bir programdır. CCI yeni müşteriler kazanmakta, ve buna bağlı olarak da rotalarında değişiklik yapmaktadır. Yaklaşık olarak her altı ayda bir bu tür değişikliklere uyum sağlayabilmek için, geçmiş altı aylık veri üzerinden -bu proje içinde yapıldığı gibi- bir çoklu regresyon modeli yapılarak kullanılan Excel tablolarındaki sabit veriler değiştirilerek TruckTrack yazılımı güncellenebilir. Program, ambarın gerekli hazırlığı yapması için genel bir plan, gelecek sistemler için ise bir alt yapı oluşturacaktır ve kullanılmakta olan sistemin çıktılarından daha güvenilir sonuçlar verecektir. Yaklaşık altı aylık bir deneme sürecinden sonra, firmaya yararı ve getirileri, ayrıca firmanın olası ihtiyaçları da göz önüne alınarak yenilenebilir.

Gerek karışık palet hazırlama sistemi, gerekse kamyon takip sistemi için, CCI'ye sunulmak üzere iki adet ayrıntılı uygulama ve kullanma kılavuzları hazırlanacaktır. Bu kılavuzlarda, bu sistemlerin adım adım nasıl oluşturuldukları, hangi verileri ne şekilde kullandıkları anlatılacak, olası değişikliklerin sistemlere nasıl yansıtılacağı ve bu sistemlerin nasıl kullanılacağı konusunda bilgi verilecektir.

## **5.2. Sonuç**

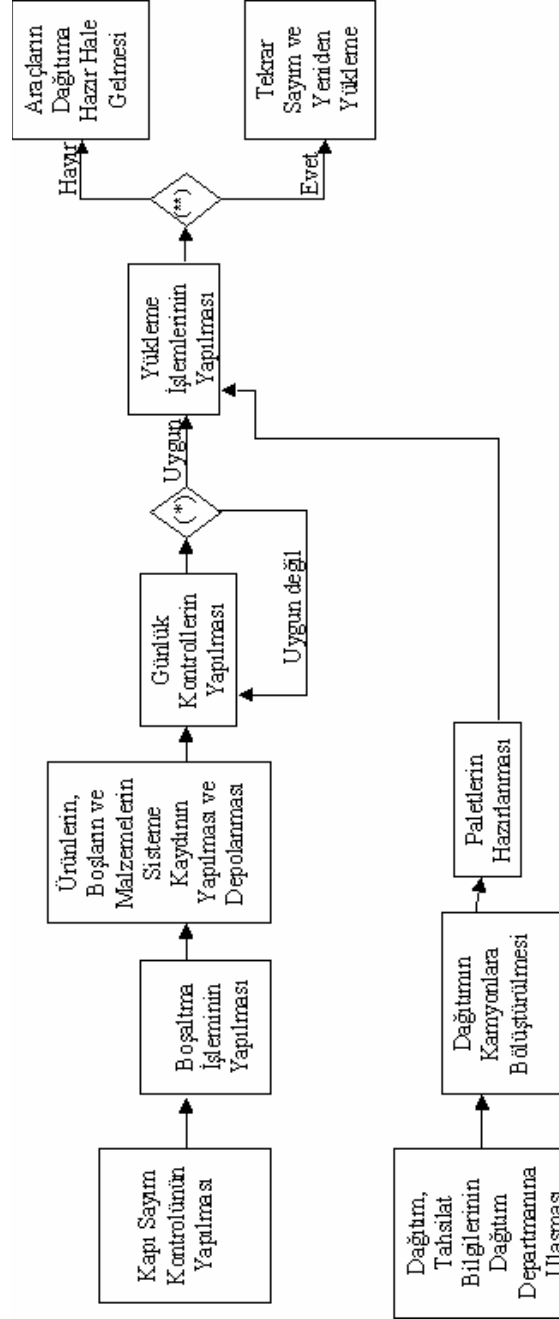
GAMS ve sonrasında kullanılan JAVA koduyla elde edilen sonuçlar, CCI işçilerinin sezgisel olarak yaptığı yükleme işleminden alınan yol bazında %77 daha iyi olmakla beraber, TKS'nin büyük bir bölümünü oluşturan ÜYS de daha aza indirgenmiştir. Böylelikle talep yoğunluğu yaşandığı zamanlarda meydana gelebilecek olan fazla mesai ve kapasite yetersizliği gibi sorunlara kısmi çözümler getirilmiştir. TruckTrack programı ise takviyeye çıkmak için yüklerini almaya gelecek kamyonları daha sistematik bir şekilde sıralamaktadır. Yapılan pilot testler sırasında karşılaşılan sorunlar ve olası iyileştirmeler ışığında modellere son şekilleri verilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

## **KAYNAKÇA**

- Bischoff, E. E. ve Ratcliff, M. S. W. (1995), "Loading Multiple Pallets", *The Journal of the Operational Research Society*, 46 (11), 1322-1336
- Chao J.; Chen M.; Deng A.; Miao H.; Newman A.; Tseng S. ve Yano C. A. (2005), "Safeway Designs Mixed-Product Pallets to Support Just-in-Time Deliveries", *Inform*s, 35 (4), 294-307.
- Hirashima Y. ve Takeda K. (2006), "A Q-Learning for Group-Based Plan of Container Transfer Scheduling", *JSME International Journal*, C, 49 (2).

## EKLER

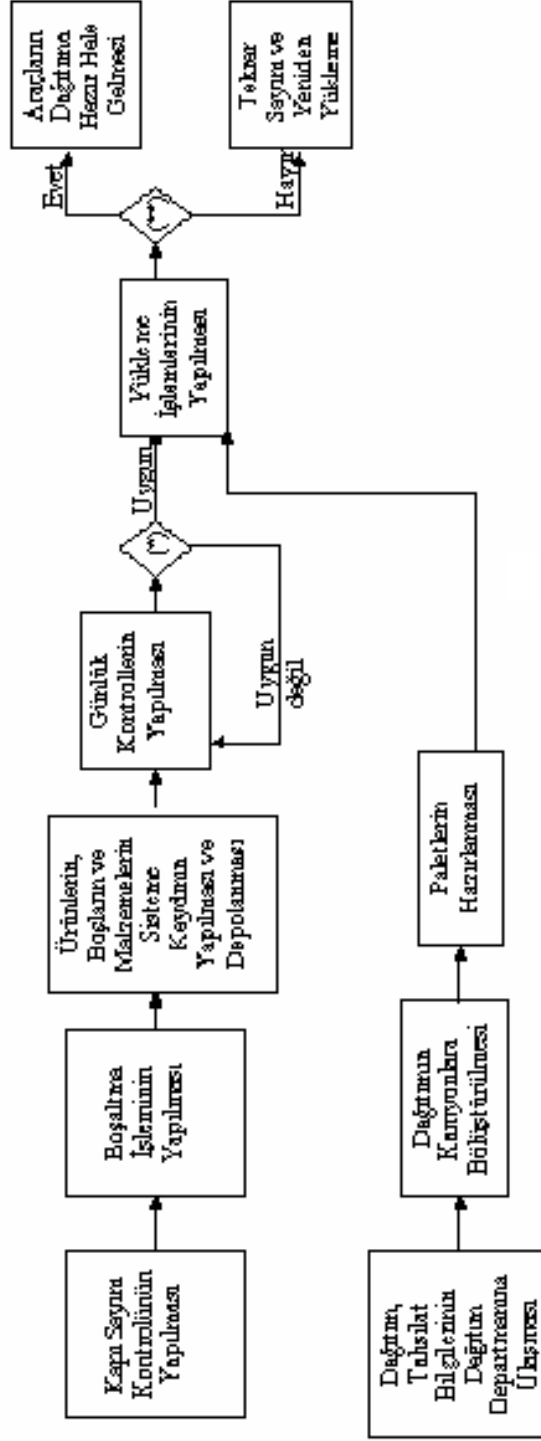
### Ek 1. Talep karşılama süreci



(\*)Malzeme uygunluğu kontrolü

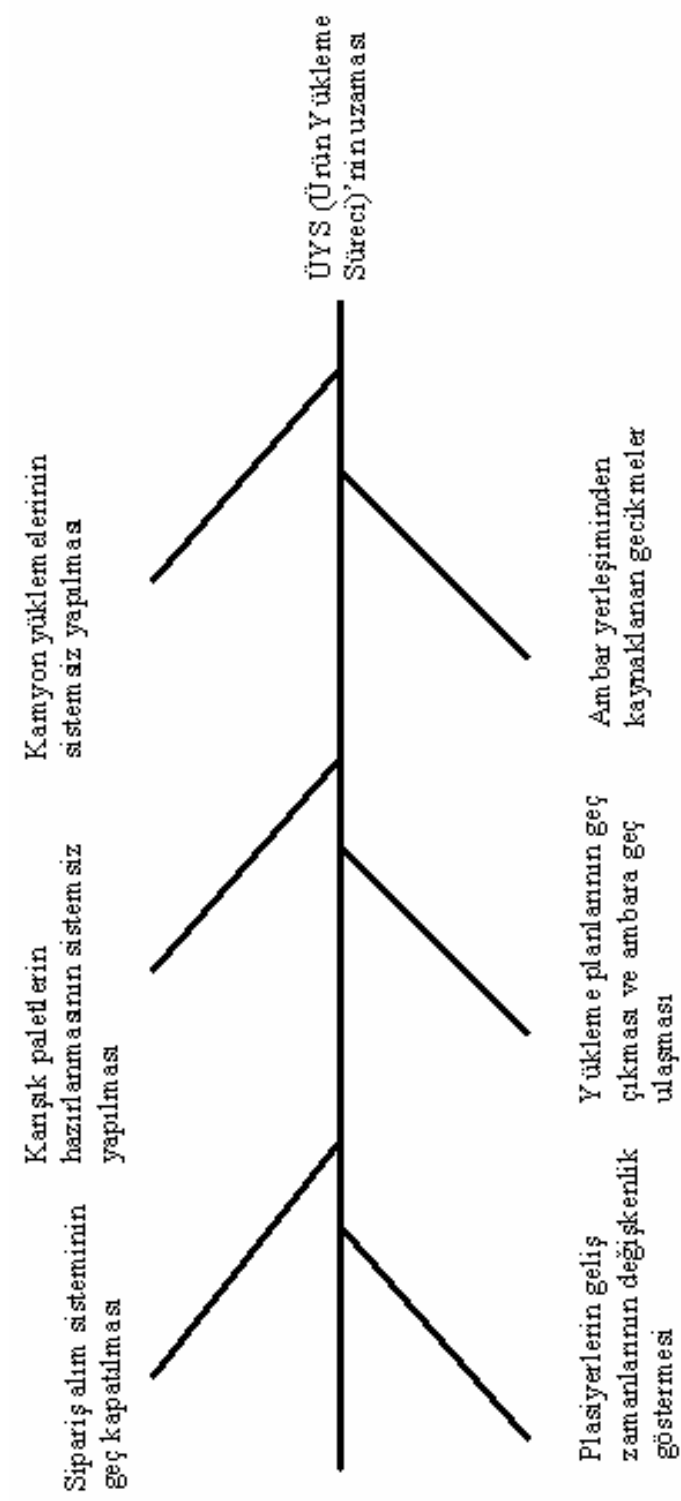
(\*\*) Sayımda sorun var mı?

Ek 2. Ürün yükleme süreci



(\*) Malzeme uygunluğu kontrolü  
 (\*\*) Sayıda sorun var mı?

Ek 3. ÜYS'nin uzamasına etki eden faktörler



**Ek 4.** Karışık palet oluşturma modeli parametreleri ve değişkenleri

$i, j$ indisleri	Ürün grupları
$I$	Ürün grupları kümesi
$N$	Kamyonun paletleri
$n$	$N$ kümesinin elamanları
$y_{in}$	Karar değişkeni, $i$ ürün grubunun $n$ 'inci palette kaç sıra olduğu; $y_{in} \in Z$
$x_{ijn}$	Karar değişkeni { 1, eğer $i$ 'inci. ürün grubu ve $j$ 'inci ürün grubu $n$ 'inci palette birlikte yer alıyorsa 0, aksi takdirde
$dis_{ij}$	$i$ ve $j$ ürün gruplarının ambardaki öbeklerinin merkezleri arasındaki doğrusal uzaklığı
$He_n$	Kamyonların palet yükseklikleri
$h_i$	$i$ 'inci ürün grubunun yüksekliği
$d_i$	ürün gruplarına göre sınıflandırılmış ve birim olarak sıra sayısını kullanan talep bilgisi

Ek 5. Java modelinin sonuçları ile mevcut sistemin karşılaştırması

KAMYON NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
En İyi Model Sonuçları	14	13	118	18	66	156	18	45	12	100	157	10	93	8	124	22	17	10	17	10
Mevcut Sistemin En İyi Sonuçları	17	28	105	24	124	66	13	98	12	186	95	13	144	10	162	13	15	14	17	11
En İyi Sonuçlar Arasındaki Fark	-3	-15	13	-6	-58	90	5	-53	0	-86	62	-3	-51	-2	-38	9	2	-4	0	-1
Modelin Geliştirme Yüzdesi	0,21	1,15	-0,11	0,33	0,88	-0,58	-0,28	1,18	0	0,86	-0,39	0,30	0,55	0,25	0,31	-0,41	-0,12	0,40	0	0,10
KAMYON NO	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
En İyi Model Sonuçları	6	15	125	13	79	89	12	107	13	44	57	65	76	13	12	61	10	48	62	45
Mevcut Sistemin En İyi Sonuçları	12	14	206	13	139	164	12	218	13	116	160	229	102	24	12	209	18	186	167	129
En İyi Sonuçlar Arasındaki Fark	-6	1	-81	0	-80	-75	0	-111	0	-72	-103	-164	-26	-11	0	-148	-8	-138	-105	-84
Modelin Geliştirme Yüzdesi	1,00	-0,07	0,65	0,00	1,01	0,84	0,00	1,04	0	1,64	1,81	2,52	0,34	0,85	0,00	2,43	0,80	2,88	1,69	1,87
KAMYON NO	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>
En İyi Model Sonuçları	14	148	83	8	38	88	36	66	16	23	53	88	16	7	61	71	134	60	9	97
Mevcut Sistemin En İyi Sonuçları	18	232	179	22	124	126	115	94	16	22	188	100	8	12	192	194	152	134	14	177
En İyi Sonuçlar Arasındaki Fark	-4	-84	-96	-14	-86	-38	-79	-28	0	1	-135	-12	8	-5	-131	-123	-18	-74	-5	-80
Modelin Geliştirme Yüzdesi	0,29	0,57	1,16	1,75	2,26	0,43	2,19	0,42	0	-0,04	2,55	0,14	-0,50	0,71	2,15	1,73	0,13	1,23	0,56	0,83
ORTALAMA GELİŞTİRME YÜZDESİ 77%																				

# **Damacana Su Pazar Analizi ve Dağıtım Ağı Tasarımı**

## **Coca-Cola İçecek A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Ayşe Çelik  
Ceylan Karakan  
Dinçer Konur  
Ezgi Erdoğan  
Serkan Koçak  
Sezgin Ayabakan

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanları**

Çetin Özataç, Doğu Bölgesi Genel Satış Müdürü  
Tamer Uysal, Doğu Bölgesi HOD Alan Satış Müdürü  
Tansel Taysı, Doğu Bölgesi Kalite Sistem Sorumlusu

### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Hande Yaman,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Damacana su pazarı Türkiye’de hızlı bir büyüme potansiyeline sahiptir. Coca-Cola İçecek A.Ş bu pazarda söz sahibi olabilmek için Mahmudiye su tesislerini satın alarak doğal kaynak suyu üretimine başlamıştır. Coca-Cola İçecek A.Ş, bu projeye Ankara’da Damla markası adı altında bayilikler kuracak ve damacana su satışına başlayacaktır. Bu hedefler doğrultusunda, proje kapsamında; Ankara’daki damacana su satış potansiyeli saptanmış, ardından açılacak olan bayilerin yerleri, kapasiteleri, eleman ve araç ihtiyaçları belirlenerek, yeni bir dağıtım sistemi kurulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Pazar analizi, dağıtım ağı tasarımı, bayi yerleşimi.



## **1. İşletme Tanıtımı**

Coca-Cola İçecek A.Ş. (CCİ), Güney Avrasya ve Ortadoğu'da gazlı ve gazsız alkolsüz içeceklerin şişeleme ve dağıtım faaliyetlerini yürüten halka açık bir şirkettir. CCİ'nin Türkiye'de satış ve dağıtımını yaptığı markalar arasında Coca-Cola, Fanta, Sprite, Sen Sun, Schweppes, Cappy, Turkuaz, Doğazen, Nestea, Nescafe Xpress, Powerade ve Burn yer almaktadır.

2005 yılında Türkiye satış hacmi açısından Avrupa'da en büyük 4. pazar konumuna gelmiş, dünya çapında ise 13. sırada yer almıştır. Toplamda 13 fabrikaya sahip olan CCİ, Türkiye'de 6 fabrikasıyla yılda 529 milyon kasa üretim yapmaktadır.

## **2. Projenin Tanımı**

CCİ Mamudiye su tesislerini satın alarak Damla markasıyla doğal kaynak suyu üretimine başlamıştır. CCİ bu projeyle Ankara'da damacana su satışı yapacak bayiler açacaktır. Bu bayiler CCİ'nin mevcut sisteminden bağımsız bir dağıtım ağı içerisinde faaliyet gösterecektir. Türkiye'de damacana satış fiyatının büyük bir kısmını ulaşım maliyetleri oluşturmaktadır. Projenin amacı ulaşım maliyetlerini en küçültecek ve tüketici isteklerine cevap verecek bir dağıtım ağının tasarlanmasıdır.

Projenin hedefleri; Ankara'daki damacana taleplerinin tahmin edilmesi, tüketici alışkanlıklarının incelenmesi, rakip markaların analizi, bayilerin yerlerinin, kapasitelerinin, eleman ve araç ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Bu doğrultuda öncelikle pazar analizi yapılmasına karar verilmiştir. Pazar analizinden elde edilecek talep tahminleri ve tüketici istekleri, dağıtım ağının oluşturulması için geliştirilecek olan matematiksel modelde temel girdi olarak alınacaktır. Matematiksel modelleme konusunda CCİ'nin üstünde durulmasını istediği kısıtlar: bayilerin belli bir oranda kar sağlaması ve tüketicilere istenilen süre içinde servis verilmesidir.

## **3. Analiz**

### **3.1. Türkiye'deki damacana su sektörü**

Damacana su sektöründe; ürün bayiler aracılığıyla satılmaktadır ve bayiler damacaneleri tüketici adreslerine ulaştırmakla yükümlüdürler. Suyun çıkarıldığı noktadan damacanelerle bayilere, bayilerden tüketicilere ulaştırılması, sektörde maliyetleri etkileyen en önemli faktördür. Tüketiciler için fiyat, her zaman çok önemli gözükmesine de talebi etkileyen önemli bir etkidir. CCİ'nin de bu maliyetleri azaltmak için iyi bir dağıtım ağı kurması gerekmektedir.

Bunun yanı sıra, damacana su sektöründe büyük bir rekabet yaşanmaktadır. Paketlenmiş su sektöründeki büyümeyi damacana su satışına başlayan büyük firmalar daha da tetiklemiştir. Su sektöründeki

bu büyümede Coca-Cola Turkuaz, Pepsi Aquafina ve Koc Holding Tat Su ile yerlerini almışlardır (Tosun, 2005).

Euromonitor International (2005) paketlenmiş su satış hacminin %61 büyüyerek 2009 yılında 7 milyon lt'ye çıkacağını tahmin etmektedir. Paketlenmiş su sektöründe ürün satış hacminde büyük bir yüzdeyi damacana su oluşturduğundan, ileride büyük firmaların daha çok rekabete gireceğini öngörmüştür.

### **3.2. Problem**

Projede iki temel problem ele alınmıştır: (i) Ankara'da belirlenen bölgelerin damacana su kullanım oranlarının saptanıp, Damla talebinin tahmin edilmesi ve (ii) Talep tahminleri göz önünde bulundurularak bayi yerlerinin belirlenmesidir.

#### **3.2.1. Ankara'da belirlenen bölgelerde muhtemel damla talebinin belirlenmesi**

Proje başladığında, firmanın elinde Ankara'daki damacana su pazarı hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktaydı. Örneğin, (i) hangi marka ne kadarlık pazar payına sahip? (ii) pazarın güçlü ve zayıf noktaları nelerdir? (iii) bayilerin dağıtım sistemleri nasıl kurulmalıdır? (iv) potansiyel Damla talebi ne kadar olacaktır? gibi sorulara cevap aranmaktaydı. Bu verilere ulaşılması için pazar analizi yapılmasına karar verilmiştir.

#### **3.2.2. Bayi yerlerinin belirlenmesi**

Pazar analizinden elde edilecek, ürünün bayiden tüketiciye ulaştırılma süresi (bayi servis süresi), bayi çalışma koşulları gibi genel dağıtım sistemi bilgileri matematiksel modelleme çalışmalarında girdi olarak kullanılacaktır. Matematiksel modelleme çalışmalarında ise ulaşım masraflarının enküçültülmesi amaçlanmıştır. Matematiksel modelden elde edilecek sonuçlar; bayilerin yerleri, servis alanları, elaman ve araç sayıları olacaktır.

## **4. Önerilen Yöntem**

### **4.1. Genel yaklaşım**

Daha önce de belirtildiği gibi iki ana problemin çözümüyle uğraşılmaktadır. İlk problem kapsamında talep tahminleri yapıldıktan sonra, ikinci problem için yapılan matematiksel modelleme çalışmalarında bu tahminler baz alınmıştır. Talep tahmini yapabilmek için ilk olarak detaylı bir pazar analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, rakip marka ve tüketici alışkanlıkları analiz edilmiş ve pazarın riskleri tanımlanmıştır. İkinci problem için harita çalışmaları, maliyet hesapları yapılmış ve taslak model geliştirilmiştir. Daha sonra taslak model üzerinde farklı amaçlara yönelik değişiklikler yapılmıştır.

### **4.2. Pazar analizi**

Model çalışmalarına girdi olacak bölgesel talep tahminlerinin yapılması için öncelikle pazar hakkında çeşitli bilgilere ihtiyaç

duyulmaktaydı. Bu amaçla Ankara'da belirlenen 26 bölgede anketler uygulanmış, sonuçları analiz edilmiş ve pazarla ilgili açıklayıcı bilgilere ulaşılmıştır.

#### **4.2.1. Anketlerin hazırlanması**

Anketlerin doğru hazırlanması projenin sonuçları açısından büyük önem teşkil etmekteydi. Projenin ilk basamaklarında elde edilen hatalı veri, proje sonuçlarını doğrudan etkileyecekti. Ayrıca anket sonuçlarının modelleme çalışmalarında girdi olarak kullanılacak bilgileri vermesi gerekmekteydi. Bu noktada modelleme çalışmalarında kullanılacak bilgiler belirlenerek anket soruları hazırlanmıştır. Hazırlama aşamasında öncelikle yazın taraması yapılarak doğru anket hazırlama teknikleri incelenmiştir. Sonuç olarak varolan rakip firmaların bayilerinde uygulanmak üzere *bayi anketleri* ve Ankara çapında tüketicilere uygulanmak üzere *tüketici anketleri* hazırlanmıştır. Hazırlanan anketler pilot bölgelerde uygulanmış ve üzerinde değişiklikler yapılarak anketler son halini almıştır.

#### **4.2.2. Örneklem büyüklüğünün tespiti**

Yapılması planlanan tüketici anketlerinin kaç kişiye uygulanması gerektiği örneklem büyüklüğünün tespiti ile belirlenmiştir. Tüketici anketleri kapsamında, talep tahminlerinin, müşteri alışkanlıklarının ve damacana su pazarı hakkındaki bilgilerin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için bölgesel nüfusu yansıtacak bölgesel örneklem büyüklüklerinin tespiti büyük önem taşımaktadır. Bölgesel örneklem büyüklüklerinin tespitinde kullanılan temel kriterler güven seviyesi, kabul edilebilir hata payı ve bölge nüfus değerleridir. Sonuç olarak CCI'nin belirlediği 26 bölgede 3100 anketin yapılmasına karar verilmiş ve bu sayı her bölge için %95 güven aralığını sağlamıştır.

Bunun yanı sıra, bayi anketleri için ulaşılabilen rakip bayilere bizzat gidilip anket uygulanmasına karar verilmiş ve 238 rakip bayi belirlenmiştir.

#### **4.2.3. Anketlerin uygulanması ve yorumlanması**

Hazırlanan tüketici ve bayi anketleri belirlenen büyüklüklerde CCI'nin anketörleri tarafından bir ay içerisinde uygulanmıştır. Tüketici anketi rastgele seçilen ev ve ofislere bizzat gidilerek yapılmıştır. Bayi anketi ise rakip firmaların ulaşılabilen bayilerine yapılmıştır.

Bayi anketi üç farklı kategoride incelenmiştir: genel pazar analizi, bölgesel analiz, ve rakip analizi. Genel pazar analizi için Ankara'nın 28 farklı bölgesinde 34 farklı markanın toplam satış miktarlarına ulaşılmıştır. Aynı zamanda her rakip markanın pazar payları, bölgesel satışları, sipariş alma yöntemleri, ana depodan damacana tedarik yolları, bayilerin markalarla yaptıkları sözleşme çeşitleri, uygulanan promosyon çeşitleri, toplu alımlardaki indirim koşulları, damacana alış ve satış fiyatları, bayi servis süreleri, satış aralıklarına göre değişen araç ve

çalışan sayıları, taleplerdeki sezona bağlı değişiklikler ve Pazar günleri çalışıp çalışmadıkları incelenmiştir. Ankette bulunan “Damla bayisi olmayı düşünür müsünüz?” sorusuna verilen olumlu cevaplar incelenmiş ve potansiyel bayiler belirlenmiştir. Bu bilgiler modelleme çalışmalarının analiz kısmında kullanılmıştır. Bölgesel analiz bölümünde ise her soru her bölge için ayrı ayrı yorumlanmıştır. Böylece markaların fiyatları, indirim koşulları, sezona bağlı talep değişiklikleri ve yaptıkları promosyonların bölgesel olarak değişip değişmediği incelenmiştir. Rakip analizi bölümünde genel pazar analizi sonuçlarına göre en yüksek pazar payına sahip dokuz rakip marka incelenmiştir.

Tüketici anketi sonuçları üç farklı kategoride incelenmiştir: genel pazar analizi, bölgesel analiz ve rakip firma analizi. Genel analiz kapsamında, Ankara’da genel damacana kullanım oranı, rakiplerin pazar payları, damacana kullanmayan tüketicilerin kullanmama nedenleri, damacana kullananların satın aldıkları markaya nasıl başladıkları, bayi servis süreleri incelenmiştir. Bölgesel analiz bölümünde, her bölgede hangi markanın daha çok pazar payına sahip olduğu, bölgelere göre tüketicilerin fiyata olan duyarlılıkları incelenmiş, tercihlerin bölgelere bağlı olarak değişip değişmediği sorgulanmıştır. Ayrıca bölgesel ve genel anlamda tüketicilerin Damla kullanma olasılıkları hesaplanarak muhtemel taleplerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

#### **4.2.4. Taleplerin belirlenmesi**

Bölgesel aylık olası damacana taleplerinin belirlenmesi dört adımda gerçekleştirilmiştir:

1. (Damacana Kullanan Sayısı) = (Damacana Kullanım Yüzdesi) X (Nüfus)
2. (Kişi başı aylık Damacana Kullanımı) = (Aylık Toplam Tüketim) / (Anketlerden Elde Edilem Damacana Kullanan Sayısı)
3. (Aylık Olası Damacana Talebi) = (Damacana Kullanan Sayısı) X (Kişi başı aylık Damacana Kullanımı)

Olası Damla talebini bulmak için öncelikle tüketici anketinde yer alan “Damla damacana suyu kullanır mısınız?” sorusuna “Kesinlikle evet” cevabı verenlerin %90’ı, “Evet” cevabı verenlerin %40’ı, ve “Belki” cevabı verenlerin %10’u alınarak Damla kullanım oranları belirlenmiştir (Jamieson, Linda, Bass, Frank, 1989).

4 (Olası Damla Talebi) = (Damla Kullanım Oranı) X (Aylık Olası Damacana Talebi)

Olası bölgesel Damla talepleri Ek 1’de gösterilmiştir. Damla talep tahmininde anket yapılanların pozitif cevap verme eğilimi (insan faktörü) olduğu gözönünde bulundurulursa, bu tahminlerin gerçek değerinden fazla olarak hesaplanmış olabileceği söylenebilir.

#### 4.2.5. Sonuçlar

- Bayilerin %75'i talebi yüksek firma yada hastane, okul gibi kurumlara szleŖmeyle alıŖmaktadır.
- Bayilerin %45'i damacana baŖına 1,5-2 YTL arasında kar sağlamaktadır. Daha sonraki alıŖmalarda bayilerin damacana baŖına 2 YTL kazanacağı kabul edilmiŖtir.
- Bayilerin %63' sipariŖleri 0-30 dk. arasında karŖılmaktadır. Projede de sipariŖlerin bu aralıkta tüketicie ulaŖtırılması amalanmıŖtır.
- Toplam 48 rakip firma bayisi Damla bayisi olmaya olumlu bakmaktadırlar. Bu bayilerin günlük toplam talepleri 7286 damacanadır.
- Her bölge için olası Damla talebine ulaŖılmıŖtır. Bu talepler EK-1'de görülebilir.
- Tüketicilerin fiyata duyarlı olmadığı ve tercihlerini fiyat doğrultusunda yapmadıkları grlmŖtir.
- Nestle ve Erikli'nin en çok beğenilen markalar olduğu saptanmıŖtır.
- Yapılan Ki-kare testi sonucunda tat, içerik ve marka güvenilirliğinin tüketicilerin marka tercihlerinde etkili oldukları tespit edilmiŖtir.
- Pazarın en zayıf noktasının promosyonlar olduğu belirlenmiŖtir. Çünkü, tüketicilerin kullandıkları markaların promosyon alıŖmalarına 5 üzerinden ortalama 1,78 puan verdikleri grlmŖtir.
- Talep tahminlerine göre, Damla'nın Ankara'da damacana pazarının %16'sına sahip olacağı öngörülmektedir.

#### 4.3. Modelleme

Bayi yerleŖimi konusunda yapılan yazın taraması sonucunda edinilen izlenimler, anketlerden elde edilen mŖteri memnuniyet kriterleri ve CCI'nin nerileri doğrultusunda taslak model geliŖtirilmiŖtir (Joaqun, Jordi, 2006) (Huff, 1966) (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2003) (Brimberg, ReVelle, 1998) (Hamacher, Nickel, 1998). Harita alıŖmaları ve maliyet hesaplamalarından elde edilen veriler ise modele girdi olarak alınmıŖtır.

##### 4.3.1. Harita alıŖmaları

Bayi yerleŖim modeli için bayi aılabilecek potansiyel yerler arasındaki muhtemel uzaklıkların bulunması gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak, anketlerin yapıldığı bölgeler göz önünde bulundurularak Ankara  ana bölgeye blnmŖtir. Bunlar: ankaya (Bölge 1), Yenimahalle-Keçiören (Bölge 2), Ortadoğu (Bölge 3). Ana bölgelerin birbirinden tamamen bağımsız olduğu, yani bir ana bölge bayisinin, bir

diğer ana bölge içindeki mevcut talebe servis veremeyeceği kabul edilmiştir. Üç ana bölge kendi içinde gruplara bölünmüştür. Gruplar, anket sonuçları doğrultusunda, anketin yapıldığı ve kendine özgü talep karakteristiği gösteren semtlerden oluşmaktadır. Bir sonraki aşamada ise gruplar, grubun talep karakteristiği ve belirlenen mahallelerin nüfus bilgilerine dayanılarak talep noktalarına bölünmüş ve bu noktalara günlük talep büyüklükleri atanmıştır. Ayrıca talep noktalarının birbirlerine olan uzaklıkları hesaplanmış, bir öklit katsayısıyla gerçek uzaklıklara yakınlaştırılmıştır.

#### **4.3.2. Maliyet hesaplamaları**

Hesaplamalarda bayi nakit akışı ve modelde kullanılacak parametre değerlerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bayiler için nakit akış analizi bir araç ve iki çalışan varsayımıyla yapılmıştır. Analiz sonucunda bayilerde birim başına düşen net kâr ve yıllık toplam figürler belirlenmiştir. Bayiler için dört ana maliyet kalemi bulunmaktadır. Bunlar, sermaye giderleri, amortisman, personel maliyeti ve genel giderlerdir. Sermaye giderleri sabit maliyet iken diğer üç maliyet değişkendir.

*Sermaye giderleri* olarak, araçların, depoların, ofis donanımlarının, ve bilgisayarların temin edilme maliyetleri ile iş yeri açmak için gerekli yasal işlemlerin maliyetleri alınmıştır. *Personel giderleri* kapsamında, bir personel için ortalama maaş, ulaşım ve yemek masrafları hesaplanmıştır. Personel maaşları asgari ücret olarak kabul edilip, sigorta ve istihdam vergisi eklenmiştir. *Genel giderler* kapsamında, hammadde, elektrik, su, reklam, taşıt vergisi, taşıt harcamaları, ısınma, depo kirası ve haberleşme maliyetleri göz önünde bulundurulmuştur. Damacana başına düşen brüt kâr 2 YTL (3 YTL alış – 5 YTL satış) olarak alınmıştır.

Modelde girdi olarak kullanılacak maliyetler, bir işçinin ortalama günlük maliyeti, bir aracın servis için harcadığı yakıtın dışındaki maliyeti, işçi ve araç sayısından bağımsız olan diğer sabit giderlerdir.

#### **4.3.3. Modelleme çalışmaları**

Üç ana bölgenin de kendine özgü özellikleri olduğundan tek bir modelin her bölge için en iyi sonucu vermeyeceği düşünülmüştür. Bu bağlamda alternatif sonuçlara ulaşmak amacıyla taslak modele farklı kısıtlar eklenerek veya modelin amaç fonksiyonu değiştirilerek, taslak model sekiz değişik biçimde geliştirilmiştir. Bu geliştirmeler Model 1, Model 2, Model 3, Model 4, Model 5, Model 6, Model 7 ve Model 8 olarak adlandırılmıştır. Modellerin amaç ve kısıtları Tablo 1’de görülebilir.

Tablo 1. Geliştirilen modeller

Model	Amaç Fonksiyonu	Kısıtlar
<b>Taslak Model</b>	<b>Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam uzaklığın enküçütülmesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bütün talep noktalarına servis verilmesi</li> <li>• Bayinin servis vereceği talep noktalarına olan uzaklığı için eşik değeri</li> </ul>
Model 1	Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam uzaklığın enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> </ul>
Model 2	Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam uzaklığın enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> </ul>
Model 3	Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam uzaklığın enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> <li>+ Tavan satış miktarı</li> </ul>
Model 4	Talebin yoğun olduğu yerlere bayi açılması sağlayarak, tüketiciye ulaşım süresinin azaltılması ve toplam yolun enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> </ul>
Model 5	Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam ulaşım masrafının enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> </ul>
Model 6	Bayiler ile bayilerin kapsadığı talep noktaları arasındaki toplam uzaklığın enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> <li>+ Tavan satış miktarı</li> </ul>
Model 7	Talebin yoğun olduğu yerlere bayi açılması sağlayarak, tüketiciye ulaşım süresinin azaltılması ve toplam yolun enküçütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> <li>+ Taban satış miktarı</li> <li>+ Tavan satış miktarı</li> </ul>
Model 8	Talebin yoğun olduğu yerlere bayi açılması sağlayarak, her bir bayinin günlük toplam karının bayiler arası satış dengesi kurularak enbüyütülmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taslak modelin kısıtları</li> <li>+ Toplam bayi sayısı üst limiti</li> </ul>

Geliştirilen modeller Xpress yazılımı kullanılarak kodlanmış ve üç ana bölge için ayrı ayrı koşturulmuştur. Sonuç olarak her modelin her bölge için vermiş olduğu en iyi bayi yeri, bayi günlük talep tahminleri, bayilerin servis vereceği talep noktaları, araç ve çalışan sayıları, günlük gelir-gider-kâr tahminleri elde edilmiştir.

#### **4.3.4. Analiz ve sonuçlar**

Modellerin koşturulmasıyla elde edilen sonuçlar her ana bölge için analiz edilmiştir. Sonuçların karşılaştırılmasında temel aldığımız ölçütler, bayilere olan uzaklıklar, bayilerin günlük kârları, bayilerin ulaşım giderleri ve bayilerin toplam taleplerinin stantart sapması gibi değerlerdir. Ayrıca, her çözüm harita üzerinde incelenmiş, bayi servis alanlarının coğrafi olarak uygulanabilirliğine ve bayilerin servis yollarında kesişme olup olmadığına dikkat edilmiştir. Sonuç olarak, her bölge için öneri(ler) sunulmuştur.

Bölge 1 için bulunan çözümler arasında, Model 8'in en iyi çözümü verdiği kabul edilmiştir. Modelin sonucunda toplam bayi sayısı 9 olarak bulunmuştur. Açılması önerilen bu bayilerin yerleşimleri ve servis alanları Ek 2'de görülebilir.

Bölge 2 için bulunan çözümler arasında Model 7'nin en iyi çözümü verdiği kabul edilmiştir. Modelin sonucunda toplam bayi sayısı 4 olarak bulunmuştur. Bölge 2 için Model 7'nin çözümü Ek 3'de gösterilmiştir.

Bölge 3 için en uygun öneriyi Model 2 vermiştir ve 2 bayi açılmasına karar verilmiştir. Bunun çözümü ise Ek 4'de görülebilir.

### **5. Uygulama**

Anketlerden Erikli'nin pazarda açık ara lider olduğu görülmüştür. Bu liderlik incelendiğinde marka bilinirliğinin önemi açığa çıkmıştır. Bu bağlamda CCI'nin pazarlamaya önem vermesi gerekmektedir.

Önerilen bayi yerleşim planı, anketlerle elde edilen talep tahminini baz almaktadır. Bölgeler için belirlenen bayi yerleşim planı CCI tarafından uygulanmıştır. Bölgelerde açılan bayilerin yerleri, günlük talep tahminleri, araç ve çalışan sayıları ve günlük kârları Ek 5'de görülebilir.

Bayi açılacak yerlerin belirlenmesinden sonra, CCI bayi açılması için gerekli olan çalışmalara başlamıştır. Belirlenen yerleşim yerleri içerisinde bayilerle anlaşmalar yapılmaya başlanmıştır. Bayilerle anlaşılması gereken öncelikli konulardan biri, CCI tarafından belirlenen kalite seviyesine bayiler tarafından ulaşılmasıdır. Bu anlaşmalarda, bayilerin belirli bir altyapıya sahip olmaları ve gerekli kaynakları(aracı, çalışan) tahsis edebilmeleri amaçlanmıştır. CCI tarafından uygulamaya konulacak Çağrı Merkezi de önemli konulardan biridir. Bu uygulama ile belirlenen bayi servis alanlarının korunması amaçlanmıştır. Uygulanacak Çağrı Merkezi sistemi, belirli bir bölgeden gelen siparişi o



bölgedeki bayiye yönlendirecektir. Böylelikle hem gelen siparişe en kısa yoldan ulaşılması, hem de bayinin gerekli satışı yapabilmesi sağlanacaktır.

Anket sonuçlarına göre servis kalitesinin tüketici tercihlerinde etkili olduğu görüldüğünden CCI'nin bu konulara önem vermesi gerekmektedir. Bu nedenle, bayilerin belirli bir servis kalitesine ulaşması için, bayi eğitimleri düzenlenecektir. Bu eğitimlerde, evlere verilen servisin nasıl olması gerektiği, servis elemanlarının tutumu ve kılık kıyafetleri gibi konularda bilgi verilecektir.

## **6. Genel Değerlendirme**

Ankara çapında 3 bölgede toplam 15 Damla bayisinin açılmasına karar verilmiş ve bu bayilerin yerleri, servis alanları, eleman ve araç ihtiyaçları belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, tüketici ve bayi anketlerinin değerlendirilmesiyle, damacana pazarı, rakip bayi bilgileri ve tüketici alışkanlıkları konusunda stratejik bilgilere ulaşılmıştır.

### **6.1. Projenin firmaya getireceği katkılar**

Açılması önerilen bayiler tüm talep noktalarına servis verdiği, her talep noktasına 30 dakika içerisinde ulaşım sağlayabildiği için CCI sabit durumdaki öngörülen %16'lık pazar payına kısa bir sürede ulaşabilecektir.

Yapılan anketler sonucu elde edilen bilgiler, pazara yeni giren bir marka için doğru kararlar alma aşamasında büyük önem teşkil edecektir. Tüketici istekleri konusunda elde edilen bilgiler, pazarlama stratejileri konusunda CCI'ye avantaj sağlayacaktır.

Açılmakta olan bayilerle birlikte, CCI için yeni bir gelir kaynağı oluşturulmuştur. Büyümekte olan damacana su pazarı dikkate alınacak olursa, Damla geleceği parlak bir yatırım olarak görülmektedir.

Bu proje kapsamında sekiz değişik model geliştirilmiştir. Modeller amaç fonksiyonu ve kısıtlar açısından farklılık göstermektedir. Coğrafi nedenlerle bölgelerde uygulanması gereken stratejiler birbirinden farklı olabilir ve bunun için de oluşturulan modellerin çözümlerinden her bölge için en uygun olanı seçilmiştir. Bu sayede her ana bölge için en iyi bayi yerleşimi yapılmıştır.

Proje, geliştirilen modeller ve uygulanan endüstri mühendisliği teknikleri ile CCI'da dikkat çeken bir proje olmuş, damacana bayisi açılacak diğer iller için de örnek bir proje olmuştur.

### **6.2 İleriye dönük geliştirme/güncelleme olanakları**

Dağıtım ağının oluşturulması için geliştirilen modellerin esnek bir yapıda kodlanması, ileride doğabilecek değişiklikler için yeni analizlerin yapılmasını kolaylaştırmıştır.

Ankara'da CCI'nin isteği doğrultusunda üç bölgede bayilerin açılması için çalışmalar yapılmıştır. Pazara girişin ardından beklenen Damla markası bilinirliği artışı ile Ankara'nın diğer bölgelerinden de

taleplerin gelmesi beklenmektedir. Bunun için yeni bölgelerde de talep tahminleri yapılabilir ve modeller çözülerek açılacak bayi bilgilerine kısa sürede ulaşılabilir.

Aynı zamanda bu proje CCI'nin farklı alandaki pazar açılımlarında farklı türdeki ürünleri için de uygulanabilir ve gerekli çözümler elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

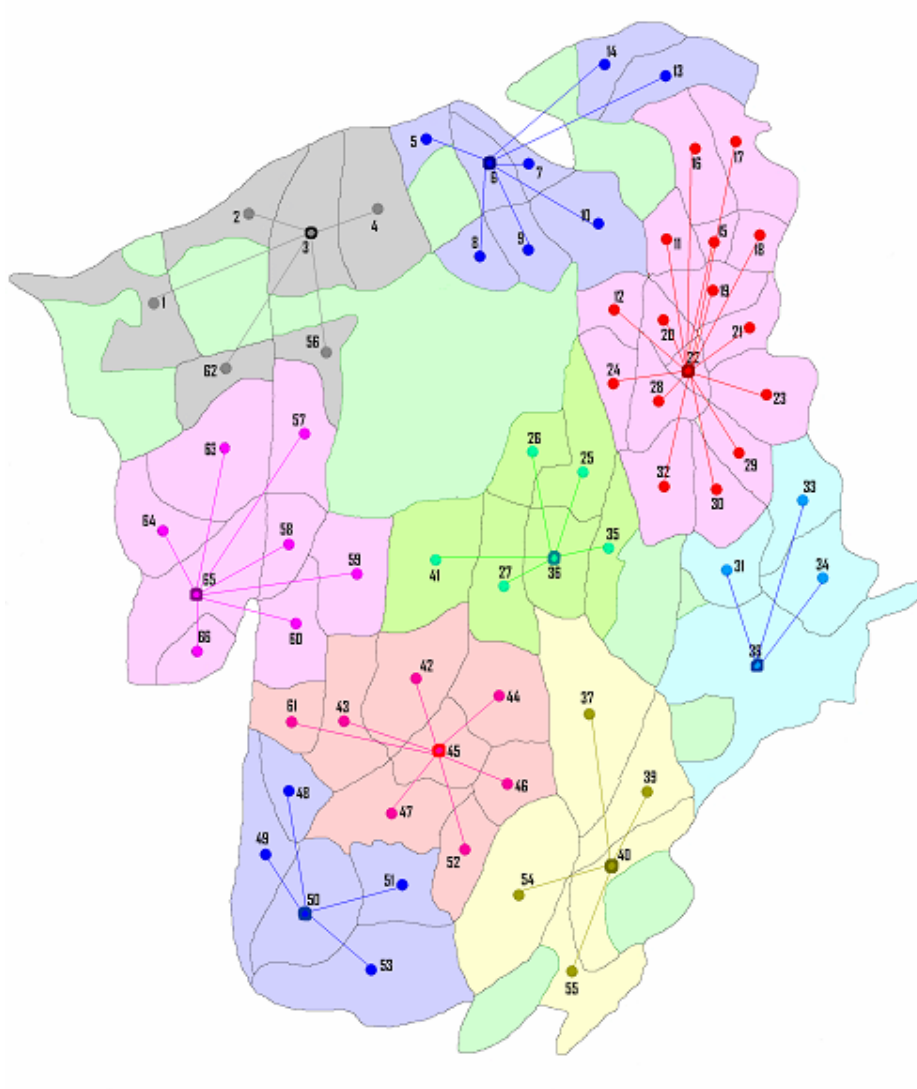
- Brimberg J. ve ReVelle C. (1998), "A bi-objective plant location problem: cost vs. demand served", *Location Science*, 6, 121-135.
- Euromonitor International (2005), *Soft Drinks in Turkey*.
- Ghiani G., Laporte G. ve Musmanno R. (2003), "Introduction to Logistics Systems Planning and Control", John Wiley and Sons Ltd.
- Hamacher H. W. ve Nickel S. (1998), "Classification of location models", *Location Science*, 6, 229-242.
- Huff D. L. (1966), "A programmed solution for approximating an optimum retail location", *Land Economics*, 42, 293.
- Jamieson, Linda F., Bass ve Frank M. (Aug 1989), " Adjusting Stated International Measures To Predict Trial Purchase Of New Products", *Journal of Marketing Research*, 26, 3; *ABI/INFORM Global*, 336.
- Joaquín B. ve Jordi P. (2006), "Modeling the problem of locating collection areas for urban waste management: An application to the metropolitan area of Barcelona", *Omega*, 34, 617-629.
- Tosun M. (2005), "İçme ve Maden Suyu Sektör Araştırması", Türkiye Kalkınma Bankası AŞ.

## EKLER

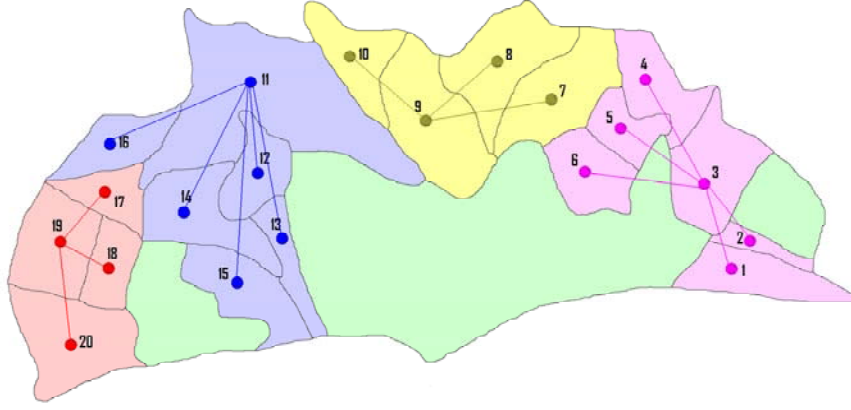
### Ek 1. Olası bölgesel Damla talebinin belirlenmesi

Bölge	Günlük Olası Damlacana Talebi	"Kesinlikle Evet" Oranı	"Evet" Oranı	"Belki" Oranı	Bölgesel Damla Kullanım Oranı	Günlük Olası Damla Talebi
ULUS	103	0,01	0,05	0,03	0,09	9
GAZIOSMANPAŞA	175	0,02	0,14	0,04	0,10	33
KIRKKONAKLAR	248	0,00	0,12	0,04	0,16	40
CEBECI	336	0,02	0,07	0,03	0,12	40
KIZILAY	248	0,05	0,11	0,03	0,18	45
ANITTEPE	304	0,01	0,10	0,04	0,15	46
AYDINUKEMER	446	0,03	0,05	0,04	0,12	54
ETLİK	471	0,01	0,05	0,06	0,12	56
KAVAKLIDERE	347	0,01	0,12	0,04	0,17	59
SUBAYEVLERİ	483	0,02	0,08	0,03	0,14	68
SEYRANBAĞLARI	406	0,01	0,18	0,04	0,23	93
AYRANCI	1151	0,00	0,06	0,03	0,09	104
MALTEPE	541	0,06	0,10	0,04	0,20	108
ÇAYYOLU	483	0,00	0,12	0,03	0,24	116
KUÇUKESAT	665	0,04	0,10	0,04	0,18	120
BALGAT	821	0,02	0,08	0,04	0,15	123
ORTADOĞU	1141	0,01	0,08	0,02	0,11	125
SOGUTOZU	573	0,01	0,17	0,03	0,22	126
BAHÇELİEVLER	906	0,00	0,13	0,04	0,17	154
BMEK	901	0,02	0,13	0,04	0,18	162
ORAN	1235	0,01	0,10	0,04	0,15	185
KEÇİÖREN	1197	0,03	0,08	0,06	0,17	203
YUZUNCUYIL	1244	0,02	0,19	0,03	0,23	286
ÇANKAYA	3355	0,01	0,09	0,04	0,13	436
DİĞMEN	2580	0,00	0,18	0,04	0,22	570
YENİMAHALLE	3055	0,03	0,13	0,04	0,20	611

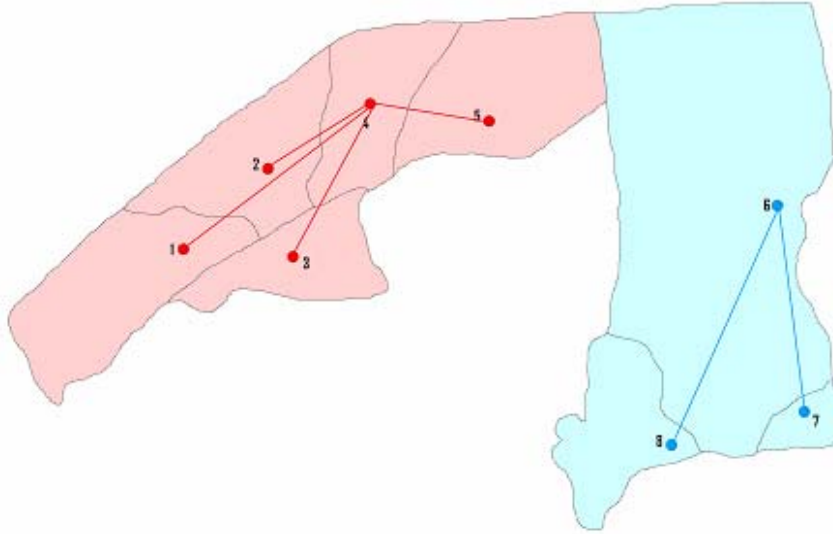
Ek 2. Bölge 1 – Çankaya, önerilen çözüm



Ek 3. Bölge 2 – Yenimahalle-Keçiören, önerilen çözüm



Ek 4. Bölge 3 – Ortadoğu, önerilen çözüm



**Ek 5. Önerilen sonuçlar**

<b>Ana Bölge</b>	<b>Bayi Yeri</b>	<b>Günlük Olası Talep</b>	<b>Araç Sayısı</b>	<b>Çalışan Sayısı</b>	<b>Günlük Kâr (YTL)</b>
1	Anittepe	217	2	3	237
1	Aziziye	299	3	4	321
1	Doğuş	347	4	5	310
1	Emek	450	5	6	504
1	Birlik	195	2	3	213
1	Sancak	308	3	4	325
1	Keklik Pınarı	271	3	4	274
1	Osman Temiz	304	3	4	333
1	100.Yıl	348	4	5	338
2	Ayvalı	215	2	3	223
2	Aşağı Eğlence	180	2	3	161
2	Subayevleri	201	2	3	202
2	Demet	245	3	4	264
3	Ümitköy	266	3	4	177
3	Bilkent Center	126	2	3	65

# **Kutu SipariŖi ve Stok Yönetimi için Karar Destek Sistemi Tasarımı**

## **EczacıbaŖı Vitra A.Ŗ.**

### **Proje Ekibi**

Zeynep Dülger  
Murat Erdem  
Aytekin Ertan  
Selcan Kara  
Ahmet Konukoğlu  
Mertcan Zeytinoğlu

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Ŗirket DanıŖmanı**

Ali Salman, EczacıbaŖı Vitra,  
Üretim Planlama Ŗefi

### **Akademik DanıŖman**

Doç. Dr. Osman Oğuz,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

EczacıbaŖı Vitra’da ürün sevkıyatlarında kullanılan ambalaj malzemeleri sipariŖlerinin yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu projede fabrikanın kutu tedarikini en uygun yolla sağlayabilmesi için bir yöntem geliştirilmesinin ardından, bu yöntemler gerçek veri havuzundan alınan bilgilerle uygulanmış, olumlu sonuç alınmıştır. Bu yöntemlerin vazgeçilmez parçası olan “kutu sipariŖi ve stoku yönetimini sağlayan karar destek sistemi”, MS Access’te tutulmaya başlanan kutu bilgilerinin Java programlama dili tarafından çekilip çözümlenerek çizgesel kullanıcı arabirimi (GUI) ile kullanıcıya yansıtılmasıyla son haline kavuşmuştur. Geliştirilen bu yöntemler ile Vitra’da ürün ambalajlarının toplam maliyetlerinde yakalanan 8% dolaylarındaki azalmanın yanı sıra firmanın yakındığı ürün teslimatı sorunları ve ek personel kullanımını da aşmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** İhtiyaç tespiti, sipariŖ yönetimi, Wagner-Whitin Modeli, karar destek sistemi.



## 1. İşletme Tanıtımı

Türkiye'nin önde gelen holdinglerinden Eczacıbaşı'nın 1958'de seramik sektörüne girmesiyle temelleri atılan Vitra markası, bu adımı 1966 yılında almıştır.

Banyo mobilyaları ve armatürlerinden, seramik sağlık gereçlerine kadar oldukça geniş bir ürün yelpazesine sahip olan şirketin Kartal ve Bozüyük'te iki üretim tesisi vardır. Anılacak projenin gerçekleşmiş olduğu, 1977'de kurulan Bozüyük fabrikası 193119 m<sup>2</sup> toplam alanının yanında 4,6 milyonluk üretim kapasitesiyle dünyanın tek çatı altında toplanan en büyük sağlık gereci üretim tesisidir.

Eczacıbaşı Vitra, sektöründe Türkiye'de açık ara lider ve dünya ölçeğinde de ilk beş sırada yer almaktadır. Kuruluş aynı zamanda ülkenin önemli ihracatçılarından biridir. Öyle ki; beş kıtada 75'ten fazla ülkeye, üretiminin %80'ini ihraç eden Vitra ayrıca Almanya ve İrlanda içinde de üretim tesisleri açmıştır. 80'lerin başında yurtdışına ürün satışına başlayan firmanın başlıca müşterileri, Almanya, Rusya, İskandinav ve Orta Avrupa ülkeleri iken toplam çalışan sayısı 4400 dolaylarındadır.

## 2. Projenin Tanımı ve Analiz

### 2.1. Şikâyetler, gözlemler ve firma beklentileri

Kutu Siparişi ve Stoku Yönetimi için Karar Destek Sistemi Tasarımı adlı proje Eczacıbaşı Vitra Bozüyük Tesisleri'nde yapılmaktadır. Vitra'nın müşteri memnuniyetini ön planda tutması probleme ve projeye giden yolda önemli bir çıkış noktasıdır. Bu bağlamda, müşterilerin istekleri doğrultusunda bir ürün bile çeşitli değişikliklere uğramakta ve nihayetinde birçok farklı alt ürün meydana gelmektedir. Projenin ana elemanı olan karton kutular da gerek bu ürün çeşitlenmesinin gerekse de müşterilerin değişik türde kutu istemelerinin sonucunda (aynı ürünü farklı müşteriler farklı özellikteki kutularda isteyebilmektedir) çeşitlilik kazanmakta ve ürün ambalajları firma için basit bir yan madde tedarikinden ileriye gitmektedir. Öyle ki; Vitra Bozüyük'ün toplam kutu maliyetleri yıllık 5 milyon \$ civarında hesaplanmıştır. Bu maliyetin bir kısmının kaçınılmazlığı kesin olmakla birlikte, kalan bölümünün kutu tedarikinde yapılan hataların doğurduğu sonuçlardan ileri geldiği de kuşkusuz doğrudur. Bu noktada firmanın proje ekibinden beklentisinin, kutu tedarikini düzenleyen bir sistemin olmamasından ileri gelen ürün teslimatı sorunları ve ilave maliyetleri en aza indireyecek yöntemler sunulması olduğu söylenebilir.

Bahsettiklerimizi biraz açarsak mevcut kutuların %90'ının kabul edilebilir düzey olan emniyet stokunu oldukça aştığı görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak altı ayrı depoda yaklaşık 245000 kutu tutulmaktadır. Bu durum, -bir yıla kadar varan kutu beklentileriyle-firmaya ek envanter ve işçi maliyeti yükünü getirmiş, bununla da

kalmayıp stokta fazladan yer işgaline yol açmıştır. Düzensizlik sebebiyle şirket, sipariş edilen ürünleri bitirmesine rağmen ambalaj eksikliğinden dolayı bunları müşterilerine ulaştıramama tehlikesiyle karşı karşıya kalmış; ayrıca yeterince dayanıklı bir yapıya sahip olmayan kutular siparişlerinden önce deforme olup kullanılmadan atılarak ilave maliyet meydana getirmiştir.

## **2.2. Problem tanımı**

Eczacıbaşı Vitra'daki problem; nihai ürünlerin teslimatında kullanılan karton kutuların<sup>4</sup>, belirli bir sistem eksikliğinden ötürü yanlış özelliklerde, miktarlarda ve tarihlerde ulaşması sonucu yaşanan aşırı kutu stoku, artan envanter maliyeti ve bozulma sonucu israf edilen kutular olarak tanımlanabilir.

## **2.3. Sistem ve veri analizi**

Vitra'daki sistem ve veri analizi –ekimden bu yana varılan akademik ve endüstriyel fikir birliği sonucunda- kutu, maliyet ve tedarikçi olmak üzere üç ana noktada toplanmıştır. Güz döneminin sonuna kadar tamamlanan bu analizler projenin izleyeceği yolun çizilmesinde etkili olmuş ve ziyaretler süresince kazanılan deneyimle daha derin anlamlar kazanmıştır.

Girişte değinildiği gibi Vitra'nın müşteri yapısı nedeniyle aynı ürünlere dahi farklı kutular gerekebilmekte ve bu halde hatırı sayılır bir kutu çeşitliliği meydana gelmektedir. Bu durum siparişlerde yüksek düzeyde standartlaşmayı ve işlerliği engellemektedir. Öyle ki, Vitra'da 250 civarında kutu çeşidi vardır. Bu kutular; ara ve son ürünler toplamda 3000 m<sup>2</sup>'lik bir kapalı alanda muhafaza edilebilmektedir. Bir diğer belirleyici nokta ise kutuların paletler yardımıyla saklanmasıdır. Daha açık bir dille, kutular yassılaştırılıp alanı yaklaşık 0,96 m<sup>2</sup> olan paletler üzerine istiflenmektedir. Bir palet üzerine yalnızca bir çeşit kutu koyulabilmekte ve depo yüksekliği tam dolu iki paletin üst üste konulmasına el vermektedir.

Maliyetlerde ise yeni yılın ilk haftalarıyla birlikte çarpıcı değişiklikler olmuştur. Zira firma uzun süredir izlediği konsinye sisteminden normal faturalandırmaya geçmiştir. Bu dönüşüm –en basit anlamıyla- firmanın, kutuları kullandığı zaman değil, aldığı zaman faturalandırmasını gerektirmiştir ve maliyet düzeyleri geleneksel envanter maliyeti hesaplarıyla bulunacak bir nitelik kazanmıştır. Yetkililer, yeni sistemle kutu yönetiminin daha düzenli bir hale geleceğini belirtmişlerdir. Bu derecede önemli bir değişiklik, unsurların devinimselliğini ortaya koyarak ekibimizi yeni çözüm yolları bulmaya

---

<sup>4</sup> Kutularla birlikte seperator ve tavalara da sipariş edilmektedir. Raporla bundan sonra kullanılacak kutu terimi bu üç öğeye de işaret etmektedir. Seperator kutu içinde kullanılan iki boyutlu levha, tava ise ürünün oturtulduğu taban anlamına gelir.

sevk etmesi açısından projeye; tam anlamıyla bir gerçek hayat problemi karakterini de katmıştır.

Tedarikçiler yönünde ise bir nevi sipariş alt limiti olan 200 sayısı yukarıdaki yöntem değişiminden etkilenmemiştir. Bu alt limit sözünüle kastedilen, şirketin 200 kutu altında yaptığı siparişlerden de 200 kutu ücreti alınmasıdır. Oysa sipariş 200'ü geçtiğinde alınan kutu adedi kadar para ödenir. Ayrıca Vitra çalışanlarıyla –geçmiş dönemde taslağı hazırlanmış olan- bir tedarikçi puanlama yöntemi üzerinde mutabık kalınmıştır. Bu puanlama önergesinde firmanın memnuniyeti ana belirleyici olarak öne çıkmıştır. Böylece kuruluşun dört farklı tedarikçisi (Olkusan, Renk, SCA ve Olmuksa adlı şirketler) arasında seçim yapması kolaylaştırılmıştır.

Bir başka can alıcı veri olan kapasite ise maliyet, kutu ve tedarikçi öğelerini bir bütün olarak etkilemiş ve proje ekibini de yeni yaklaşımlara itmiştir.

Burada değinilen ön bilgiler, raporun ana iskeletini oluşturan alt bölümlerde enine boyuna ele alınmış ve bu unsurların proje ekibinin çalışmalarıyla kesiştikleri noktalar incelenmiştir.

#### **2.4. Literatür taraması**

Literatür taraması problemin daha iyi anlaşılmasını ve çözüm için yeni yöntemlerin ortaya çıkmasını sağlayarak projede önemli bir rol oynamıştır. Bu proje için ABC envanter sınıflandırması, tedarikçi puanlama yolları, karar destek sistemleri; modelleme ve programlama teknikleri hakkında araştırmalar yapılmıştır.

Erdoğan (1996) ve Güvenir (1993) tezlerini ABC envanter sınıflandırması üzerine yazmışlardır. Bu tezler ABC sınıflandırması hakkında içerdikleri detaylarla Vitra kutu tedarik mekanizması için alternatifler sunmuşlardır. ABC envanter sınıflandırması genellikle envanter kontrolü için kullanılsa da, bu tezler A,B ve C tipi ürünlerin siparişlerinin farklı öncelikler içermesi gerektiği sonucuna varmıştır. Ne var ki; Vitra kutuları için çizilen talep ve değer eğrilerinin çakışması proje ekibini, tüm kutuların aynı önemde olduğu sonucunu çıkarmaya itmiştir.

Leenders, Fearon ve England'ın çalışmaları tedarik işlemlerini içermektedir. Tedarikçi değerlendirme ve puanlama sistemleri konusu kitapta detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Vitra'ya önerilen tedarikçi puanlama yöntemi bu bilgiler ışığında ortaya çıkmıştır.

Holsapple ve Whinston'ın çalışmaları karar destek sistemi hakkında düşüncelerini ve algoritmalarını içermektedir. Kitapta farklı sektörlerden karar destek mekanizması örnekleri verilmektedir. Bu örneklerdeki bazı noktalar Vitra için planlanan karar destek sistemi ile benzerlikler içerse de kitaptaki program Vitra vakasına birebir uymamaktadır.

İnternette ( [www.patentstorm.us](http://www.patentstorm.us) adresinden) karar destek sistemi hakkında incelenen makale, karar destek sistemini ve tedarik zincirini iki ana başlığa ayırarak incelemeye başlamıştır. Bu iki başlık makalenin ilerleyen kısımlarında uygun bir biçimde birlikte incelenmiştir. Tedarikçi seçimi ve envanter yönetiminden destek sistemi başlığının altında bahsedilmiştir.

Bunlara ek olarak problemin çözümü için oluşturulan model Basnet ve Leung'un çalışmalarından uyarlanmıştır. Basnet ve Leung'un tezleri bir ambar ve birden fazla tedarikçi içeren ürün çeşitliliğine dayanan çok zamanlı envanter parti büyüklüğü senaryosundan oluşmaktadır. Bu tezdeki senaryo ile Vitra'daki mevcut durum büyük benzerlikler içermektedir.

Son olarak, parti büyüklüğü ve tedarikçi seçimi için uygulanan dinamik programlama yöntemleri Wagner-Whitin modelinden uyarlanmıştır. Bu özyineleyen teknikler yorumu ve detaylandırılması için Nahmias'ın ve Winston'ın yapıtlarından faydalanılmıştır.

### **3. Önerilen Yöntem**

#### **3.1. Genel yaklaşım**

Mevcut durumun analizinden sonra yapılan literatür taramasında fabrikaya kutu ihtiyaç tespiti ve sipariş yönetimini sağlayacak bir sistem tasarlanmasına karar verilmiştir.

Kutu ihtiyacı tespiti; öncelikli hedef olan maliyet indirimini sağlayabilmek için yapılması düşünülen kutu siparişi yönetiminin temelini oluşturmalıdır. Bu bağlamda; mevcut ürün siparişlerini gönderebilmek için gereken kutuların, çeşitleri ve miktarlarının belirlenmesi önemlidir.

Belirlenen kutu ihtiyaçlarını karşılayabilmek için maliyeti en aza indirecek şekilde hangi kutu tipi için, hangi zamanda, hangi tedarikçiden, hangi miktarda sipariş verilmesi gerektiğini gösteren bir sistemin kurulması büyük anlam taşır.

#### **3.2. Geliştirilen modeller ve çözüm yöntemleri**

Vitra'da ulaşılması amaçlanan düzeye varmak için birtakım düzenleme ve modellere gereksinim duyulmaktadır. Öncelikle projenin nispeten kolay olan ilk ayağı ihtiyaç tespitinde bir veritabanı<sup>5</sup> oluşturulmuştur.

Bu planın ardından gelmesi gereken kısım, parti büyüklüğünü eniyilemeye ön ayak olacak algoritmadır. Bu anlamda, geleneksel yöntemlerle hazırlanan doğrusal olmayan ve (bunun ardından) doğrusallaştırılmış modellerle aşama kaydedilmeye çalışılmıştır. Modellerle ulaşılamayan noktaya Wagner-Whitin algoritması sayesinde varılmıştır. Bu algoritmanın uyarlanması öncelikle XPress MP adlı

---

<sup>5</sup> Ek 1'de veritabanının ER şeması bulunmaktadır.

yazılıma yapılmış olsa da firmanın isteğiyle algoritma, bahar döneminden itibaren –içindeki pürüzler de giderilerek- Java'ya aktarılmaya başlanmıştır. Şubat ve Mart ayı boyunca gerçekleştirilen aktarımla yapılan eşzamanlı testler bir yandan programdaki hataları düzeltmede rol oynarken diğer yandan projenin beklenen katkıları hakkında ekibi aydınlatmıştır. Son olarak kullanıcı arayüzünün hazırlanması ile hatları tam olarak belirlenen çalışmanın az önce bahsettiğimiz başlıklarını açmak şu anda mantıklı olacaktır. Ayrıca; hiç şüphe yok ki, problem çözümünde yer alan kısıtların doğru bir biçimde saptanması da gerekli bir adımdır.

### **3.2.1. Veritabanı**

Eczacıbaşı VitrA'da mevcut durumda kutu ve ürün eşleştirmeleri elle yapılmakta ve eşleştirmenin elle yapılması zaman kaybı ile hata olasılıklarına yol açmakta idi. Bu durum karşısında, kutu ürün eşleştirmesinin otomatik olarak yapılması ve sipariş sonrası oluşacak tedarikin; zaman, miktar ve maliyetlerinin bir programlama dili (bu projede Java yazılımı) tarafından hesaplanabilmesi için bir veritabanı kurulmasına karar verilmiştir.

MS Access programında oluşturulan veritabanı; müşteri, sipariş, kutu, nihai ürün ve tedarikçiler hakkında bilgileri içermektedir. Veritabanı, bu bilgileri kullanarak otomatik kutu-ürün eşleşmesini yapabilir. Veritabanında yazılan sorgular sayesinde kutu siparişlerinin son sipariş edilme zamanları kolaylıkla son kullanıcılar tarafından görüntülenebilmektedir. Ayrıca tasarımı tamamlanan arayüz sayesinde kullanıcılar arayüz ekranından sipariş, müşteri, ürün ve kutu girişleri ile bu bilgiler üzerindeki gerekli değişiklikleri yapabilmektedir. Bu bilgiler ışığında arayüzden bir tuşla Java kodu çalıştırılıp kutu siparişlerinin zaman, miktar, tedarikçi seçimi ve maliyet hesapları sağlanabilmektedir.

### **3.2.2. Tedarikçi puanlama**

Tedarikçi puanlama sisteminin Java ile yeniden kodlanan yazılıma uyarlanması gerekli kıstaslar -firmayla yapılan fikir alışverişleri doğrultusunda- eklenmiş ve Tablo 1'de gösterilen formül elde edilmiştir:

Tablo 1. Tedarikçi Puanlama

$\begin{aligned} \text{Tedarikçi puanı} &= 0,6 * \text{şirket memnuniyeti} \\ &- 0.2 * \text{temin süresi} \\ &- 0.2 * \text{maliyet} \end{aligned}$
--

Yazılım önce puanlama kriterine göre, puanı en fazla olan tedarikçiyi seçmekte daha sonra da bu tedarikçiden alınacak parti büyüklüğüne karar vermektedir. Bu yaklaşımda yazılımın kendisinden

beklenen karar destek sistemi görevini yerine getirmekte olduğu söylenebilir.

### **3.2.3. Kısıt analizi**

Projedeki kısıtları en temel anlamlarıyla ikiye ayırabilmek mümkündür: geleneksel kısıtlar ve firmaya özgü kısıtlar. Geleneksel kısıtlar, siparişlerin yeterli gelmesini sağlayacak şekilde öne çıkarken Vitra'nın satın alma ve depolama yaklaşımından kaynaklanan kısıtlarının firmaya özgü olduğu söylenebilir. Bunları açtığımızda, minimum sipariş miktarı da özgün bir tür kısıt olduğunu görürüz. Stokta altı aydan fazla bekletilen kutuların deforme olması ve kullanılamaz hale gelmesinin yanı sıra dört ay anlaşmalı konsinye sistemi de şirkete has bir kısıttır. Güz döneminin çalışmalarında önemli bir yer tutan konsinye anlaşmaları yeni yılla birlikte ortadan kalkmış; fakat yeni bir kısıt olan ve Vitra'nın ambardaki mevcut yer kısıtını göz önüne alan kapasite sınırlamaları modele eklenmiştir. Bu bağlamda her kutu tipinin ambarda en fazla ne kadar miktarda tutulabileceği karar verilip (kutuların ortalama kullanımları ve büyüklükleri göz önüne alınarak), kutu siparişleri bu kapasite kısıtları çerçevesinde şekillenecek biçimde hazırlanan algoritma güncellenmiştir.

### **3.2.4. Modeller**

Kısıtların hazırlanması ve hedef fonksiyonun belirlenmesinin ardından modellemeye geçilmiştir. Yukarıda bahsettiğimiz kısıtlar sebebiyle bazı ikili değişkenlerin modelde yer alması da gerekmiştir ve nitekim uyarlanmaları da zorluk arz etmemiştir. Öte yandan, bu ikili değişkenlerin model bünyesinde karar değişkenleriyle çarpımları modeli doğrusal olmayan bir hale getirerek bu modelin uygulanmasını imkânsız kılmıştır.

Yukarıdaki modelin doğrusallaştırılması yoğun uğraşlar sonucunda başarılıdır<sup>6</sup>. Yine de; yeni modelin yetersiz yanıt verirliliği ve kullandığı yüksek işlemci zamanı onun da uygulanmasını oldukça güçleştirmiştir.

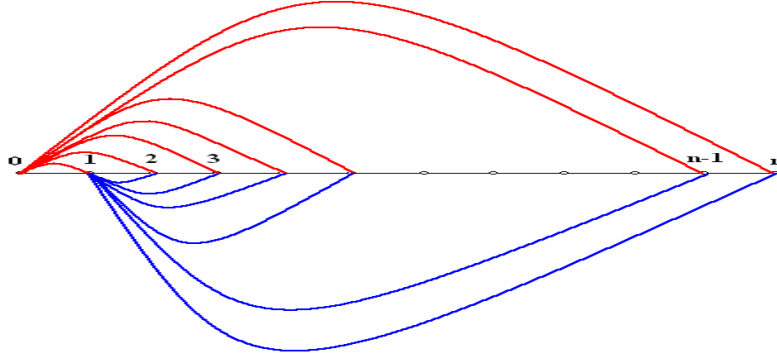
### **3.2.5. Wagner-Whitin modeli**

Anılan sipariş yönetimini gerçekleştirmek için denenen iki modelden de sonuç alınamayınca maliyeti enküçültecek en uygun parti büyüklüğü dinamik programlama ile bulunmuştur. Bu dinamik programlama sürecinde Wagner-Whitin algoritması uygulanmıştır (Şekil 1). Bu algoritmaya göre, zaman aralıklarına göre atanmış yayların maliyetleri sondan başa doğru tek tek hesaplanır ve maliyeti minimum olan yay kombinasyonu seçilir. Bu algoritmanın XPress ile kodlanmasıyla oluşan program sistem için gerekli çıktıları vermiştir. Bir

---

<sup>6</sup> Doğrusallaştırılmış Model için Ek 2'ye bakınız.

başka deyişle, karar destek sistemi bu yazılım üzerinden çalışmaya başlamıştır.



Şekil 1. Wagner-Whitin Algoritması

### 3.2.6. “Java”

XPress ile hazırlanan kodun başarısına rağmen iki problemin ortaya çıkmasıyla kodun Java’ya aktarılması süreci başladı. Bu sorunlardan ilki Java’nın ücretsiz bir yazılım olmasına karşın XPress’in firmaya getireceği mali yük ve Java’ya göre daha az kullanılan (geçerliliği olan) bir program olması idi. Diğer problem ise proje için büyük önem taşıyan kod-veritabanı iletişiminin (yani kodun veritabanından beslenmesinin) XPress ile sağlanmasının Java’ya göre oldukça zor olmasıydı. Yukarıda bahsedilen unsurlar göz önünde bulunarak yapılandırılan Java kodu hakkında bilgi verilmesi bu konumda anlam taşımaktadır.

Söz konusu kod öncelikle her kutu için veritabanı tarafından belirlenen ihtiyaç bilgilerinin yanında, her kutunun envanter ve emniyet stok miktarlarını çeker. Sistem<sup>7</sup>, bu ihtiyaçlar için tarih olarak baştan başlayıp eldeki kullanılabilir stok miktarını (toplam stok-emniyet stoku), kutu gereksinimlerine atayarak karşılanan ihtiyaçları sıfıra eşitler. Böylece her kutu için yeni bir ihtiyaç bilgisi oluşur.

Programın veritabanından beslenmesi tedarikçi bilgilerinin alınmasıyla devam etmektedir. Tedarikçilerin temin süreleri, memnuniyet notları ve her kutu için önerdikleri fiyatlar; tedarikçi sıralamasında kullanılmak üzere koda aktarılmaktadır.

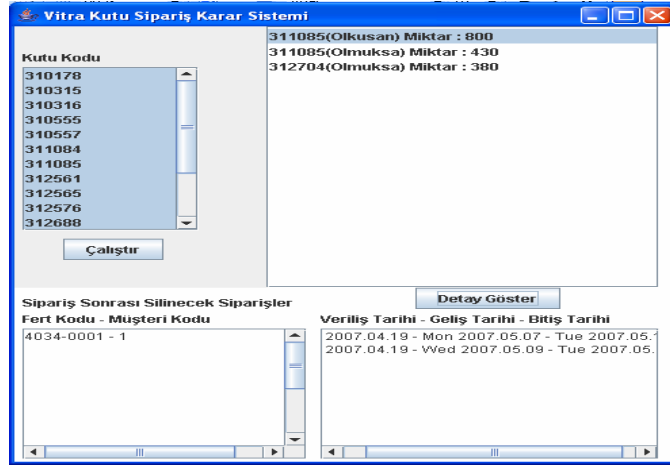
Eğer bir kutunun en yakın ihtiyaç tarihi tedarikçilerin ulaştırma tarihlerinden daha yakın ise, bu kutunun tedarikçiler tarafından karşılanamayan ihtiyacı yalnızca emniyet stoku aracılığıyla karşılanabilir. Bu durumda eğer karşılanamayan toplam ihtiyaç emniyet

<sup>7</sup> Ek 3’te Java ve veritabanı arasındaki ilişki gösterilmektedir.

stokundan küçükse emniyet stokundan karşılanır ve emniyet stokundan harcanan kutu, en iyi tedarikçiden karşılanmak üzere sipariş edilir. Eğer emniyet stoku toplam ihtiyaçtan küçükse, ihtiyacın, emniyet stokunun karşılayabildiği kadarı karşılanır ve emniyet stokunun yenilenmesi için en iyi tedarikçiden sipariş verilir. Bu senaryoda, kalan kutular hiçbir şekilde karşılanamadığı için sistem kullanıcıya uyarıda bulunur.

Zaman kısıtına takılmayan (ivediliği olmayan) kutu tipleri içinse, doğrudan en iyi tedarikçinin karşılayabildiği ihtiyaçlar ele alınmaktadır. Bu safha sistemin ana kısmını oluşturmaktadır. Hazırlanan kod, -işte burada- Wagner-Whitin'i kullanarak sipariş maliyetlerini hesaplayıp geri kalan ihtiyaçların sipariş yönetimini yapmaktadır.

Son ve saydıklarımızdan ayrı olarak çizgesel kullanıcı arabirimi (GUI) bu aşamalarda kullanıcı ve Java kodu ortasında yer alarak bunların arasındaki ilişkiyi yumuşatmaktadır. Şekil 2'de çizgesel kullanıcı arabiriminin görünüşü yer almaktadır.



Şekil 2. Vitru Kutu Siparişi Sistemi'nin Java Arayüzü

### 3.3. Test & koşturumun sonuçları ve çıktı analizi

Projenin test aşamasında gerçek verilerden yararlanılarak, önerilen ve mevcut sipariş sistemleri maliyet temelinde karşılaştırılmıştır<sup>8</sup>. Buradaki mevcut sipariş sistemi kavramını açmak gerekirse, firmanın tam olarak herhangi bir sistemi olmasa da, yapılan görüşmeler sonrasında edinilen izlenimler ışığında maliyet karşılaştırmasını gerçekleştirebilmek için, gerçeğe uygun bir mevcut sistem tasarlanmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken 233 kutunun bulunduğu veri havuzundan kullanımları nispeten yüksek olan 42 kutunun mevcut 280 günlük ihtiyaçları göz önüne alınarak yazılımımız yardımıyla

<sup>8</sup> Örnek çıktılar (rasgele seçilmiş iki kutu) için Ek 4'e bakınız.



çalıştırılmıştır. Mevcut sistemdeki öngörülen toplam maliyet 32770 YTL iken, önerilen sistemde 30038 YTL olarak elde edilmiştir. Bu da maliyette %8,34'lük bir azalma getirmiştir. Ayrıca an itibariyle kesin hesabı mümkün olmasa da kutu tedariki işine ayrılan zamanda ulaşılan düşüş de firma için değerli bir katkıdır. 42 kutu için yakalanan bu gelişmenin toplam sistem maliyetindeki düşünülen azalmaya yakın bir değer vereceği düşünülmektedir. Bunun nedeni de kutu ihtiyaçları sağlanırken oluşan maliyetin kutular arasında bağımsız olmasıdır.

### **3.4. Duyarlılık analizleri ve deney koşulları**

Projenin gerçekleştiği çevrenin olasılıksallıktan uzak bir yapıya sahip olması duyarlılık analizleri uygulamalarına oldukça düşük bir üst sınır belirlemiş olsa da verilerde kasıtlı olarak yapılan küçük değişikliklerin beklenen sapmaları vermesi projenin esnekliğini ve yanıt verirliliğini ortaya koymaktadır. Kaldı ki, hazırlanan yazılımın kullanıcı tarafından her gün çalıştırılması, mantıklı bir güncelleme yaratarak meydana gelebilecek hataların üstesinden gelmekte anlamlıdır ve proje duyarlılığını yüksek düzeye çıkarır.

Deney koşullarına geldiğimizde öncelikli nokta, kutuların birbirlerinden bağımsız olmalarıdır. Bir diğer deyişle sistem en nihayetinde genel bir getiri sağlayacaksa da kullanıcı, programı istediği kutular için çalıştırarak fazladan işlemci kullanımından kurtulmuş olur. Sistem periyotlardaki taleplere bakarak parti büyüklüğü tespiti yapmaktadır ki; bir periyot -kuruluştan gelen istek doğrultusunda- bir gün olarak belirlenmiş ve zaman ufku altı ay; bir başka deyişle 180 periyotla sınırlandırılmıştır.

### **3.5. Kullanılan yazılım ve donanım ile ilgili bilgi**

Proje, Microsoft Access ve Java yazılımları kullanılarak çalıştırılmaktadır. Java kodunun beslenmesi için gerekli veritabanını oluşturacak olan Microsoft Access, fabrikada kullanılan MS Office paketinde bulunmaktadır. Wagner-Whitin modelinin yazılım haline dönüşümü ise her bilgisayarda olarak bulunabilen Java platformunda yapılmıştır. İlk, pahalı bir yazılım olan XPress ortamında kodlanan ve test edilen algoritma, daha önce de değinildiği gibi şirketin isteği üzerine kullanımı daha kolay olan Java ortamına aktarılmıştır.

## **4. Uygulama Planı**

Projenin uygulanması firma yetkilileri ile de varılan görüş birliği doğrultusunda tam anlamıyla gerçekleştirilmemiştir. Verilerin tamamının ediniminde yaşanan sıkıntılar bu aşamayı Mayıs ayına erteletmiş olsa da bahar dönemi boyunca yapılan görüşmelerde VitrA, projeyi uygulamayı gözden geçirmiş ve olumlu yanıt vermiştir. Mart ayından bu yana gelen yerinde verilerin veritabanına yerleştirilmesinin ardından sistem çıktıları değerlendirilmiştir. Böylece bir yandan proje

ilerlerken diğ er yandan da somut sonuçların elde edilmesiyle bir tür pilot uygulama gerçekleştirilmiştir.

Bu noktada projeye özgü iki unsur kendini göstererek çalışmaların, daha doğrusu bu pilot uygulamanın geleneksel proje uygulamalarından uzaklaşmasına neden olmuştur. Bunların ilki bu sistemin bir saha projesinden çok bir yazılım projesi olması nedeniyle anında bir uygulamasının olamaması, ikincisi ise planın zamana yayılması nedeniyle genel olarak anında gözlemlenen sonuçlar verememesidir. Yine de yetkililer, yukarıda değ indiğimiz sistem yapısından ve sonuçlardan hoşnut olmuş lar ve kullanıcı arayüzünün sistemle tam bütünleşmesinin ardından projeyi Mayıs ayının başlamasıyla birlikte Vitra'ya uygulayacaklarını yinelemişlerdir.

Teknik olarak ise uygulamada; destek sistemi veritabanından aktarılan bilgiler doğrultusunda tedarikçi seçme ve parti büyüklüğü belirleme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Tedarikçi seçimi, veritabanına kullanıcılar tarafından girilen tedarikçilerin ortalama temin süreleri, kutu başına fiyatları ve memnuniyet bilgileri doğrultusunda belirlenmektedir. Şu anki veriler –esneklik adına- istenildiğinde değ iş tirilmek üzere veritabanında yer almaktadır. Parti büyüklüğü seçme konusu ise kapasite, hurda fiyatı ve ortalama ihtiyaç gibi sıkça değ işmeyen verilerin yanında güncel bir veri olan kutu ihtiyacını da gerektirmektedir. Güncel ürün ihtiyacı, veritabanı tarafından kutu ihtiyacına dönüştürülecek, karar destek modeli ise bu ihtiyacın hangi tedarikçiden, hangi tarihte ve hangi büyüklüklerde siparişlerle karşılanacağını belirleyecektir. Bu safhalarda gerek veritabanındaki santral gerekse de karar destek sistemine ait Java yazılımındaki arayüz kullanıcıyı teknik karışıklıktan korumakla kalmayacak, aynı zamanda güncelleme meselelerinin rahat çözümünü sağlayacaktır.

Sistem sorumlusu, karar destek mekanizmasını periyodik olarak çalıştıracaktır. Bu işlemin her gün çalıştırılması uygun olmakla beraber sipariş sıklığına göre daha sıklıkla veya aralıklarla gerçekleştirilebilir. Böylece, çalıştırılan zaman diliminde verilmesi gereken sipariş görülebilir.

## **5. Genel Değ erlendirme**

### **5.1. Projenin firmaya getirmesi beklenen katkılar**

Proje mevcut durumdaki problemler, veriler; üniversitenin ve firmanın beklentileri göz önüne alınarak yürütülmüş ve bunun sonucunda bir yandan sorunlara doğru çözümler getirirken bir yandan da fabrika çalışanlarının isteklerini gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak Eczacıbaşı Vitra'ya maliyeti, işlem için harcanan zamanı ve külfeti azaltmaya yardımcı aşağıdaki katkılar sağlanmıştır.

Geliştirilen sistem özellikle yeni veritabanının sahip olduğu özelliklerle fabrikanın kutu siparişi üretmekteki problemini

gidermektedir. Ürün siparişini girdi olarak alan veritabanı; müşteri, sipariş, ürün ve kutu bilgilerini kullanarak kutu siparişini yaratmakta, daha doğru eşleşmeler yapmakta, bu konuda gereken el ile sarf edilen (manüel) çabaları sona erdirmekte, zaman kaybını ve bu işe tahsis edilen çalışan saati miktarını azaltmaktadır.

Yine mevcut sistemdeki eksiklikler, yanlış tedarikçi seçimi sonucu kutuların fazla maliyetlerde, yanlış miktarlarda ve zamanlarda gelmesine neden olurken geliştirilen sistem tedarikçilerin toplam maliyeti azaltacak şekilde seçilmesine önem vermektedir. Bunun yanında firmanın tedarikçilerden memnuniyeti ve verdikleri ulaştırma süreleri de tedarikçi seçiminde etkili hale getirilmiştir.

Sistem eksikliği mevcut durumda stok seviyelerinin düşmesine ve kutuların ürünlerin çıkış gününe yetişememesine neden olabilirken önerilen sistem, sağladığı stok seviyesi koşullarıyla buna engel olmaktadır. Buna ek olarak her kutu için stok miktarının belirli bir düzeyin üzerine çıkmasını önleyen sistem, deponun kutulara fazlasıyla ayrılmasını önlemekte, az kullanılan kutuların fazla alımına da engel olmaktadır.

Sipariş büyüklüğünü belirleme yönünde sadece kutuları ürün çıkış zamanına yetiştirme politikası izlemekte olan firmaya önerilen sistem, hem kutuları zamanında temin etmeyi başarırken hem de envanter, çalışan ve hurda maliyetlerini düşüşe yönlendirmiştir.

### **5.2. Güncelleme ve geliştirme konusunda ileriye dönük öneriler**

Geliştirilen karar destek sistemi, kutu siparişi veritabanını girdi olarak kabul ettiğinden bu sistemin güncel ve doğru çalışması için veritabanı tablolarının güncellenmesi, yeni siparişlerin eksiksiz kaydedilmesi gerekmektedir. Siparişlerin dışında değişmesi olağan olan girdilerin bütünleştirilmesi esnek yapıdaki sistem sayesinde gayet kolay olacaktır. Bunun yanında proje çalışması devam ederken konsinye sistemden faturalı sisteme geçildiği için iki sistemin de matematiksel modeli mevcut olması konsinyeli sisteme geri dönülmesi halinde sistem başarıyla çalışmasını sağlayacaktır.

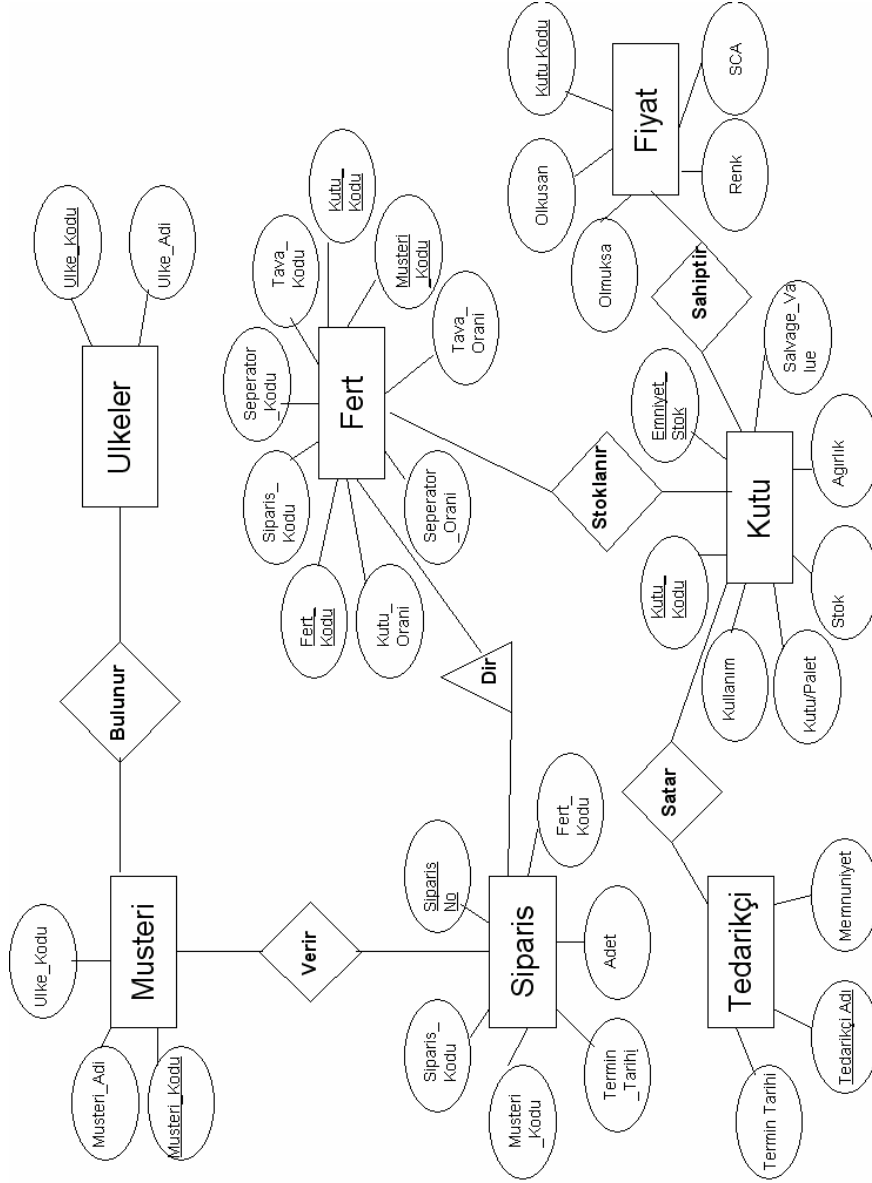
Tedarik Yönetimi Sistemi'nin (TeYS adı verilen karar destek mekanizmasının) sık çalıştırılması elbette daha kesin ve karlı sonuçlar verecektir. Bu nedenle günlük çalıştırma sisteminin takip edilmesi ve bunun dışına çıkılmaması önerilmektedir. TeYS'i çalıştıran kişinin yalnızca siparişleri görmesi ve aynı siparişin bir kereden fazla verilmesini önlemek için sipariş verildikten sonra veritabanını yenilemesi yeterlidir.

## KAYNAKÇA

- Aktaş, P. (1995). “A Supplier and Selection System in Türk Traktör Factory”, Bilkent University, Master of Business Administration. Ankara.
- Basnet C. ve Leung J. M. Y. (2005), “Inventory lot-sizing with supplier selection”, *Computers & Operations Research*, 32 (1), 1-14.
- Erdinç, E. (1996), “Multicriteria ABC Classification with AHP Method: An Application”, Bilkent University, Master of Business Administration. Ankara.
- Güvenir, N. (1993), “Application of the AHP to Multicriteria Inventory Classification”, Bilkent University, Master of Business Administration. Ankara.
- Holsapple, C. W. ve Whinston, A. B. (1987), *Decision Support Systems: Theory and Application*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Krasinski, R. J.; Bakkalbaşı, Ö.; Huang, Y.; Desiraju R.; Beque C.; Chan, L. M. A.; Bhaskaran K.; Federgruen, A.; Aviv, Y. ve Boey, P. (2000), *Decision Support System for the Management of an Agile Supply Chain*.  
<http://www.patentstorm.us/patents/6151582-fulltext.html>
- Leenders, M. R.; Fearon, H. E. ve England, W. B., (1989), *Purchasing and Materials Management*. Richard D. Irwin, Inc. United States
- Nahmias, S. (2005), *Production & Operations Analysis*. McGraw-Hill Irwin, United States.
- Winston, W. L. (2004), *Operations Research Applications and Algorithms*. International Thompson Publishing, United States

## EKLER

### Ek 1. Veritabanı ER Şeması



## Ek 2. Doğrusal tamsayı modeli

### Diziler:

- i : 1...I ürün dizini  
j : 1...J tedarikçi dizini  
t : 1...T periyot dizini (bu modelde günlük)

$A_i$  : Ürün i'nin aylık ortalama talebi.

f : Aylık faiz oranı

### Karar Değişkenleri:

$X_{ijt}$  : Periyot t'de tedarikçi j'den sipariş edilen ürün i miktarı

### Parametreler:

- $S_i$  : Ürün i'nin hurda değeri  
 $D_{it}$  : Ürün i'nin periyot t'deki talep miktarı  
 $P_{ij}$  : Ürün i'nin tedarikçi j'den birim alım fiyatı

### Ara Değişkenler:

$R_{it}$  : Ürün i'nin periyot t'den t+1'e taşınan envanter miktarı

$$\text{Satınalma Maliyeti (C1)} = \begin{cases} 0 & \text{eğer } X_{ijt} = 0 \rightarrow K_{ij}=0 \\ 200 * P_{ij} & \text{eğer } 0 < X_{ijt} \leq 200 \rightarrow K_{ij}=1 \\ X_{ijt} * P_{ij} & \text{eğer } X_{ijt} > 200 \rightarrow K_{ij}=0 \end{cases}$$

$$C_1 \geq P_{ij} * X_{ijt} - M(K_{ij}) \rightarrow \text{Eğer } K_{ij}=1 \text{ ise gereksiz} \quad X_{ijt} \leq 200 * K_{ij} + M(1 - K_{ij})$$

$$C_1 \geq 200 P_{ij} - M(1 - K_{ij}) \rightarrow \text{Eğer } K_{ij}=0 \text{ ise gereksiz} \quad X_{ijt} \geq \varepsilon * K_{ij}$$

$$\text{Envanter (HC) (C2) Maliyeti} = \begin{cases} 0 & \text{eğer } X_{ijt} \div A_i < 4 \rightarrow Z_{ijt}=0 \\ (X_{ijt} - 4 * A_i) * P_{ij} * f & \text{eğer } 4 \leq X_{ijt} \div A_i \leq 6 \rightarrow Z_{ijt}=1 \\ (X_{ijt} - 5 * A_i) * P_{ij} * f - (X_{ijt} - 6 * A_i) * S & \text{eğer } X_{ijt} \div A_i > 6 \rightarrow Z_{ijt}=0 \end{cases}$$

$$C_2 \geq (X_{ijt} - 5 * A_i) * P_{ij} * f - (X_{ijt} - 6 * A_i) * S - M * Z_{ijt}$$

$$C_2 \geq (X_{ijt} - 4 * A_i) * P_{ij} * f - M * (1 - Z_{ijt})$$

$$X_{ijt} \leq (X_{ijt} - 4 * A_i) * Z_{ijt} + M * (1 - Z_{ijt})$$

$$X_{ijt} \geq \varepsilon * Z_{ijt}$$

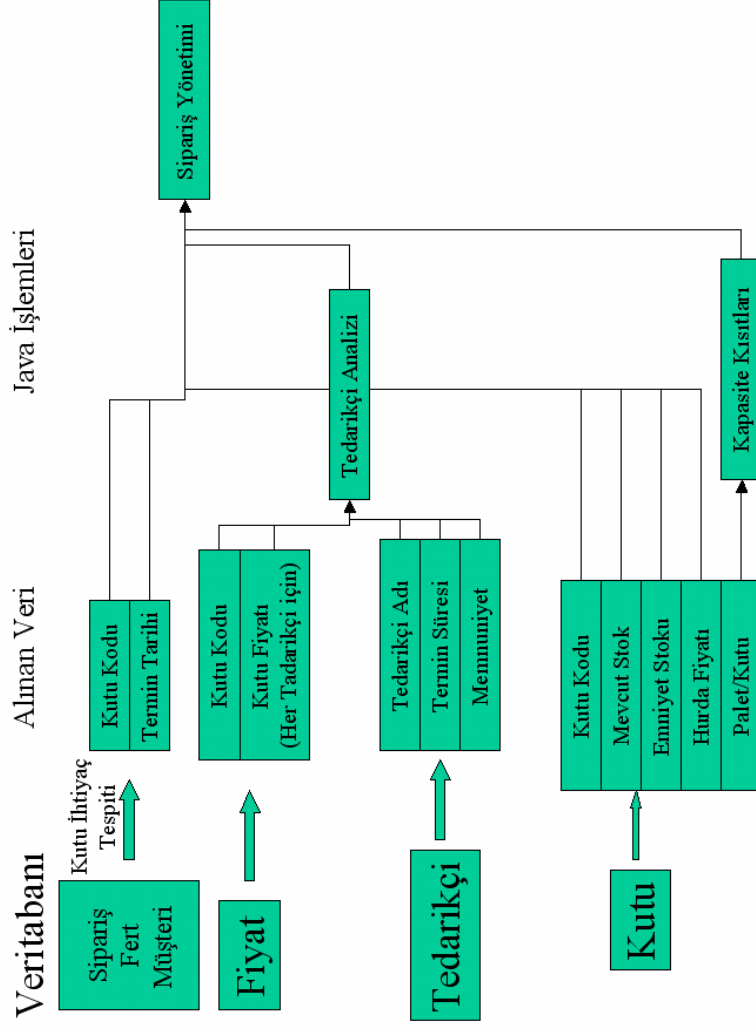
$$\text{Enküült} \quad C_1 + C_2$$

'ye tabi:

$$\sum_{K=1}^r (D_{ik}) * K_{it} - X_{ijt} \geq X_{ijt} - 200$$

$$R_{i,t+1} = R_{it} + \sum_j X_{ijt} - D_{it}$$

Ek 3. Java kodu – veritabanı ilişkisi



**Ek 4.** 310178 ve 310316 kodlu kutular için örnek sipariş ve tedarikçi Java çıktısı

Siparişi olan kutu çeşitleri:  
310316  
312781  
310316 kodlu kutunun ilk ihtiyacı sipariş verebileceğimiz tedarikçilerle karşılanamaz  
Bu yüzden emniyet stokunun karşılayabileceği kadarıyla ihtiyacı karşılayın.  
100 kadar olan ve tedarikçiler tarafından karşılanamayan kutular emniyet stoktan 100  
kutu alınarak karşılandı  
En iyi tedarikçidem alacak kutulara harcanan kutu kadar eklendi  
312781 kodlu kutunun ilk ihtiyacı sipariş verebileceğimiz tedarikçilerle karşılanamaz  
Bu yüzden emniyet stokunun karşılayabileceği kadarıyla ihtiyacı karşılayın.  
Bu kutunun 50 tanesi emniyet stoku kullanılmasına rağmen karşılanamaz

Bugün : Pzt 2007.03.26  
310316 için önerilen siparişler  
Pzt 2007.03.26 tarihinde, 310316 kodlu kutudan, Tedarikçi 1'den, 490 kadar sipariş  
veriniz.  
Bu sipariş elimize Çar 2007.03.28 tarihinde geçecektir  
Bu sipariş Paz 2007.04.08 tarihine kadar yetecektir.  
---

310316 için önerilen siparişler  
Pzt 2007.03.26 tarihinde, 310316 kodlu kutudan, Tedarikçi 3'ten, 210 kadar sipariş  
veriniz.  
Bu sipariş elimize Çar 2007.04.04 tarihinde geçecektir  
Bu sipariş Paz 2007.04.08 tarihine kadar yetecektir.  
---

312781 için önerilen siparişler  
Pzt 2007.03.26 tarihinde, 312781 kodlu kutudan, Tedarikçi 1'den, 190 kadar sipariş  
veriniz.  
Bu sipariş elimize Çar 2007.03.28 tarihinde geçecektir  
Bu sipariş Per 2007.04.05 tarihine kadar yetecektir.  
---

310316 kodlu kutunun kullanılabilceği fert, müşteri, sipariş kodu eşleşmeleri:

Fert Kodu: 4042-0107 Musteri Kodu: 5 Sipariş Kodu: 0  
Fert Kodu: 4042-0416 Musteri Kodu: 3 Sipariş Kodu: 0  
Fert Kodu: 4042-5271 Musteri Kodu: 2 Sipariş Kodu: 0  
-----

312781 kodlu kutunun kullanılabilceği fert, müşteri, sipariş kodu eşleşmeleri:

Fert Kodu: 4038-0075 Musteri Kodu: 6 Sipariş Kodu: 0  
Fert Kodu: 4043-0075 Musteri Kodu: 3 Sipariş Kodu: 0



# **İş Güvenliği ve Üretim Hattı Riskleri Analizi ve Değerlendirmesi**

## **Knauf A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Sevilay Gökdoğan  
Mustafa Haskavuncu  
Yeşim Kaya  
Serpil Kıyma  
Hakan Oluç  
Tuba Uluç

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Nejat Kutup, Knauf A.Ş.  
Bilgi Teknolojileri Bölümü Yöneticisi

### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıykoğlu,  
Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

## **ÖZET**

Knauf Alçıpan fabrikası diğer üretim işletmelerinde olduğu gibi risk analizi gerçekleştirmekle yasal olarak yükümlüdür. Risk analizinin amacı üretim hattı boyunca riskleri tespit etmek ve söz konusu riskleri ortadan kaldırmaktır. Bu proje ise risk analizini sürekli hale getirmeyi böylelikle iş ve işçi sağlığını en üst düzeye taşıyarak olası kayıpları en aza indirmeyi amaç edinmiştir. Hazırlanan el kitabı çalışanları risk analizi hakkında bilgilendirmeyi hedeflemektedir. İçerisinde gerekli tanımlar ve risk analizi basamakları anlatılmaktadır. Veritabanı ise gerçekleştirilen çalışmaların düzenli olarak bir havuzda depolanmasını böylelikle gerekli rapor ve risk haritalarının hazırlanmasını sağlamaktadır. Sistemde Microsoft Access veritabanındaki tablo ile ADO teknolojisi kullanılarak arayüz oluşturulmuştur. Visual Basic 6.0 kullanılarak yazılan kod sayesinde risk haritalarının türetilmesi sağlanmıştır. Sürekli risk analizini sağlayacak sistem ile ilgili çalışmalar tamamlanmış olup en yakın zamanda uygulanmaya başlanacaktır.

**Anahtar kelimeler:** İşçi sağlığı ve güvenliği, risk analizi, risk matrisi.

## 1. İşletme Tanıtımı

Türkiye'nin ilk Alçıpan fabrikası olarak "Biltepe" adıyla 1989 yılında Bilkent Ankara fabrikasında üretime başlayan tesis, 1997 yılının ikinci yarısında 72 fabrikasıyla kartonlu alçı plaka ve toz alçıda dünya devi olan Alman firması Knauf ile birleşerek "Tepe Knauf İnşaat ve Yapı Elemanları Sanayi ve Ticaret A.Ş." adını almıştır. 2000 yılına kadar 15 milyon m<sup>2</sup> olan Alçıpan üretim kapasitesi, Haziran 2000'de İzmit Kullar'da faaliyete geçen ikinci fabrikasıyla iki katına çıkmıştır. Böylece 30 milyon m<sup>2</sup>'ye ulaşan üretim kapasitesiyle Türk alçıpan sektöründe liderliklerini sağlamışlardır. Yıllık alçı üretim kapasiteleri ise 200 bin ton olup, Knauf Alçı markasıyla satışa sunulan tüm teknolojik toz alçılar Ankara fabrikasında üretilmektedir. Ukrayna, Moldavya, Beyaz Rusya, İsrail, Romanya, Bulgaristan, Gürcistan, Suriye ve belli başlı Orta Asya ülkelerine ihracat yapılmaktadır.

## 2. Projenin Tanımı

Risk analizi, işçi, üretim yeri ve üretim güvenliğini sağlamak ve muhtemel kayıpları önlemek amacıyla, son zamanlarda ortaya çıkmış bir kavramdır. Uluslararası çalışma örgütü (ILO) ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) işçi sağlığı ve işçi güvenliği ortak komisyonunda işçi sağlığının amacı özetle; işin, işçiye ve işçinin de işe uyumunu sağlamak olarak belirtilmiştir. Bu amaca ulaşmak, dolayısıyla iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği yönetimine başlıca 3 görev yüklenmektedir. Birinci olarak tehlikeler tanımlanmalıdır. Bu adımı takiben, her tehlike için riskin boyutunu tahmin etmek gerekmektedir. Son olarak da riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar verilmeli ve risk kontrol altında tutulmalıdır.

Son zamanlarda işletmeler için önemi açıkça görülen, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ile ilgili dünyada uygulanan çeşitli standartlar, kanunlar ve dökümantasyonlar vardır. Diğer taraftan, ülkemizde de işçi güvenliğinin sağlanması amacıyla çalışmalar yürütülmekte, kanunlar çıkartılmaktadır. 4857 sayılı İş Kanunu'na göre işverenlere işyerlerinde "*Risk Değerlendirme*"si yapma ve alınan sonuçlara göre gerekli sağlık ve güvenlik önlemlerini belirleme zorunluluğu getirilmiştir. Avrupa Birliği uyum süreci doğrultusunda ortaya çıkarılmış yönetmelikler, risk analizi konusunda şirketler için yeni zorunluluklar getirmektedir. Bu yasal zorunluluklar ve kazalar nedeniyle meydana gelen maliyetleri en aza indirme amacıyla, takımımız Tepe Knauf alçıpan üretim hattında risk analizi yapmakla sorumludur. Risk analizi uygulamasında karşılaşılan en önemli problem, analizin nesnel ve sürdürülebilir şekilde yapılamamasıdır. Bu nedenle, diğer bir amacımız da risk analizinin sistemsal bir şekilde

uygulanmasını sağlamak için veri bankaları oluşturmak ve analizin süreklilik kazanmasını sağlamaktır.

### **3. Analiz**

Knauf alçıpan hattında daha önceden risk analizi uygulanmamıştır. Alçıpan üretim hattında uyguladığımız risk analizi projesi Knauf'un hem yasal gereklilikleri yerine getirmesini hem de işçilerin daha uygun koşullarda çalışmalarını sağlayacaktır. Ayrıca tasarladığımız sistem fabrika genelindeki diğer risk analizi çalışmaları için de örnek teşkil etmektedir.

#### **3.1. Sistem ve veri analizi**

Knauf alçıpan üretiminin ilk aşaması bobin istif alanında gerçekleşmektedir. Bu alanda üretim hattı boyunca kalıp olarak kullanılan kâğıt bobinler depolanmaktadır. Malzeme taşıma sistemi olarak vinçlerden yararlanılmaktadır. İlk olarak, kâğıt bobinler bir vinç yardımıyla açıcıya verilir. İkinci aşamada, çırpıcıda hazırlanan malzemenin kâğıt üzerine yayılması sağlanır. Daha sonra akışkan malzemenin donması için akışkan levha soğutucu hattan geçer. Dondurulan levha makasa gelip müşterinin isteğine göre parçalara ayrılır ve boyutlandırılır. Bu parçalar, tamamıyla katılaşmaları için fırına gönderilir. Bu genel sürecin dışında 8 mm'lik parçalar PVC ya da alüminyum levha ile kaplanılmak üzere karolam bölgesine gönderilir. Mevcut sisteme risk analizi uygulamak için bakıldığında, tehlike ve riskleri belirleyebilmek için yeterli verinin olmadığı ve mevcut verilerin de sistematik bir şekilde tutulmadığı görülmüştür. Sağlık merkezinden alınan verilere göre 2006 yılında alçıpan üretim hattında meydana gelen kaza sayısı 10'dur. Bunun dışında kimyasallarla ilgili bilgiler sistematik bir şekilde tutulmamaktadır. Yalnızca dış tedarikçi firmalardan alınan malzeme güvenlik formları mevcuttur. Son olarak, işçiler ve yönetim arasında tam olarak bir iletişim sağlanamamaktadır.

#### **3.2. Literatür taraması**

Sistematik bir şekilde risk analizi yapabilmek için 'Risk Yönetim Prosesi' uygulanmalıdır. Bu süreç, belirli bir bölgedeki tehlikeleri tanımlamak ve bu tehlikelerin kritik değişkenler ve fonksiyonlar üzerindeki şiddetini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Risk yönetimi geliştirmenin amacı, şirketlerin hedeflerine güvenilir ve hızlı bir şekilde ulaşabilmeleri için etkili bir yol bulmaktır. Risk yönetim süreci genel olarak 7 duraktan oluşur. Birinci aşamada tehlikeler tanımlanır. Organizasyon için zarara yol açabilecek tüm süreçlerin çözümlenmeli ve nesnel bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Tehlike tanımını gerçekleştirmek amacıyla birçok yöntem mevcuttur. Örneğin, *Birincil Tehlike Analizi*, *İş Güvenlik Analizi* ve *Olursa Ne Olur? Analizi* gibi. İkinci aşama ise risklerin belirlenmesi ve risk skorlarının tahmin edilmesidir. Risk skoru tehlikeden dolayı bir kazanın ortaya çıkma

olasılık değeri ile ortaya çıktığında meydana getireceği zarar değerinin çarpımıyla elde edilir. Bu aşamayı risk skorlarının değerlendirilmesi ve sınıflandırması takip eder. Bu adımda *L tipi matris* kullanılması detaylı bir sebep-sonuç sayesinde kazanım sağlar. L matrisi olasılık ve etki olmak üzere iki boyuttan oluşur. Bu iki değer çarpımından 1 ile 25 arasında değişen risk skorları elde edilir. Bundan sonra, riskler 1 ile 4 arasında değişecek şekilde aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

Tablo 1. Risk derecelendirme

Risk Skoru	Risk Dereceleri
$X \geq 16$	1
$9 < X < 16$	2
$4 < X \leq 9$	3
$X \leq 4$	4

Eğer risk skoru 4'den küçükse matriste yeşil renkle gösterilir ve bu renk riskin önemsiz olduğunu ifade eder. Eğer skor 5 ile 9 arasında ise mavi renkle, 10 ile 16 arasında ise sarı renkle gösterilir. Eğer skor 16'dan büyükse kırmızıyla gösterilir ve kırmızı renk riski yok etmek ya da azaltmak için acil müdahale gerektirir. Firma *Risk Önlemlerinin Belirlenmesi* adı altında önceden belirlenen kontrol önlemlerinden yararlanarak gereken çalışmaları yapmalıdır. Kontrol önlemlerinin belirlenmesi aşamasında, aşağıdaki tabloda belirtilen hiyerarşiden yararlanarak *Riskleri Ortadan Kaldırma Planı* hazırlanır.

Tablo 2. Kontrol önlemlerinin belirlenmesi

Seçim sırası	Kontrol önlemleri
1. Derece	Riski yok etmek
2. Derece	Daha düşük bir riskle değiştirmek
3. Derece	İzolasyon
4. Derece	Yönetimsel düzenlemeler
5. Derece	Kişisel koruma

Bu plan hazırlandıktan sonra beşinci adımda tasarlanan faaliyetlerin uygulama aşamasına geçilir. Altıncı ve yedinci adımlar gözlem ve gözden geçirme, iletişim ve danışmanlıktır. Bu adımların amacı belirlenen risk skorlarını güncelleştirmek ve yeni risk tanımları belirlemektir.

#### 4. Önerilen Yöntem

Sistem tasarımı çalışmaları sırasında, süreç akışı ve üretim hattı boyunca işçilerin sorumlulukları detaylı olarak analiz edildi. Risk analizinin süreklilik kazanması ve sistemsal bir şekilde uygulanabilmesi

için çalışmalar üç ana başlık altında toplandı. Tasarladığımız sistemin uygulanmasından sorumlu kişiler belirlendi ve sistemden en üst düzeyde verim alabilmek amacıyla risk analizi amaç ve yöntemlerini açıklayan ve kullanıcıları veritabanı sistemi hakkında bilgilendiren bir el kitabı hazırlandı.

#### **4.1. Genel yaklaşım**

Daha önce de belirttiğimiz gibi, risk analizi uygularken karşılaştığımız en büyük sorun kimyasallarla ve geçmiş kazalarla ilgili düzenli veri bankalarının olmamasıydı. Mevcut verinin az olması nedeniyle risk skorlarını elde etmek için nitel yöntemlerden faydalandı. Üretim hattında kullanmak üzere işçi ve yönetim işbirliğini arttıracak ve tehlikelerin tanımlanmasını kolaylaştıracak şekilde formlar hazırlandı. Uyguladığımız risk analizinin her basamağı detaylı bir şekilde karolam bölgesinden örneklendirilerek bir el kitabı hazırlandı. Analizin sistemsel bir boyut kazanması ve risk değerlerinin güncelleştirilmesi amacıyla bir veritabanı geliştirildi.

#### **4.2. Geliştirilen modeller ve çözüm yöntemleri**

##### **4.2.1. El kitabı**

El kitabı, Knauf çalışanlarının risk analizi kavramını ve basamaklarını kolayca anlayabilecekleri şekilde hazırlandı. Risk analizi yaparken bilinmesi gereken kavramlar detaylı bir şekilde açıklandı. Analizi sistemsel bir şekilde yapabilmek için *Risk Yönetim Prosesi*'nden faydalandı. Bu sürecin ilk adımı olan tehlikelerin tanımlanmasını kolaylaştırmak için tehlike çeşitlerine ve olası sistem girdilerine değinildi. Böylelikle bu tipik girdileri kullanarak tehlike tanımlarının kolayca yapılması amaçlandı. Bu analiz izleğinin sonunda, yaralanma, düşme, kayma, meslek hastalıkları ve makine hasarı gibi riskler tanımlanarak bu risklere göre işletmenin *Risk Haritaları* ve veritabanı oluşturuldu. Knauf alçıpan hattında risk analizi uygularken başlangıç olarak makro ve mikro ayrıştırma algoritmaları uygulandı. Sistemle ilgili geniş kapsamlı bilgi toplandıktan sonra makro analiz aşamasına geçilerek, bütün sistem farklı bölgelere ayrılarak detaylı bir şekilde analiz edildi. Knauf risk analizini gerçekleştirirken üretim hattı bobin istif alanı, çırpıcı ve dondurucu hat, makas bölgesi, fırın bölgesi, takoz alanı, karolam bölgesi olmak üzere altı bölgeye ayrıldı.

Daha sonra, mikro analiz aşamasında mevcut verilerin analizi yapılarak kaza veri ve malzeme güvenlik veri bankalarını oluşturuldu. Geçmişte meydana gelmiş kazalar hakkındaki bilgiler Knauf sağlık merkezinden edinildi. Önceden belirtildiği gibi, elimizdeki bilgilere göre 2006 yılında 10 adet kaza meydana gelmiştir. Bunların birçoğunun gerçekleşmesinde, sistem kaynaklı bir hatanın rolünden çok işçi dikkatsizliğinin rolünün büyük olduğu görülmüştür. Malzeme güvenlik

veri bankası da dış kaynaklı tedarikçi firmalardan aldığımız bilgilere göre oluşturulmuştur.

Gerekli veri bankaları oluşturulduktan sonra tehlike tanımlamaları için ‘Olursa Ne Olur?’ yönteminden faydalanıldı. Fabrika ziyaretleri ve detaylı inceleme sırasında kullanışlı olan ve kaçınılmaz tehlikelerin belirlenmesi için yüksek bir şans sağlayan yöntem, sürecin herhangi bir aşamasında ve az tecrübeli risk uzmanları tarafından kolaylıkla kullanılabilir. Çıkış noktası ‘olursa ne olur?’ sorusudur. El kitabında bu yöntemin nasıl kullanıldığı açıkça görülebilir. İkinci olarak, tanımlanmış her tehlike için riskleri belirleme adımına geçilir. Örnek olarak karolam bölgesinde döner aksamlar tehlike olarak tanımlanmıştır. Eğer işçi elini bu aksamlara kaptırırsa sonuçta herhangi bir uzvunu kaybedebilir. Bu örnekte uzuv kaybı, döner aksam tehlikesi dolayısıyla oluşacak riski temsil etmektedir. Bu aşamayı risk değerlendirmesi takip eder. Bu adımda, olayların meydana gelme olasılığı ve onların çalışma ortamına verecekleri zararın boyutunu belirlemek için risk skorları elde edilir. Risk skorlarının belirlenmesinde kullanılan olasılık değerleri 1 ile 5 arasında sıralanan beş kategoriden oluşur.

- En Az: Proses boyunca ortaya çıkma ihtimali olmayan olaylar ‘1’ değerini alır.
- Az: İki yılda bir kez ortaya çıkma olasılığı olan olaylar ‘2’ değerini alır.
- Normal: Yılda bir ya da iki kez ortaya çıkma olasılığı olan olaylar ‘3’ değerini alır.
- Yüksek: Ayda bir ortaya çıkma olasılığı olan olaylar ‘4’ değerini alır.
- Çok Yüksek: Her gün ortaya çıkma olasılığı olan olaylar ‘5’ değerini alır.

Şiddet değerlendirmesi için de bir sınıflandırma şekli vardır;

- En Az: Ortaya çıktığında herhangi bir iş kaybına yol açmayan ya da ilkyardım gerektirmeyen olaylar ‘1’ değerini alır.
- Az: Olay ortaya çıkınca ilkyardım gerektiriyorsa ‘2’ değerini alır.
- Normal: Olay ortaya çıkınca kısa süreli iş kaybına neden oluyorsa ya da tedavi edilmesi gereken yaralanmalarla sonuçlanıyorsa ‘3’ değerini alır.
- Yüksek: Olayın şiddeti ciddi yaralanmalar, uzuv kaybı, meslek hastalıkları ve sürekli iş kaybını içeriyorsa ‘4’ değerini alır.

- Çok yüksek: Olay yüksek oranda zararlar ya da ölüm ile sonuçlanıyorsa '5' değerini alır.

Bu şekilde tanımlanmış her risk için olasılık ve şiddet değerleri, işçilerden alınan bilgilere ve sürecin üretim hattındaki rolüne göre atanmıştır. Bu iki değer çarpılmasıyla da risk skorları elde edilmiştir. Daha sonra önceden belirttiğimiz sınıflandırma sistemine göre riskler derecelendirilmiş ve her bölge için L tipi matrislerle görsel bir hale getirilmiştir (Ek 1). Risk matrislerine ek olarak sistemdeki gelişmeleri takip edebilmek için bir risk endeksi hesaplanmasına karar verilmiştir. Risk endeksinin hesaplanması alçıpan üretim hattı boyunca her sürecin risk skorlarının ağırlıklı ortalamasının alınması ile gerçekleşecektir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda endeks değeri 18.13 olarak belirlenmiştir (Ek 2).

Dördüncü aşamada önceden belirtilen aşama sırasına göre risk skorlarını azaltmak ve kontrol altında tutmak için önlemler belirlenir. Takımımız bu amaçla her bölge için öncelikli amacı riskleri ortadan kaldırmak olan faaliyet planı tasarlamıştır (Ek 3). Bu adımı bu faaliyetlerin uygulanması takip eder. Biz şu anda bu aşamadayız. Faaliyet planı çerçevesinde belirtilen önlemlerin uygulanmaya başlamasıyla risk endeksi tekrar hesaplanarak ilerlemeler kaydedilecektir. Ancak önceliğimiz risk analizinin 6. ve 7. basamaklarını sağlayacak tekrarlanabilir sistemsel bir yapı kurmaktır.

#### **4.2.2. Veritabanı**

“Veritabanı” operatörlerin giriş yapacağı “Microsoft Access” veritabanı ile girilen tehlikelerin L matrislerinin oluşmasını sağlayan bir ara yüzden oluşmaktadır.

Veritabanı “Genel Tehlike Tanımları”, “Knauf Risk Tanımları ve Önerilen Faaliyetler”, “Veri Girişi” ve “Knauf Risk Rapor Sorgusu” kısımlarından oluşmaktadır. Genel Tehlike Tanımları başlığı altında kullanıcıya yardımcı olabileceği düşünülen temel bilgiler yer almaktadır. Tehlike tanımları çeşitli başlıklar altında toplanmış, tehlikelerin olası sebeplerinin daha etkili çözümlenmesi için yol gösterici bilgiler eklenmiştir. “Knauf Risk Tanımları ve Önerilen Faaliyetler” kısmında ise alçıpan üretim hattı boyunca yaptığımız çalışmalarda gözlemlediğimiz genel risk tanımları ve bu risklerin çözümü için uygun gördüğümüz önlemler belirtilmiştir. Bu kısmın oluşturulmasındaki amaç zaman içinde uygulanan önlemlerin tekrar gözden geçirilmesini sağlamak ve ileride belirlenecek olan faaliyet planlarında bu önlemleri farklı alanlarda da kullanmanın etkili olup olmayacağına karar verebilmektir. Veri Girişi başlığının altında dört alt başlık yer almaktadır. Bunlar “Bakım Kontrol Formu”, “Kimyasal Madde Kullanım Formu”, “Proseslere Göre Tehlike Tanımları Formu” ve “Kaza Veri Formu” alt başlıklarıdır. Bakım Kontrol Formu ve

Kimyasal Madde Kullanım Formları temel olarak makine kullanım bilgileri ve kimyasal madde kullanım bilgileri içermektedir. Otomasyonun yüksek, insan faktörünün otomasyona oranla zayıf olarak değerlendirilebileceği üretim alanında makinelerin kontrollerinin düzenli olarak yapılması, tespit edilen hasarların ve alınan önlemlerin sistemli olarak tutulması risk faktörünün en aza indirgenmesinde büyük kolaylık sağlayacaktır. Kimyasal Madde Kullanım Formları ise çoğunlukla yabancı firmalardan tedarik edilen maddeler hakkında işçileri ve yönetimi bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Kimyasallar üretimde sıklıkla kullanılmakta ancak etkileri ve bu etkilerin ortadan kaldırılması konusunda ne yapılması gerektiği açıkça belirtilmemektedir. Bu iki formun düzenli olarak raporlanması ve hem üretim hem yönetim kadrolarına dağıtılması planlanmaktadır. Kaza Veri Formu ve Proseslere Göre Tehlike Tanımları Formu ise geliştirilen programın ana kısımlarını oluşturmaktadır. Proseste tespit edilen tehlikeler ve gerçekleşen kazalar burada toplanacak ve daha sonra geliştirilen arayüz sayesinde her alt üretim bölgesi için risk matrisleri hazırlanabilecektir. Böylelikle alınan önlem öncesindeki risk matrisleri ile önlem sonrasında ortaya çıkan risk matrisleri kıyaslanabilecek ve gelişme takip edilebilecektir.

Proses No	Proses Adı	Tehlike Tanımı	Risk Tanımı	Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Tarih
1	Vinci bobin taşınması	Vinç çalışması	Vinç kolunun kırılması	3	4	12	12.12.2007
1	Vinçle bobin taşınması	Yüksekte duran bobin	Bobinin düşmesi	5	5	25	10.10.2007
2	Bobinin mile yerleşimi	Bobinin taşınması	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	4	20	21.11.2007
3	Fırına giriş	Ses	İşitme kaybı	3	4	20	15.12.2007
4	Kağıtlar arasına alçı dolu	Sıvı püskürtülmesi	Gözle temas	5	3	15	11.10.2007
5	Fırın	barilin devrilmesi	Yaralanma, ölüm	4	2	8	11.12.2007
5	Fırın	kapıların açık bırakılması	Yüksek sıcaklıktaki aksam	3	5	15	11.11.2007
5	Fırın	yüksek sıcaklık	yangın	4	3	12	05.10.2007
6	Alçıpanın taşıma banları	Banıla taban arasındaki	Ayak üzerinde baskı, uzuv kırılması	5	2	10	10.10.2007
6	Alçıpanın taşıma banları	Dönen aksam	El üzerinde baskı, uzuv kırılması	5	3	15	12.10.2007
7	Forklift güzergahı	Çarpma	Yaralanma	5	4	20	21.12.2007
8	Kağıtlar arasına alçı dolu	Dönen aksam	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	4	20	10.10.2007
9	Karolam	Elle temizleme	El üstünde baskı, uzuv kırılması	3	4	12	09.10.2007
9	Karolam	Kimyasal kullanım	Yangın	3	5	15	08.12.2007
9	Karolam	Kimyasal kullanım	Zehirlenme	5	3	15	07.10.2007
9	Karolam	Toz oluşumu	Solunum rahatsızlıkları	5	3	15	10.11.2007
9	Karolam	Dönen aksam	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	4	20	10.10.2007
10	Makas	Dönen aksam	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	4	20	09.12.2007
10	Makas	Kesici makine parçası	Uzuv kaybı	4	4	16	11.12.2007
10	Makas	Yanıcı kimyasal	Yangın	3	4	12	13.12.2007
10	Makas	Yanıcı kimyasal	Zehirlenme	3	4	12	12.12.2007
11	Ebatlama	Ses	İşitme kaybı	5	4	20	31.10.2007
11	Ebatlama	Dönen aksam	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	4	20	11.12.2007
12	Depolama	Depolanan malzemelerin	Yaralanma, ölüm	5	5	25	12.12.2007
13	Takoz	Dönen aksam	El üstünde baskı, uzuv kırılması	5	3	15	11.12.2007
13	Takoz	Makinenin kesici parçası	Uzuv kaybı	5	4	20	10.12.2007



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Fırın							
2			En Az(1)	Az(2)	Normal(3)	Yüksek(4)	Çok Yüksek(5)		
3		En Az(1)	1	2	3	4	5		
4		Az(2)	2	4	6	Yaralanma, ölüm	10		
5		Normal(3)	3	6	9	12	15		
6		Yüksek(4)	4	8	yangın	16	20		
7		Çok Yüksek(5)	5	10	Yüksek sıcaklıktaki aksamalara temas	20	25		

Şekil 1.Risk matrisinin türetilmesi

Knauf Risk Sorgusu başlığı altında ise süregelen analiz bilgileri raporlanabilmektedir. Örneğin üretim sisteminde seçilen bir bölgede iki tarih arasında belirlenen tehlike ve kazaların raporları çıkarılabilmektedir. Böylelikle risk matrisi ve raporlar bir uyum içerisinde mevcut sorunları ve gelişmeleri belgelemektedir.

##### 5. Yöntemin Uygulanması

Tasarlanan sistemin uygulanması aşamasında işçi yönetim işbirliğini arttırmak amacıyla çeşitli formlar hazırlanmıştır. Bunlar “Knauf Tehlike ve Risk Tanımlama Formu” (Ek 4) ve “Bakım Kontrol Formu”dur (Ek 5 ). Tehlike ve risk tanımlama formları her hafta başında üretim hattı boyunca belirlenen bölgelere dağıtılarak, işçilerin bu formlarla gözlemedikleri tehlikeleri belirtmeleri sağlanacaktır. Böylelikle aynı ortamda çalışmanın neden olacağı olası duyarlılık bütün işçilerin görüşleri alınarak ortadan kaldırılacak ve daha geniş bir bakış açısıyla tehlike ve risk tanımlamaları yapılabilecektir. Bu formlar her haftasonunda ustabaşları tarafından toplanarak değerlendirilmeye alınacaktır. Tehlikelerin saptandığı bölgeler ziyaret edilerek bölgenin riskli olup olmadığı belirlenecektir. Daha sonra ustabaşlarının tehlikeli gördüğü alanlarla ilgili “Risk Formu” doldurularak üretim müdürüne teslim edilecektir (Ek 6). Daha sonra bu tehlikeler veritabanına girilerek belirli periyodlarla üretim alanına ait raporlar hazırlanacaktır. Bakım

Kontrol Formları ise bakım sonrasında yine görevli ustabaşları tarafından doldurulacaktır. Bu formlar da yine işçilerin kolaylıkla ulaşabileceği alanlarda tutulacaktır. “Kimyasal Madde Formu” ise tedarikçi firmadan alınan bilgiler doğrultusunda yetkili kişiler tarafından doldurulacak ve üretim alanında işçilerin bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla panolara konulacaktır (Ek 7). Çeşitli kollardan toparlanan bütün bu veriler daha sonra ayda bir kez toplanan “İş Sağlığı ve Güvenliği” toplantılarında tartışılacak ve veritabanı aracılığıyla güncellenen risk matrisleri yardımıyla yeni risk endeksi elde edilecektir. Elde edilen gelişme göz önünde tutularak yeni faaliyet planları hazırlanacaktır.

## **6. Uygulama Planı**

Projenin kalite-güvence sistemi dahilinde sürekli olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla el kitabı kalite-güvence sistemi dökümanlarına dahil edilecektir. Geliştirilen sistemin uygulanmasına karolam bölgesinde başlanacaktır. Takım üyelerimiz öncülüğünde işçilere formlar tanıtılacak, işçiler formun amacı ve kullanım şekli hakkında bilgilendirileceklerdir. Ayrıca işçiler bu formları kullanmaya teşvik edileceklerdir. Veritabanı ise mevcut bilgisayar sistemine yüklenerek kullanıma açılacaktır. Karolam bölgesindeki uygulama doğrultusunda sistem tüm alçıpan hattında daha sonra da bütün fabrikada kullanılmaya başlanacaktır.

## **7. Genel Değerlendirme**

Knauf tarafından uygulanma kararı alınmış olan sistem, risk analizi sürecine farklı bir yaklaşım getirmektedir. Risk analizinin amacına ulaşması için sürekli olarak uygulanmasına olan inancımız doğrultusunda hazırladığımız formlar, el kitabı ve veritabanı risk analizine farklı bir bakış açısı getirmektedir. Alanında ilk ve tek olduğuna inandığımız risk analiz sistemi, fabrikaların uygulama zorunluluğu düşünüldüğünde uzun soluklu olacaktır.

### **7.1. Projenin firmaya getireceği katkılar**

Risk analizi yasal bir yükümlülük olmanın yanı sıra fabrikanın iş gücü ve dolayısıyla üretim kapasitesi bakımından da büyük faydalar sağlamaktadır. Öncelikle insan faktörünü göz önünde tutan risk analizi iş ve işçi güvenliğini en üst düzeye taşımaktadır. En üst düzeyde iş ve işçi güvenliği sağlamanın kuruma getireceği ekonomik kazanımı tespit etmek zor olmakla birlikte seri üretimin herhangi bir sebepten dolayı durmasına neden olacak bir kazanın neden olacağı kayıp büyük olacaktır. Bu nedenle risk analizinin firma öncelikleri arasında yer alması uzun vadede birçok kazanın engellenmesine böylelikle hem maddi hem manevi hasarın en aza indirgenmesine yardımcı olacaktır.

## ***7.2. İleriye dönük geliştirme olanakları***

Sistemin şu an itibariyle yalnızca üretim alanında kullanılması hedeflenmekle birlikte ileride fabrikanın bütün kademelerini kapsayacak bir sisteme dönüştürülmesi planlar arasındadır. Program gerekli düzenlemelerin yapılabilmesini sağlayacak esnekliktedir.

## **KAYNAKÇA**

- Özkılıç, Ö. (2005) “İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri”, Tisk Yayınları, Ankara.
- Uğur, İ. (2004), “4857 Sayılı İş Kanunu ve İlgili Yönetmelikler”, Detam Yayınları, Ankara.
- <http://www.tisk.org.tr/>

## EKLER

### Ek 1. Karolam bölgesi risk matrisi

		Etki				
		1(En az)	2(Az)	3(Normal)	4(Yüksek)	5(Çok Yüksek)
Olasılık	1(En az)	Çok Hafif (1)	Hafif (2)	Hafif(3)	Hafif (4)	Hafif (5)
	2(Az)	Hafif (2)	Hafif (4)	Hafif(6)	Orta (8)	Orta (10)
	3(Normal)	Hafif (3)	Hafif (6)	Orta(9)	El sıkışması uzuv kaybı (12)	Zehirlenme (15)
	4(Yüksek)	Hafif (4)	Orta (8)	Solunum Yolu Hastalıkları (12)	Ciddi (16)	Ciddi (20)
	5(Çok Yüksek)	Hafif (5)	Orta (10)	Yangın (15)	El sıkışması uzuv kaybı (20)	Ciddi (25)

## Ek 2. Risk endeksinin hesaplanması

$X_i$ : Risk değeri

$W_i$ : Sürece ait ağırlık değeri

$W_i = X_1 + X_2 + X_3 / 3$  ( $1 \leq X_i \leq 25$ )

n: Alçıpan üretim hattındaki süreç sayısı

$$I = \left( \sum_{i=1}^n W_i \right) / n$$

$W_1 = (12+25)/2 = 18.5$  (Vinçle bobin taşıma)

$W_2 = (15+20+15+16+20)/5 = 17.2$  (Fırın)

$W_3 = 20$  (Bobinin mile yerleşimi)

$W_4 = (20+20)/2 = 20$  (Ebatlama)

$W_5 = 20$  (Alt ve üst döner aksama alçıpanın verilme işlemi)

$W_6 = (20+15+12+12+15)/5 = 14.8$  (Karolam)

$W_7 = 15$  (Kağıtlar arasına alçı dolum işlemi)

$W_8 = (20+16+20+15)/4 = 17.75$  (Tako bölümü)

$W_9 = (15+10)/2 = 12.5$  (Alçıpanların taşıma bantlarının üzerinde ilerlemesi)

$W_{10} = 25$  (Depolama)

$W_{11} = (20+16+12+12)/4 = 15$  (Makas)

$W_{12} = 20$  (Forklift)

$W_{13} = 20$  (Fırına giriş)

Risk endeks:

$$I = (18, 5+17, 2+20+20+20+14, 8+15+17.75+12, 5+25+15+20+20)/13 \\ = 18.13$$

### Ek 3. Faaliyet planı

- Fabrika genelinde görülen makinelerin dönen kısımlarına çalışanların ellerinin sıkışma riskini önlemek için işçilerin makine ile teması halinde makineyi durduracak yeni bir sistem geliştirmek.
- Yüksek sıcaklıkla çalışan makinelerde yanma riskini ortadan kaldırmak için bu makinelerin kapılarının sürekli kapalı tutulmasının sağlanması.
- Gaz oluşumu dolayısıyla meydana gelebilecek zehirlenmelere karşı koruyucu donanım kullanılması.
- Yüksek ses dolayısıyla kulakta meydana gelebilecek duyma kaybını engellemek için koruyucu donanım kullanılması.
- Kimyasal maddelerin uygun olmayan kullanımından kaynaklanabilecek zehirlenmeleri engellemek için işçilerin kimyasallar hakkında detaylı bilgilendirilmesi ve kimyasal madde kullanım formlarının etkin biçimde kullanılması.
- Takoz bölgesi gibi yoğun toz oluşumunun olduğu bölgelerde davlumbaz kullanılması.
- Makinelerin elle temizliğinin yapılması gerektiği durumlarda işçinin makineyle temasını en aza indirmek için gerekli kimyasalların kullanılması.
- Makinelerin kesici kısımlarıyla teması önlemek için bariyer kullanılması, temas halinde makineyi durduracak bir sistemin geliştirilmesi.
- Depolama bölümünde maddelerin düşmesini engellemek için sabit platformlar üzerinde madde depolanmasını sağlamak ve depolanan madde yüksekliğinin 3 metreyi geçmemesini sağlamak.
- Forkliftlerin sebep olacağı olası kazaların engellenmesi için forklift ve yaya yolunun etkin biçimde birbirinden ayrılması.
- Vinçle bobin taşıma sırasında gerçekleşebilecek kazaları önlemek için işçilerin uzaktan kumanda kullanmalarının sağlanması, vinçlerin üç aylık düzenli bakımlarının yapılması ve çalışma alanına uyarıcı levhaların konulması.
- Bobinlerin bobin yatağına yerleştirilmesi sırasında işçilerin elle müdahaleleri sonucu meydana gelebilecek ezilme, uzuv kaybı gibi riskleri önlemek için eldiven, başlık gibi koruyucu donanım kullanılması.
- Sıvı haldeki alçıpanın göze temasını engellemek için alçıpanın karıştırma işleminin yapıldığı alan, alçıpanın dışarı püskürmesini engelleyecek şekilde kapatılmalı, işçilere gerekli koruyucu donanım sağlanmalıdır.

**Ek 4. Tehlike ve risk tanımlama formu**

Ad-Soyad	Tarih	Tehlike tanımı	Risk tanımı

**Ek 5. Bakım-kontrol formu**

Sorumlunun adı-soyadı	
Tarih	
Departman	
Makine adı	
Tespit edilen hasar	
Bakımın içeriği	
Öneriler	



**Ek 6.** Risk formu

**RİSKİ TESPİT EDEN:**

**RİSKİN BELİRLENMESİ:**

**RİSKİN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRMESİ:**

**RİSKİN KONTROL ALTINDA TUTULMASI İÇİN YAPILMASI  
GEREKEN ADIMLAR:**

**RİSKİN OLMA OLASILIĞI**

Riskin olma olasılığı:

Riskin insan sağlığına etkisi:

**Ek 7. Kimyasal madde kullanım formu**

Sorumlunun adı-soyadı	
Tarih	
Departman	
Kimyasalın adı	
Tedarik edilen firma	
Öneriler	

# Alçıpan Üretiminde Fireyi En Aza İndirecek Yöntemlerin Geliştirilmesi

## Knauf A.Ş.

### Proje Ekibi

Ahmet Yıldız

Emre Çiftci

Fatih Altınay

İbrahim Özveren

Selim Dayıoğlu

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Nejat Kutup, Knauf Alçıpan Üretim Fabrikası,

Bilgi Teknolojileri Bölümü Yöneticisi

### Akademik Danışman

Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu,

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Knauf alçıpan fabrikasında, çeşitli sebeplerden meydana gelen fireler, hem fabrikanın üretimini olumsuz yönde etkilemekte hem de ciddi bir maliyetle fabrikaya yansımaktadır. Bu kapsamda fabrikanın bizden beklentileri üretim kaybına sebep olan problemlerin belirlenmesi, bu problemlerin üzerinde iyileştirmeler yapılarak, fabrikanın üretim kaybını en alt seviyeye çekilmesi olmuştur. Bütün bunlar göz önünde bulundurularak projenin amacı; üretimdeki fireyi en aza indirecek yöntemlerin geliştirilmesidir. Bu kapsamda, bobin firesini azaltacak, işlevsel, boyutsal, fonksiyonel tüm özellikleri düşünülerek bir aparat tasarlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Buna ilaveten fireyi en aza indirmeye yönelik oldukça kolay, kullanışlı ve kurulum zamanını azaltıcı bir üretim planlama sistemi geliştirilmiştir

**Anahtar Sözcükler:** GUI (Grafik Kullanıcı Arabirimi), fire azaltılması, iş sıralaması, çatallı kaldırmaç.

## 1. İşletme Tanıtımı

Kuruluş, üretimine 1989 yılında Bilkent-Ankara fabrikası olarak başlamıştır. 1997 yılında Knauf ile birleşmiştir ve Knauf İnşaat ve Yapı Elemanları Sanayi ve Ticaret A.Ş. olarak isimlendirilmiştir. Ankara fabrikasının üretim kapasitesi yıllık 15.000.000 m<sup>2</sup> dir. Knauf Ankara TS-EN-ISO 9002 (Kalite Güvence Belgesi) onayı alan ilk fabrikadır. Fabrika Türkiyenin her bölgesine alçı ve alçıpan satışı yapmaktadır. Buna ek olarak Ukrayna, Moldovya, Belarus, İsrail, Romanya, Bulgaristan, Gürcistan, Suriye ve diğer Orta Asya ülkelerine de ihracat yapmaktadır.

## 2. Projenin Tanımı ve Analiz

Proje kapsamında fabrikanın bizden beklentileri üretim kaybına sebep olan problemlerin belirlenmesi, bu problemler üzerinde iyileştirmeler yapılarak, fabrikanın üretim kaybını en alt seviyeye çekilmesidir. Fabrikadan alınan bilgiler ve yapılan incelemeler sonucunda, fabrikanın çeşitli sebeplerden dolayı kaybının üretimin %2,21'i kadar olduğu ve bunun %1'lik kısmının (traşlama) önlenemez kayıplar olduğu görülmüştür. Geriye kalan üretim kaybına sebep olan problemlerin adları ve oranları aşağıdaki gibidir;

1. Yapışmama: % 0,016
2. Kenar Formu Bozuk: %0,156
3. Kırık: %0,016
4. Üretim Başlangıcı: %0,659
5. Kabarma: %0,189
6. Nem: %0,028
7. Çatlak: %0,00 (2006 yılında böyle bir probleme rastlanmamıştır)
8. Elektrik Kesintisinden Kaynaklanan Problemler: % 0,057
9. Mekanik Arızalardan Kaynaklanan Problemler: %0,079
10. Kalsine: %0,00 (2006 yılında böyle bir probleme rastlanmamıştır)

Knauf'un Kalite Denetim Bölümü'nden alınmış olan "Hata Tanıtım Raporları" istatistiksel verilerine göre üretim kaybına neden olan en büyük problem "Üretim Başlangıcı"dır, ve toplam kaybın yaklaşık %30'u bu problemden kaynaklanmaktadır.

Bu istatistiksel verilere göre, üretim başlangıcında mevcut olan problemlere odaklanılması gerektiği ve bu problemlerde yapılacak iyileştirmelerin fabrikanın üretim kaybını ciddi değerde azaltacağı görülmektedir.

Ana problemler içerisinde sunulan üretim başlangıcını da kendi içinde aşağıdaki gibi problem sınıflarına ayırabiliriz;

1. Bobinde iz
2. Kimyasal karışımın tutturulamaması
3. Plakaların yapışmaması
4. Kurutma fırınının oturmaması

##### 5. Pres yanı aparatlarının ayarlanması

Bu problemlerin üretim sırasında her kurulum (setup) yapıldığında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise alçıpan üretiminde her kurulumdan sonra üretim hattının ve alçının sabit duruma (steady-state) ulaşması için geçen sürede üretilen alçıpanların atılmasıdır. Bu problemlerden kaynaklanan fireleri en aza indirmek için toplam kurulum sayısını en aza indirmeye çalıştık ve bunu sağlamak için de üretim müdürünün göz önünde bulundurduğu bütün kriterlere bağlı kalarak yapılacak işleri sıralayan bir bilgisayar programı hazırladık.

Yukarıda bahsettiğimiz firelerin tümü üretim dahilindeki fireleri kapsamaktadır. Ayrıca üretim haricinde karton bobini transferi sırasında ortaya çıkan hasardan kaynaklanan karton firesine de rastlanmaktadır. Bir yıl boyunca bobin transferleri sırasında depoya taşınan bobinlerin ortalama %4'ü hasar görmektedir. Hasar gören bobinlerde ise kartonun ortalama %2'si kullanılamaz hale gelmektedir.

Bobin transfer süreci aşağıdaki gibidir;

1. Almanya'dan gelen bobinlerle yüklü kamyonun fabrikaya gelmesi.
2. Bobin yüklü kamyonun ve bobinlerin transferini gerçekleştirecek olan çatallı kaldırma araçlarının transfer alanına gelmesi.
3. İlk transfer; kamyondan bobinin standart çatallı kaldırma tarafından alınıp, ilk transfer bırakma alanına bırakılmasıdır. Bu süreçte, standart çatallı kaldırma kamyonu girerek, transferini sağlayacağı bobini çatalları yardımıyla alıp, bırakma noktasına götürür. Genellikle bu işlemde, keskin olan çatallı kaldırma çatalları bobinlerin yüzeylerinde yırtıklara sebep olarak, bobinlerin belli bir kısmını kullanılamaz hale getirir. Böylelikle bobin probleminde gözlenen ilk fire olayı gerçekleşmiş olur.
4. Bobin transferindeki ikinci süreç, ilk transferde belirlenen alana bırakılan bobinin, bir kelepçeli kaldırma yardımıyla stok alanının girişine kadar olan transferini kapsar. Bu aşamada, kelepçeli kaldırma keskin çatal kullanmak yerine, kelepçeleme yöntemiyle bobini kavrar, olduğu yerde döndürüp, stok alanında istenilen biçimde ve sırada stoklama işlemini tamamlar.
5. Bu iki ana bobin transfer operasyonu kamyondaki bütün bobinler stok alanına alınmaya kadar devam eder. Bu süreç 2 kaldırma seri olarak çalışmasıyla gerçekleşmektedir.
6. Son olarak yine kelepçeli kaldırma stok alanının girişine bırakılan bobinlerin stok alanının içinde belirlenen noktalara transferini gerçekleştirir.
7. Stok alanında toplanan bobinler daha sonra üretimde kullanılmak amacıyla fabrika içine yine 2 aşamada taşınırlar. 1. aşamada bobinler buldukları stok alanından fabrika içinde daha önceden belirlenmiş olan noktalara standart çatallı kaldırma yardımıyla getirilir. 2.

aşamada ise, tekrar kelepçeli kaldırkaç kullanılarak bobin üretime gireceği noktaya getirilir.

Fabrikadaki bobin firesine ilave olarak, fabrika yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda fabrikanın üretim planlamasında da problemlerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu problemlerin ana sebepleri; fabrikanın aldığı taleplerdeki belirsizlik ve talep tahmin yöntemlerinin uygulanamamasıdır. Üretim planı, üretimden sorumlu müdürün tecrübelerine dayanılarak, taleplerin müşterilere zamanında ulaştırılması ve kurulum sayısını en aza indirme ölçütleri temel alınarak çizelgelenmektedir.

### **3. Önerilen Yöntem ve Uygulama Planı**

#### **3.1. Bobin aparatı tasarımı**

Yukarıda belirtildiği üzere, bobin transferi sürecindeki yırtılmadan kaynaklanan fireyi düşürmek için standart çatallı kaldırkaçta kullanılan çatalların yerine silindirik yeni aparat kullanımı şeklinde çözüm önerisi fabrikaya sunulmuştur(Ek 1). Fabrika yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda önerilen yeni aparatın kullanılmasına karar verilmiştir. Yeni aparatın tasarımı Ostim’de aparatı üreten şirket yetkilileri ve Knauf yetkilileri ile süregelen ortak görüşmeler sonucunda gerçekleştirilmiştir(Ek 2). Aparat şirkete 2000 €’ya mal olurken, kullanılmasına ocak ayının sonunda başlandı. Aparat standart çatallı kaldırkaçın çatalları yerine takılmıştır. Kamyondaki bobin alınırken, silindirik aparat bobinin ortasına geçirilip, bobine hiçbir zarar vermeden belirlenen bırakma noktasına taşınıyor. Halen fabrika bu aparatı kullanmaktadır(Ek 3). Bunun yanında aparattan beklenen yıllık kar ise yaklaşık:

Bir senede kullanılan bobin sayısı = 2900 adet

Hasarlı bir bobinin ortalama fire oranı = 0,02

Bir yılda hasar gören bobin oranı = 0,04

Bir bobinin fiyatı = 1900€

Yıllık bobin maliyeti = 2900 x 1900 = 5.510.000

Yırtık bobin oranı = 0,04 x 0,02 = 0,0008

Bir senede bobinlerden atılan kartonun maddi değeri = 5.510.000 x 0,0008 = 4408€’dir.

#### **3.2. İş düzenleme programı**

Kurulum zamanını en aza indirme amaçlı çalışmalarımız da olmuştur. Fakat akademik ve endüstriyel danışmanlarla yapılan bilgi alışverişi sonucunda siparişlerin hangi güne, ne kadar miktarda olduğunun belirsizliği nedeniyle yazılması planlanan Doğrusal Programlama’nın kısıtlamaları belirlenememiştir. Örneğin bir siparişte 1000 m<sup>2</sup> alçıpan talep edildiğinde bu siparişin teslim tarihi müşteri tarafından belirtilmemektedir. Ücreti ödendikten sonra herhangi bir zamanda 400 m<sup>2</sup>’si ve başka bir zamanda da 600 m<sup>2</sup>’si

istenebilmektedir. Fabrikanın stok alanı kısıtlı olduğundan ücreti ödenen siparişin üretimi hemen yapılmamakta, müşterinin kesin miktar ve tarih belirtmesi beklenmektedir. Bu belirsizlikler teslim tarihi ile ilgili kısıtlamaları oluşturmayı engellemiştir.

Doğrusal Programlama yöntemi uygulanamadıktan sonra, toplam kurulum sayısını azaltmak için üretim planlamasının iyileştirilmesi konusuna odaklanılmıştır. Bu kapsamda oldukça kolay, pratik, girdileri değiştirilebilir ve Visual C# dili ile yazılmış bir program oluşturulmuştur.

Fabrikada üretim sorumlularının karar verme usulü, hazırladığımız programa dökülmeye çalışılmıştır. Bu karar verme usulü, belirli kriterler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Kriterler, üretim müdürü Batuhan Bey'in üretimi planlarken göz önünde bulundurduğu maddeleri kapsamaktadır; kalınlık, iş durumu, nakliye, satış. Bu kriterlerin önem katsayıları, ayarlar panelinden 100 üzerinden verilebilen değerler olarak değiştirilebilir niteliktedir. Sabit katsayı kullanmamamızın sebebi ise istenildiğinde önem derecelerinin güncellenebilmesini sağlamaktır. Örneğin önceden pek önemli olmayan bir kriter zamanla önem kazanabilir ve bu kriterin katsayısı artırılarak güncellenebilir. Program, kurulum sürelerini, işlerin işlem ve bitiş süreleri hesaplanırken kullanmaktadır. Yine aynı ayarlar panelinden kalınlıklar arasındaki kurulum süreleri de değiştirilebilmektedir. Bu da kurulum sürelerindeki değişikliklerin programımızda da güncellenmesini sağlayacaktır.

İş ekleme butonuna basılarak, “siparişin adı”, “kalınlığı” (6 - 9,5 - 12,5 - 15), “adedi”, “çeşidi” (standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı), “iş durumu” (Proje, Konut Proje ve Bayi Satış), “satış” (Yurtiçi , İhracat), “nakliye” (Bayiden, Bizden), “boy” (ör: 2700mm, 2500mm) ve “teslim tarihi” gibi kriterler girilerek, sipariş sıralama işlemine dahil edilmektedir.

Sıralama işleminin, “Çözümsel Sıradüzen Süreci” (Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak oluşturulması planlanmıştır. Puanlamalar, her kriterin kendi içinde ve kriterlerin birbirleri arasında yapılmaktadır. Bu puanlamalar sonucunda da her bir sipariş için seçilen kriterlere göre bir ağırlıklı toplam hesaplanıp bir sıralama oluşturulmaktadır. ÇSS sıralama algoritmasında kriterlerin oranlarıyla birlikte, her sipariş için bunlara ek olarak siparişler arasındaki her oranın da girilmesi gerekmektedir. Her ne kadar bu girişler sıralamanın daha detaylı olmasını sağlasa da, çok fazla değer girilmesi bu yöntemi kullanışsız hale getirmektedir. Bu sebepten dolayı, bu yöntemi biraz daha pratikleştirerek bir bilgisayar programı hazırladık. Kriterlerin program üzerinde değiştirilebilir ağırlık puanları var. Girilen siparişler için ağırlıklı toplam puanları hesaplanmakta ve siparişlerin bu puanlara

göre büyükten küçüğe sıralanmasıyla da işlerin sıralaması elde edilmektedir.(Ek 4).

Siparişlerin teslim tarihlerine yetiştirilmesini ve toplam kurulum sayısının en aza indirilmesini sağlamak için bir algoritma geliştirilmiştir. Alçıpanlar kalınlıklarına göre ürün ailelerine ayrılırlar. Kurulum sayısını en aza indirmek için aynı ürün ailesinden olan siparişlerin ard arda üretilmesi gerekmektedir. Yeni gelen siparişin ürün ailesine bakılır ve yapılacak işlerdeki aynı ürün ailesinin bulunduğu sıralarda kendi ağırlıklı puanına göre bir yer bulur. Bu sipariş ağırlıklı puanına göre sıraya girdiğinde herhangi bir işin tahmini teslim tarihine yetişmesini engelliyorsa bir sonraki sıraya geçer. Bütün işlerin teslim tarihini geçirmeyecek en uygun sırayı bulana kadar bu işlem devam eder. Eğer yeni gelen sipariş hangi sıraya girerse girsün önceki siparişlerin teslim tarihine yetişmesini engelliyorsa en son sıraya geçer. Böylece hem toplam kurulum sayısı hem de geciken iş sayısı en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Programımıza stok değerlerinin girilmesiyle, sipariş sırasında stok kontrolü yapılarak yeterli miktar mevcut ise gelen sipariş üretim planına girmeden stoktan karşılanabilir.

İşlem sırası “Liste Çıktı” butonuna basılarak bir text dosyası olarak alınabilir. Bu dosya, planlanan işlerin genel bilgilerini ve zamanlarını içerir. Rapor şeklinde almış olduğumuz bu text dosyası yapılması gereken işlerin sırasını gerekli kişilere ulaştırılmasını sağlamaktadır.

#### **4. Genel Değerlendirme**

Bu projede Knauf-Alçıpan'ın alçıpan üretimindeki fireleri azaltılmaya çalışılmıştır. Üretim fireleriyle ilgili iyileştirme çalışmalarına başlamadan önce fabrikanın fire kayıt dosyalarından firelerin çeşitlerine göre yüzdeler oranları belirlenmiştir. Bu oranlara göre en fazla firenin üretim başlangıcında (kurulum süreci) %0,659 olduğu gözlemlenmiştir. Bundan sonra üretim içindeki fireleri azaltmak için üretim başlangıcında oluşan fireler üzerinde odaklanılmış ve toplam kurulum sayısını azaltacak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bunun dışında bir de üretim dışında karton bobinlerinin hasarından kaynaklanan karton fireleri gözlemlenmiş ve yeni bir çatallı kaldırma aparatıyla bu firelerin azaltılması sağlanmıştır.

##### **4.1. Projenin firmaya getireceği katkılar**

Yukarıda da anlatıldığı gibi bu program hem üretim mühendisinin öncelik verdiği kriterler hem de siparişlerin zamanında yetiştirilmesi göz önüne alınarak oldukça işlevsel bir üretim programı haline getirilmiştir. Programdaki öncelik değerlerinin ve kurulum sürelerinin değiştirilebilir olması da ilerleyen zamanlarda programın güncellenebilirliğini sağlamaktadır. Ayrıca programın kullanımı çok



kolay olduğundan üretim mühendisinin yokluğunda bile rahatça siparişlere göre üretim planı yapılmasını sağlamaktadır.

Üretim planlama programı dışında firelerin azaltılması için bobin hasarı üzerinde de durulmuştur. Bobinler kamyonlarla Knauf-Alçıpan deposu önüne geldiklerinde depoya aktarılması için birkaç transfer işleminden geçmektedirler. Bu transfer işlemlerinin ilki olan kamyonun yere indirme işleminde çatallı kaldırma çatalının kaldırırken bobine zarar verdiği gözlemlenmiştir. Bu hasarı en aza indirmek için kaldırma çatalı yerine yeni bir aparat tasarlanmıştır. Bu aparat bobinin ortasındaki deliğe girerek bobinin kenarlarına zarar vermeden kaldırılmasını sağlamıştır. Bu aparatın hayata geçirilmesiyle bobin firesinde hissedilir bir azalma olmuştur. Bobin firesinin azalmasıyla Knauf-Alçıpan'ın yıllık 4408€ kaybı ortadan kalkmıştır.

İleriye dönük olarak bütün bu hasarların önüne geçmek için Knauf'un diğer fabrikalarında da uygulanan bobinlerin kamyonlardan direk üretime taşınması sağlanabilir. Knauf-Ankara fabrikasında deponun ve üretim alanının uzak olması ve aradaki yolun eğimli olması nedeniyle şimdilik bu gerçekleştirilememektedir.

#### **4.2. İleriye dönük geliştirme olanakları**

Yukarıda da belirtildiği gibi hazırlanmış olduğumuz programda ileriye dönük güncelleştirmeler yapılabilir. Örneğin ileride kurulum zamanlarında bir iyileştirme yapılırsa program üzerindeki ayarlar kısmından bunlar güncellenebilir. Ayrıca zamanla üretim mühendisinin öncelik kriterleri değişirse yine programın ayarlar kısmından kriterlerin öncelik katsayıları güncellenebilir.

## **KAYNAKÇA**

Williams D. N. ve Wirth, A. (1996). "A new heuristic for a single machine-scheduling problem with setup times", *Journal of the Operational Research Society*, 47, 175-180.

Sidney, J.B. (1977). "Optimal single machine scheduling with earliness and tardiness penalties", *Operations Research*, 25, 62-69.

Ghosh JB. (1994). "Batch scheduling to minimize total completion time", *Operations Research Letters* 32, 2479-2491.

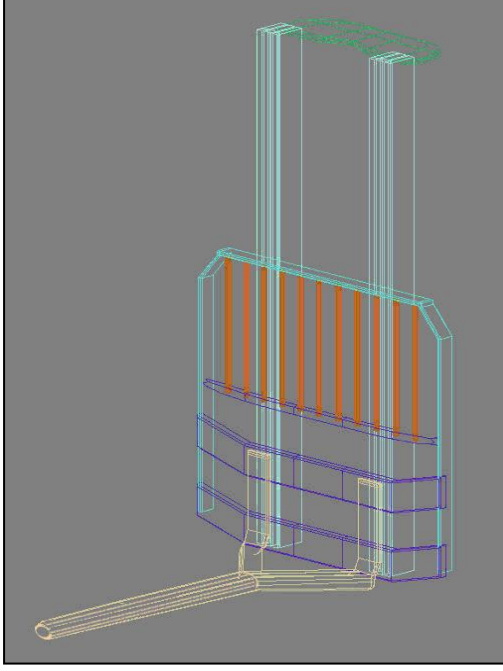
Gupta J.N.D. (1998). "Single facility scheduling with multiple job classes", *European Journal of Operational Research*, 70, 127-143.

<http://macs.hw.ac.uk>

<http://portal.acm.org>

## EKLER

Ek 1. Aparatın bilgisayar ortamında tasarımı



Ek 2. Eski ve yeni çatallı kaldırma tasarımları



Ek 3. Yeni çatallı kaldırmaç aparatının uygulaması



Ek 4. Knauf iş düzenleme programı

Knauf

KNAUF İŞ DÜZENLEME

İşler

Eskileri Gösterme

Id	Şirket	Bitiş	Ne Zamana	Drm
1	Yüzevler	18.03.2007 15:49	28.03.2007	Bit
2	Kebap49	28.03.2007 16:11	02.04.2007	Bit
6	Hacı Arif	28.03.2007 16:12	30.03.2007	Bit
5	Ciğeri52	28.03.2007 16:22	30.03.2007	Bit
9	KPYC Kebap	28.03.2007 17:52	05.04.2007	0'li
3	Bilkent01	28.03.2007 18:04	02.04.2007	0'li
14	Hosta Piknik	04.04.2007 00:04	25.03.2007	0'sz

İş Detayları

Id: 9  
Şirket: KPYC Kebap  
Kalınlık: 12.5 luk  
İş Durumu: Proje  
Satış: Yurtici  
Nakliye: Bayiden  
Boy: 9000  
Tip: Standart  
Puan: 20000  
Sıra: 5  
Süre: 01:30:00  
Adet: 1  
Durum: Onayli

**Ek 5.** Knauf iş düzenleme programı işlem süreci:

İşlem sıralama programında parametrelerin ve değişkenlerin tanımlanması:

$K_i$  = i'nci siparişin ürün ailesini belirtir.  $K_i$  = 12.5'luk, 9.5'luk, 15'lik, 6'lik.

$K_j$  = j'nci sıradaki ürün ailesini belirtir.  $K_j$  = 12.5'luk, 9.5'luk, 15'lik, 6'lik.

$ID_i$  = i'nci siparişin iş durumunu belirtir.  $ID_i$  = Proje, Konut proje, Bayi Satış

$S_i$  = i'nci siparişin satış durumunu belirtir.  $S_i$  = Yurt içi, İhracat

$N_i$  = i'nci siparişin nakliye durumunu belirtir.  $N_i$  = Bayiden, Bizden

$W_{ij}$  = j'nci sıradaki i siparişinin toplam puanını belirtir.

$BT_i$  = i'nci siparişin bitiş tarihi.

$TT_i$  = i'nci siparişin teslim tarihi.

Kat sayılar:

*Kalınlık için;*

$K_i = 12.5'luk = 100$        $K_i = 9.5'lik = 15$

$K_i = 15'lik = 10$        $K_i = 6'lik = 5$

*İş Durumu için;*

$ID_i = \text{Proje} = 100$      $ID_i = \text{Konut Proje} = 20$      $ID_i = \text{Bayi satış} = 10$

*Satış için;*

$S_i = \text{Yurt içi} = 100$      $S_i = \text{İhracat} = 40$

*Nakliye için;*

$N_i = \text{Bayiden} = 100$        $N_i = \text{Bizden} = 20$

**İş Düzenleme Programının İşlem Süreci**

1. Adım (iş ekleme)

İş ekleme butonuna bas.

i'nci sipariş için  $K_i, ID_i, S_i, N_i = \emptyset$

2. Adım ( gerekli bilgilerin girilmesi )

i'nci sipariş için şirket adı, kriterleri (kalınlık, iş durumu, satış, nakliye), ürün tipini, boyunu, adedini ve teslim tarihini gir.

i'nci sipariş için  $K_i, ID_i, S_i, N_i$  değerleri belirlenir.

$W_{ij} = (100 \times K_i) + (40 \times ID_i) + (30 \times S_i) + (30 \times N_i)$  olarak hesaplanır.

3. Adım ( stok sorgulaması )

Stok butonuna basarak i'nci siparişin türünden stokta bulunup bulunmadığını sorgula.

Eğer stokta o türden bulunuyorsa, çıkan pencerede “evet” veya “hayır” butonuna basarak stoğun kullanılıp kullanılmamasını belirle.

Stokta o türden bulunmuyorsa 4. adıma geç.

4. Adım ( siparişlerin sıraya sokulması )

i'nci siparişin işlem sırasına sokulması için “Ekle” butonuna bas.

Her  $j$  için eğer  $W_{ij} < W_i < W_{i(j+1)}$  ve  $BT_i < TT_j$  ve  $K_i = K_j$  ise  $i$ 'nci sipariş  $j$ 'nci işlem sırasına girer. Aksi takdirde (herhangibir  $BT_i > TT_j$ ) ise  $i$ 'nci sipariş en son sıraya geçer.

5. Adım (Liste çıktısı alınması)

“Liste Çıktı” butonuna basarak işlem sıralamasının çıktısını al.

6. Adım (Ayarların güncelleştirilmesi)

Kriterlerin katsayıları veya kurulum zamanları güncelleştirilmek istendiğinde “Ayarlar” butonuna basarak bu değerler değiştirilebilir.

**Ek 6.** İş düzenleme programının örnek kod tanımlamaları:

```
ARRANGELIST ( Processes, last )
  for i = 1 to num_finished
    List[ last ] <- Processes[i]
    last <- last + 1
  for i = num_finished + 1 to num_valid
    for j = num_valid to num_unvalid
      if order[j] = i
        List[ last ] <- Processes[j]
        last <- last + 1
      List[ last ] <- Processes[i]
      last <- last + 1
    for i = num_valid to num_unvalid
      if order[i] = num_valid
        List[ last ] <- Processes[i]
        last <- last + 1
  end

SETORDER ( Processes, last, Process )
  if num_finished = num_valid
    Order[ last ] <- num_valid
    return
  if Process.puan > Processes[num_finished].puan
    and Process.width = Processes[num_finished].width
    and not_exist_due_time_overflow
    Order[ last ] <- num_finished
    return
  for i=num_finished+1 to num_valid
    if Processes[i].width ~= process.kalinlik
      and Processes[i-1].width ~= process.kalinlik
      continue
    if exist_due_time_overflow
      continue;
    if Processes[i].kalinlik = Process.kalinlik
      if Processss[i].puan < Process.puan
        Order[ last ] <- i
        return
      else
        continue
    else
      Order[ last ] <- i
      return
```

```

        Order[ last ] <- num_valid
end
INSERT ( Processes, last, Process )
    Processes [ last ] <- Process
    SETORDER( Processes, last, Process )
    last <- last + 1;
    ARRANGELIST ( Processes, last )
end
DELETE ( Processes, last, d )
    num_valid <- num_valid - 1
    for i=d to num_valid
        Processes[i] <- Processes[i+1]
    num_invalid <- num_invalid - 1
    for i = num_valid to num_invalid
        Processes[i] <- Processes[i + 1]
        if Order[i] >= d
            SETORDER( Processes[i] )
end
end

```



# Otobüs Montajında Verimlilik için Hat Tasarım ve Planlama Yöntemleri

## MAN Türkiye A.Ş.

### Proje Takımı

Mehmet Oğuzhan Atasever

Selçuk Baran

H.Burak Gültemiz

M.Akif Gürbüz

Gökhan Koyuncu

Murat Mısırcı

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Mehmet Şermet, Üretim Şefi

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Mehmet R. Taner,

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

MAN Türkiye A.Ş'de otobüslerin üretiminin tamamlandığı montaj hattında üretimin belirli bir yöntemle göre yapılmaması şirket için verimliliği düşüren başlıca etkenlerdendir. Söz konusu probleme çözüm getirmek amacıyla yapılan bu projede, montaj hattındaki istasyonlarda işgücü ve süre dağılımı dengelenerek her bir otobüs modeli için üretim süresi olabildiğince düşürüldükten sonra çok modelli sistemde üretimin hangi sırayla yapılacağı belirlenmektedir. Bu doğrultuda üç basamaklı bir yöntem geliştirilmiş ve C programlama dili ile kullanıcı dostu bir program geliştirilmiştir. Dört otobüs modeli için yapılan çalışmada %6'ya varan verimlilik artışı sağlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Montaj hattı, takt zamanı, salome, öncüllük-ardıllık.

## 1. İşletme Tanıtımı

1966'da kurulmuş olan MAN Türkiye A.Ş.'nin Ankara tesislerinde MAN ve NEOPLAN marka 19 çeşit otobüs üretilmekte ve buradan 41 ülkeye ihraç edilmektedir. Bu 19 çeşit aracın üretimi sadece MAN Türkiye'nin Ankara tesislerinde gerçekleştirilirken, satış ve servisi MAN'ın dünya çapındaki satış ağı ile yapılmaktadır. 110.000 m<sup>2</sup> üretim alanına sahip olan MAN Türkiye A.Ş. 3000 çalışanı ile yılda 2300 otobüs üretmekte ve bu otobüslerin yaklaşık %80'ini ihraç etmektedir.

## 2. Proje Tanımı

Üretim kapasitesini her yıl arttıran Man Türkiye A.Ş. sipariş adedince otobüs üretmekte olup envanter seviyesini olabildiğince küçük tutmaktadır. 2004 yılında 2004 otobüs üretmek için başlatılan *Evolution 2004* projesi başarı ile tamamlanmıştır. Şirketten 2006 yılı için talep edilen otobüs sayısı yaklaşık olarak 2300'dür. Yıllar geçtikçe artan talep Man Türkiye A.Ş.'yi üretim kapasitesi artırımına zorlamaktadır. Kapasite artırımı ise işçi alımı ile birlikte takt zamanının kısaltılmasını gerektirmektedir. Belirlenen bir takt zamanı için istasyonlara atanmış olan işlemlerin işçi-zaman planlamasını yapmak şirket bünyesinde çalışan mühendisler için önemli bir problemdir.

MAN Türkiye için montaj hattının önemi son derece belirgindir. Otobüsler son halini burada almakta ve üretimin büyük kısmı burada gerçekleşmektedir. Diğer bir ifadeyle, montaj hattında yapılacak iyileştirmelerle günlük ve dolayısıyla yıllık üretimi artırıp şirketin cirosunu daha üst seviyelere taşımak mümkündür. Yürütülmekte olan otobüs montajı hat tasarımı ve planlama yöntemleri projesi de sistemde bir iyileştirme yapma amacı gütmektedir. Öngörülen proje montaj atölyesinde talepteki ani değişiklikleri göz önünde bulundurarak üretim planlaması yapabilecek bir algoritmanın geliştirilmesidir. Geliştirilecek algoritma ile kaynakların daha verimli kullanılması ve bunun sonucunda takt zamanında düşüş ve üretimde artış hedeflenmekte, daha sonrasında ise esnek bir prosedür ortaya çıkarılarak üretimin isteğe göre şekillendirilebilmesi amaçlanmaktadır.

### 2.1. Sistem analizi

Montaj hattında G, H, I, J şeklinde isimlendirilmiş, her birisinde 8'er istasyon bulunan, 4 bağımsız bant yer almaktadır. Sistemin mevcut durumunda 4 bantta günde toplam 9 otobüs üretilmektedir. Bantlar üzerindeki istasyonların sahip oldukları esnek araç ve işçi çeşitlenmeleri sayesinde farklı otobüs modelleri eş zamanlı olarak üretilmektedir. Her bir bantta her çeşit model için yaklaşık olarak 250 farklı işlem tanımı bulunmaktadır. İstasyonlara atanmış olan bu işlemler her bir istasyonda eşzamanlı işler olarak yapılmaktadır. Bu işlemlerin otobüsün neresinde yapıldığı, ek araç-gereç kullanılıp

kullanılmadığı, kaç işçi tarafından yapıldığı, ne kadar sürede yapıldığı ve kendisinden önce hangi işlemlerin tamamlanmış olması gerektiği olmak üzere beş farklı özelliği bulunmaktadır. Herhangi bir istasyon üzerinde tüm işlemleri tamamlamış olan araçlar yapılması gereken diğer işlemler için bir sonraki istasyona taşınmaktadırlar. İstasyonlar arasında tek bir yol olduğu için istasyonlar arasında düzensiz geçişler olmamaktadır. Bir istasyondaki bütün işlemleri tamamlanmış olan bir otobüs bir sonraki istasyona geçebilmek için o istasyondaki otobüsün işlemlerinin tamamlanmasını beklemek durumunda kalmakta ve bekleme süreleri ortaya çıkmaktadır. Bir istasyonda çalışan işçilerden en uzun işlem süresine sahip olan işçinin çalışma süresi istasyon zamanını belirlemekte ve 8 istasyon zamanı arasındaki en uzun istasyon zamanı ise takt zamanını belirlemektedir.

## **2.2. Problem tanımı**

MAN Türkiye A.Ş. yıllık otobüs üretim planını üretim yapılacak yıl içerisindeki kesinleşmiş ve ortaya çıkması öngörülen talebe göre şekillendirmektedir. Kesinleşmiş siparişin yanısıra ek talepler ortaya çıktığında üretim yoğunluğunun artırılması gereği ortaya çıkmakta ve mevcut üretim planı yeterli ölçüde verimli olmadığı için üretim kapasitesi zorlanmakta, bunun sonucunda üretim açığı şirkete yüzde elli daha pahalıya mal olan fazla mesai ile kapatılmaya çalışılmaktadır. Verimsiz kaynak (işçi) kullanımını sonucu otobüslerin üretimi bantlarda tamamlanamamakla birlikte eksikler ortaya çıkmakta, ayrıca zaman zaman hatalı üretim yapılabilmektedir (mevcut durumda dört bantta üretim yapılması gerekirken bantların biri hata düzeltme ve eksik giderme için kullanılmaktadır). Montaj hattı dengeleme probleminde MAN Türkiye A.Ş yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda; her işlemin her istasyonda yapılabileceği, her işçinin her istasyonda çalışabileceği ve işçilerin otobüs çevresinde çalışırken birbirine engel teşkil etmeyeceği kabulleri yapılmıştır.

Yapılan incelemelerin ardından problem “Birbirinden bağımsız 4 montaj hattında, çoklu modeller için işlemleri istasyon ve işçilere atayarak istasyon yüklerini dengelemek ve takt zamanını düşürmek ” olarak tanımlanmıştır.

## **2.3. Literatür taraması**

Literatürde montaj hattı dengeleme problemi olarak bilinen problem, belirli sayıda işlemin, öncülük ilişkileri, işlem süreleri ve kaynaklar göz önünde bulundurularak istasyonlara atanmasıdır(Boctor, 1995). MAN Türkiye A.Ş’de birden çok otobüs modeli üretilmesi problemin klasik montaj hattı dengeleme probleminden daha zor olan karışık montaj hattı dengeleme problemiyle uyduğunu göstermektedir. Öte yandan MAN Türkiye A.Ş’de sabit istasyon sayısı olması ve hedefin takt zamanını en küçültmek olması problemin

literatürde SALBP-2 adıyla bilinen problemle uyduğunu göstermektedir(Baybars, 1986).

Küçük boyutlu montaj hattı dengeleme problemlerini optimal(en uygun) çözen algoritmalar olsa da MAN Türkiye A.Ş'deki gibi büyük boyutlu problemler için optimal algoritmalar sonuç vermemektedir. Bunun nedeni problemin boyutu arttıkça hesaplama süresinin üstel artış göstermesidir. Bu nedenle ortaya bir çözüm koyabilmek için sezgisel algoritmaların kullanımı zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan taramalar sonucunda hem iyi sonuçlar verdiği bilinen hem de kodlanmış haline kolayca ulaşılabilen *Salome* algoritmasının kullanılmasına karar verilmiştir.

### 2.3.1. *Salome*

Bu algoritmanın temeli dallanma ve sınırlandırma yöntemine dayanmaktadır. Yerel alt sınır yöntemi ve çok yönlü dallandırma yöntemleri kullanması bu algoritmayı bilinen en iyi montaj hattı dengeleme algoritmalarından daha iyi çalışır hale getirmiştir(Scholl, 2006). *Fable* ve *Eureka* algoritmaları ile değişik problem boyutlarında yapılan testlerin karşılaştırmalı sonucu Tablo 1(Scholl, 2006)'de gösterilmektedir.

Tablo1. Montaj hattı dengeleme algoritmalarının karşılaştırılması

Problem Kümesi (boyut)	Birleştirilmiş (232)			Talbot (64 pr)			Scholl (168 pr)		
	Fable	Eureka	Salome	Fable	Eureka	Salome	Fable	Eureka	Salome
Optimal Çözülen	179	165	199	48	46	48	80	69	100
Ortalama Sapma	0,95	1,10	0,67	0,25	0,41	0,25	1,44	1,62	1,00
En Büyük Sapma	7,69	14,29	7,69	7,69	7,69	7,69	7,14	14,29	6,67
Ortalama Hesap Süresi	175,9	226,4	138,1	48,8	88,1	39,9	267,1	334,4	209,3

### 2.3.2. *Profil bulma yöntemi (profile fitting heuristic)*

Man Türkiye A.Ş'nin montaj hattı gibi geçişsiz sisteme sahip montaj veya üretim hatlarında birden çok ürünün hangi sıra ile sisteme gireceğine karar vermek çok önemlidir. Olası bir sıralama sonucu ürünlerin istasyonlarda işi bittikten sonra bir sonraki istasyona geçememesi işgücünün verimsizleşmesi anlamına gelmektedir. Toplam bekleme süresini azaltabilmek için birçok algoritma geliştirilmiştir(Scholl, 2006). Bu algoritmaların arasında en kolay kodlanabilir olan ve yaygın olarak kullanılan profil bulma yönteminin kullanılması kararlaştırılmıştır. Profil Bulma Yöntemi'nin adımları Ek 1'de gösterilmiştir.

### 3. Önerilen Yöntem ve Uygulaması

#### 3.1. Genel yaklaşım ve önerilen çözüm yöntemi

Literatür taraması sonucunda problemin mevcut algoritmalarından biriyle çözümlenemeyeceği görülmüştür. Literatürdeki montaj hattı dengeleme prosedürlerinin birçoğu her istasyonda tek işçi düşünülerek oluşturulmuştur. Mevcut durumda, MAN montaj hatlarının her istasyonunda, bir işlemi birden fazla işçi aynı anda yapabilmektedir. Örnek olarak koltuk montajı tek bir işçi tarafından yapılabilirken, cam montajının 4 işçi tarafından yapılması gerekmektedir. Bu durum problemin matematiksel modelinin NP-Zor olmasına neden olmuş, bu da problemin optimal çözümünü mevcut koşullarla olanaksız hale getirmiştir. Gerçek zamanda optimal çözümün olanaksız oluşu, problemin “sezgisel metodlar” aracılığı ile çözümünü zorunlu hale getirmiştir. Literatür taraması ve yetkin akademisyenlerle yapılan görüşmeler sonucunda problemi çözülmesi olanaklı 3 ayrı parçaya ayırma ve bu problemleri ayrı ayrı çözme kararı alınmıştır.

##### 3.1.1 Birinci aşama

Literatürde sıkça geçen *Salome* adlı algoritma kullanılmıştır. Bu algoritma her bir otobüs modeli için, modelin sahip olduğu yaklaşık 250 işlemi toplam işlem sürelerini dikkate alarak olabildiğince dengeli bir şekilde belirli sayıda istasyona dağıtır. Dağıtımda algoritmanın dikkat ettiği hususlar aşağıdaki gibidir:

- Herhangi bir işlemin bir kısmının bir istasyonda geri kalanının başka bir istasyonda yapılması mümkün değildir. Her işlem atandığı istasyonda yapılmalıdır.
- Her bir istasyon için o istasyona atanmış işlemlerin sürelerinin toplamı istasyon iş yükünü verir ve istasyonların iş yükü birbirine olabildiğince yakın olmalıdır.

##### 3.1.2 İkinci aşama

Önerilen yeni bir algoritma ile verilen sayıdaki işçi istasyonlara dağıtılır ve *Salome*'nin istasyonlara dağıttığı işlemler her bir istasyon için alınır ve bu işlemler o istasyona atanan işçilere dağıtılır. Dağıtımda algoritmanın dikkat ettiği hususlar aşağıdaki gibidir:

- Herhangi bir işçinin birden çok istasyonda çalışması mümkün değildir.
- Her bir işçi tek bir istasyonda çalışabilir.
- Her bir istasyon için o istasyondaki her bir işçiye atanmış işlemlerin sürelerinin toplamı o işçinin kullanım süresini verir ve en büyük işçi kullanım süresi olabildiğince küçük olmalıdır.

İşlemlerin toplam süresi toplam işçi sayısına bölünerek takt zamanı için bir alt sınır belirlenir. Ayrıca her bir istasyon için işlemlerin atanma sıralaması üç farklı şekilde belirlenmiştir. Algoritma üç farklı sıralama ile belirlenen alt sınırdan başlayarak her bir istasyon

için işlemleri gerekli sayıda işçiye atamakta ve atama sonucunda kaç işçi kullanıldığına bakmaktadır. Belirlenen üç farklı sıralama ile oluşan atamalar sonucunda ortaya çıkan işçi sayıları kıyaslanmakta, en az işçi kullanan atama esas kabul edilmektedir. Eğer belirlenen takt zamanı için problem verileden daha fazla işçi ile çözülmüşse takt zamanı bir dakika arttırılıp problem tekrar çözülmektedir.

### **3.1.3. Üçüncü aşama**

Profil bulma yöntemi kullanılmıştır. Bu aşamada her otobüs modeli için ilk iki problemin çözümü sonucu elde edilmiş olan istasyon zamanları alınır ve otobüs modellerinin hatta hangi sırayla gireceği kararlaştırılır. Amaç toplam kullanışsız zamanı azaltmaktır. Aşağıda bu aşamaların amaç, girdi ve çıktıları görülmektedir.

#### **1. Aşama: Salome**

- Amaç :İstasyonlardaki toplam iş yükünü dengelemek
- Girdi :İşlemlerin toplam süreleri ve öncülük ilişkileri
- Çıktı :İşlemlerin istasyonlara atanmış hali

#### **2. Aşama: Önerilen Algoritma**

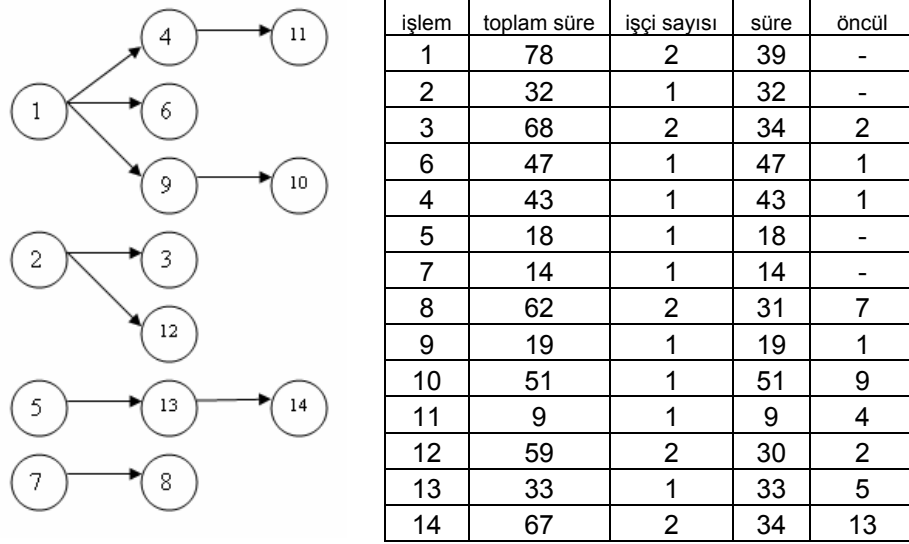
- Amaç :İstasyonlara atanmış işlemleri işçilere atamak
- Girdi :İşlem süreleri, işçi sayısı, öncülük ilişkileri
- Çıktı :İşlemlerin işçilere atanmış hali

#### **3. Aşama: Profil Bulma**

- Amaç :Modellerin üretim sırasını belirlemek
- Girdi :Modellerin istasyon süreleri
- Çıktı :Modellerin üretim sıralaması

### **3.2. Önerilen algoritmanın örnekleme**

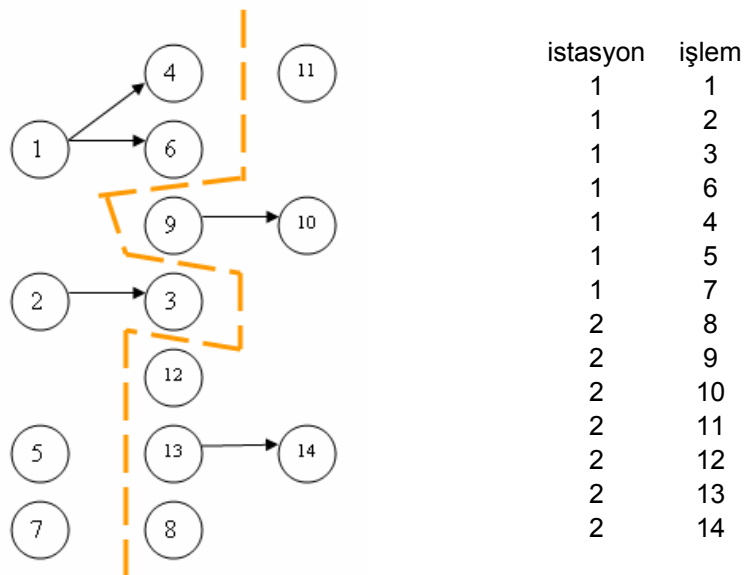
14 işlemin 2 istasyondaki 6 işçiye atanması ile ilgili örnek problem aşağıda gösterilmiştir. Bu problemde yukarıda sayılan üç aşamadan ilk ikisinin uygulaması görülmektedir. İşlem bilgileri ve öncüllük-ardıllık ilişkileri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. İşlem bilgileri ve öncüllük-ardıllık ilişkileri

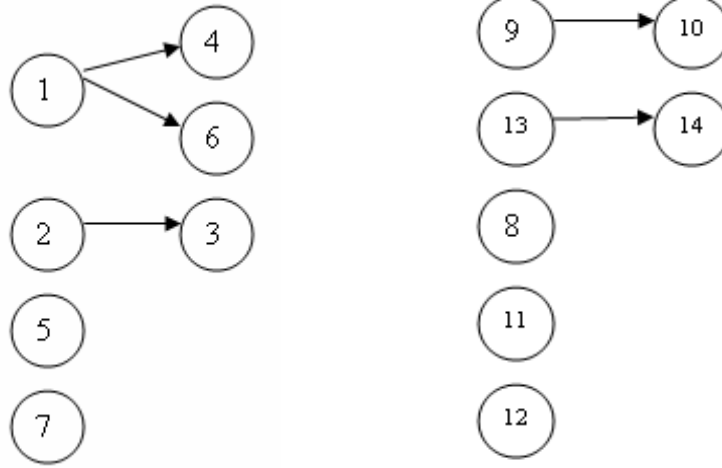
### 3.2.1. Birinci aşama:

İşlemlerin toplam sürelerinin toplamı 600 dakikadır. İşlemler *Salome* ile istasyon süreleri dengeli olacak şekilde iki istasyona Şekil 2'deki gibi dağıtılmıştır.



Şekil 2. İşlemlerin salome ile iki istasyona bölünmesi

Salome her istasyon için iş yükünü 300 dakika olacak şekilde dengelemiştir. Bu işlem sonunda öncüllük-ardıllık ilişkileri de değişikliğe uğramıştır. Yeni öncülük ağaçları Şekil 3'te görülmektedir.



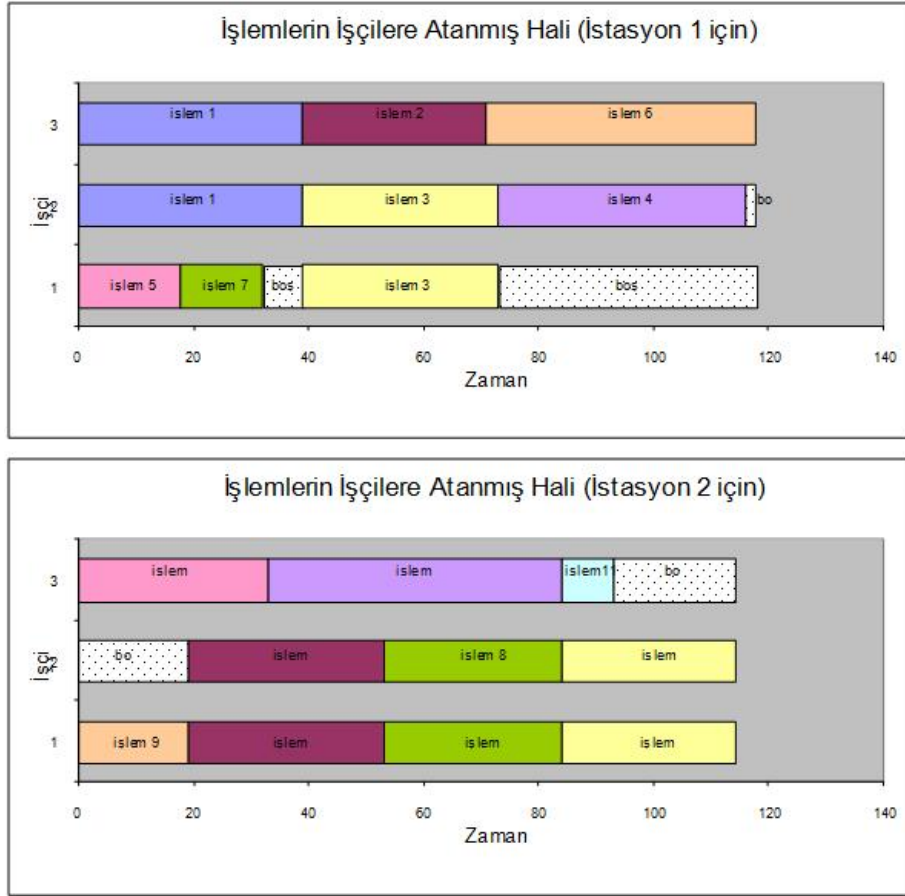
Şekil 3. Yeni öncülük ağaçları

### 3.2.2. İkinci aşama:

Toplam işlem süresi olan 600 dakikanın 6 işçiye paylaşılması ile takt zamanı için bir alt sınır belirlenmiştir. Bu alt sınırdan başlanarak verilen işçi sayısı ile problemin uygun çözüm verdiği ilk takt zamanı hesaplanmıştır. Şekil 4'te işlemlerin işçilere atanmış hali görülmektedir.

İstasyon zamanı birinci istasyon için 118 ve ikinci istasyon için 114 dakika olarak bulunmuştur. Bu da takt zamanının 118 dakika olduğu anlamına gelmektedir. Optimal çözümün takt zamanı 100 dakikadır. *Salome* ve önerilen algoritmadan oluşan iki aşamalı yaklaşım optimal çözümden %18 kadar sapan bir takt zamanı vermiştir. Bu sonuçla algoritmanın uygulanabilir olduğu kabul edilmiş, algoritma C programlama dilinde kodlanarak test aşamasına geçilmiştir.

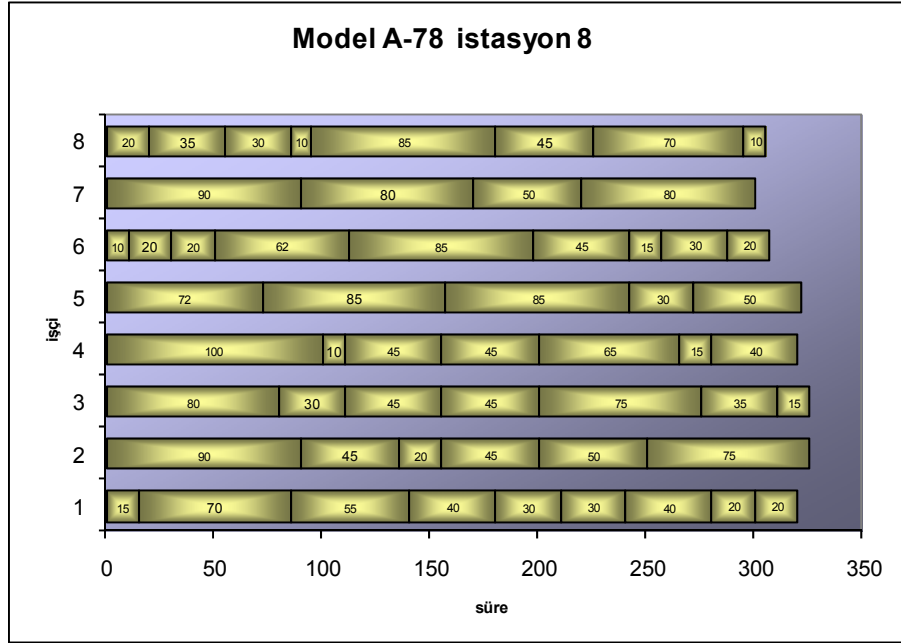




Şekil 4. İşlemlerin 2 istasyonda 3er işçiye atanması

#### 4. Uygulama

Tüm bu gözlemlerin ardından önerilen yöntemin MAN Türkiye A.Ş'deki probleme uygulanması kararlaştırılmıştır. MAN Türkiye A.Ş ile yapılan görüşmeler sonrası en çok talep edilen 4 model üzerinde yöntem uygulanmış, her bir model için yeni planlama çizelgeleri (bu çizelgeler hangi istasyonda hangi işçinin hangi işleri yapacağını göstermektedir) oluşturulmuş (Şekil 5) ve bu modeller için yeni bir karışık üretim sıralaması önerilmiştir. Otobüs modellerinden birisi için örnek program çıktısı Ek 2'de görülmektedir.



Şekil 5. Örnek: A-78 modelinin 8. istasyondaki iş dağılımı

## 5. Genel Değerlendirme

Geliştirilen üç fazlı algoritmanın MAN Türkiye A.Ş'deki probleme 4 model için uygulanması sonucu takt zamanında önemli bir düşüş yaşanmıştır. Algoritmanın 1. ve 2. aşamaları sonucunda takt zamanı 400'den 387'ye, 3. aşama sonucunda 376'ya düşmüştür(Ek 3). Öte yandan her bir model için istasyon zamanları arasındaki dengesizlik Tablo 2'de görüldüğü gibi ortalama 4'te 1'ine indirilmiştir.

Tablo 2. Uygulama öncesi ve sonrası sapma verileri

Model	Mevcut sapma	Önerilen sapma	Değişim
1	43,16	10,95	~ 4'te 1'e
2	48,41	8,50	~ 5'te 1'e
3	33,43	12,04	~ 3'te 1'e
4	86,68	14,47	~ 6'da 1'e

Elde edilen sonuçlar mevcut durumla karşılaştırıldığında geliştirilen algoritmanın takt zamanlarında ve takt sapmalarında daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür(Ek 4). MAN Türkiye A.Ş'de şu an uygulanan otomatik bir planlama sisteminin olmaması, bütün planlamaların planlama bölümündeki mühendislerce zaman alıcı ve yorucu çalışmalar ardından oluşturuluyor olması önerilen çözümün MAN Türkiye A.Ş'ye mavi yakalı çalışanlar için zaman kazanımı sağlamanın yanında beyaz yakalı çalışanlar için de zaman kazanımı

ortaya koyacağını göstermektedir. Önerilen çözümün uygulanmasının MAN Türkiye A.Ş.'ye önemli bir maliyeti olmaması aksine zaman ve işgücü verimini arttıracak olması projenin hayata geçirilmesini olası kılmaktadır.

Planlamanın bilgisayar ortamında yapılacak olması MAN Türkiye A.Ş için gelecekte gerçekleştirilecek projelere zengin bir veritabanı sağlayacaktır. Bu veri tabanı sayesinde işçilere atanan işlemlerin hangisinde aksama olduğu, hangi işçilerin beklenenin üstünde ve hangilerinin beklenenin altında bir performans ortaya koyduğu takip edilip rekabetçi bir üretim ortamı oluşturulması sağlanabilecektir.

Önerilen sistemin esnek bir altyapıya sahip olması ve sektörde gelecekteki olası değişikliklere anında ve yerinde cevap verebilme öngörüsü sistemin kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Diğer yandan C programlama dilinde kodlanılan programın kullanımının basit olması da diğer bir avantaj olarak sunulmaktadır.

## **KAYNAKÇA**

- Boctor, F.(1995), “A multiple rule heuristic for assembly line balancing”, The Journal of the Operational Research Society, 46(1), 62-69.
- Baybars. I.(1986), “A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem”, Management Science, 32(8), 909-932.
- Scholl A. ve Becker C.(2006), “State of the art exact and heuristic solution procedures for simple assembly”, European Journal of Operational Research, 168 (3), 666-693.
- Scholl A. ve Klein. R. (1996) “SALOME: A bidirectional branch and bound procedure for assembly line balancing”, Informs Journal on Computing.
- Scholl A.(1999), “Balancing and sequencing of assembly lines”, Physica-Verlag, New York.
- Pinedo M. L.(2005), Planning and scheduling in manufacturing and services, Springer, New York.

## **EKLER**

### **Ek 1.** Profil bulma yöntemi (profile fitting heuristic)

#### **Adım1:**

İstasyon süreleri toplamı en fazla olan modeli seç

#### **Adım2:**

Henüz seçilmemiş her bir modeli ayrı ayrı sıradaki model olarak düşünüp toplam bekleme sürelerini hesapla

#### **Adım3:**

Toplam bekleme süresi en küçük olan modeli sıradaki model olarak seç

#### **Adım4:**

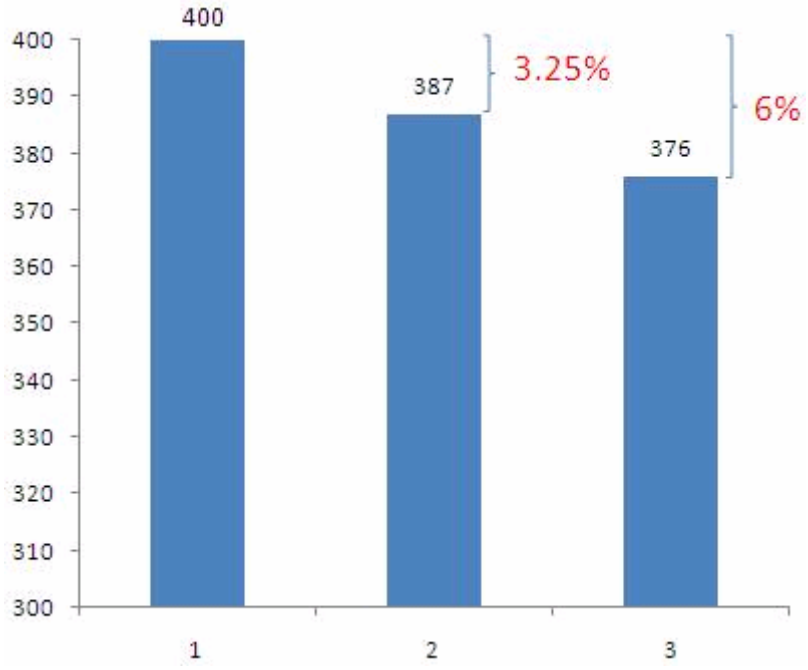
Eğer üretilmesi planlanan bütün modeller sıralanmışsa, DUR.  
Sıralanmamışsa, Adım2'ye geç.

## Ek 2. Program çıktısı

```
C:\Documents and Settings\CELAL\Desktop\man\man-program\release\program.exe
Enter the number of worker: 72
Solving for A78...
139
Reading tasks from file...
Writing tasks to file for use of salome...
Running salome...
Problem file name:
```

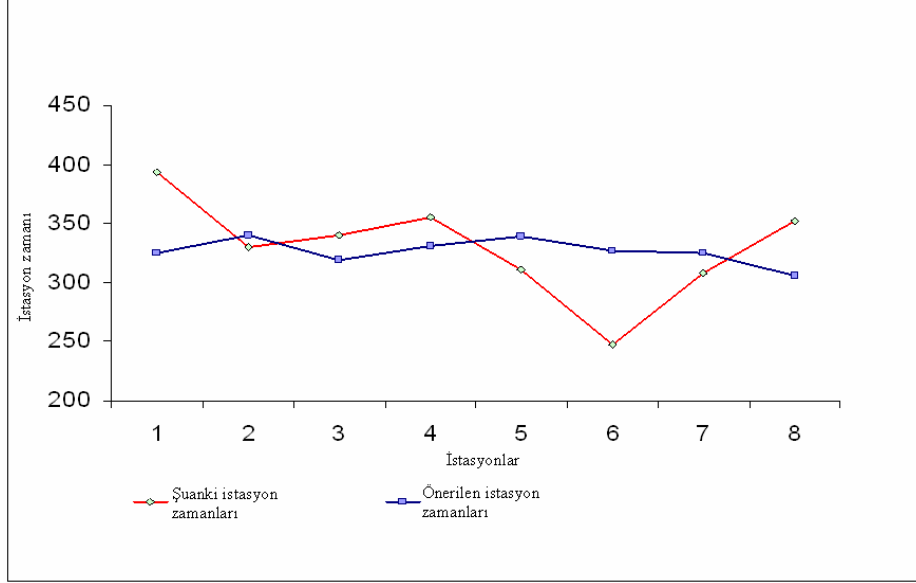
```
C:\Documents and Settings\CELAL\Desktop\man\man-program\release\program.exe
A78 - 331 359 367 363 350 360 350 365
R08 - 357 335 360 343 317 325 335 337
A72 - 201 310 292 320 328 327 285 328
Profiles:
R12 - 2163 2656 3148 3638 4093 4480 4816 5126
A78 - 762 1202 1692 2163 2656 3148 3622 3987
R08 - 1202 1692 2163 2656 3148 3622 3987 4324
A72 - 1692 2163 2656 3148 3622 3987 4324 4652
NonProductives:
R12 - 0 0 0 0 0 0 0 0
A78 - 46 81 123 108 143 132 124 0
R08 - 83 155 111 150 175 149 30 0
A72 - 289 161 201 172 146 38 52 0
Press any key.
Results:
      fin      cycle
R12    3622
A78    3987    365
R08    4324    337
A72    4652    328
R12    5126    474
Average: 376
End of execution...
```

**Ek 3.** Ortalama takt zamanı gelişimi



1. Şuanki durum
2. Algoritmanın 1.ve 2. Aşaması Sonunda
3. Algoritmanın 3. Aşaması Sonunda

**Ek 4.** Örnek model(R-12) için istasyon zamanları karşılaştırması





# Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanımının Değerlendirilmesi

## MAN Türkiye A.Ş.

### Proje Ekibi

Veysel Değertekin  
Zeynep Karagenç  
Zeynep Okutan  
Yakup Toraman  
Emine Yılmaz  
Sinan Yüce

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Serdar Kamışlı, MAN Türkiye A.Ş.  
Lojistik Planlama Grup Yöneticisi

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

MAN Türkiye, son yıllarda sıklıkla yaygınlaşan dış kaynak kullanımı (DKK) alanında gerekli kurumsal bilgi birikimini sağlamaya çalışmaktadır. Bu projenin hedefi, MAN Türkiye'nin lojistik süreçlerinin sistematik bir analizini yapan ve dış kaynak kullanımının MAN Türkiye'ye getireceği avantajları ve dezavantajları ortaya koyan bir yöntem oluşturmaktır. Oluşturulan yöntem, MAN Türkiye'nin lojistik süreçlerinde görülen çeşitli problemleri gidermede kullanılmıştır. Ayrıca, bu yöntem MAN Türkiye'nin ileride karşılaşacağı olası DKK süreçlerinde de kullanılabilir.

**Anahtar Sözcükler:** DKK (Dış Kaynak Kullanımı), 3PL (Üçüncü Parti Lojistik) lojistikte DKK, AHS, *Delphi*, *Expert Choice*, Süreç analizi.

## 1. İşletme Tanıtımı

MAN Türkiye A.Ş. 1966 yılında 1/3 sermayesi MAN Nutzfahrzeuge AG'ye ait olarak MAN Kamyon ve Otobüs Sanayi A.Ş. adıyla İstanbul'da kurulmuştur. Ankara'da kamyon ve motor fabrikaları 1985 yılında hizmete girmiştir. 2001 yılından itibaren sadece otobüs üretimine yoğunlaşan MAN Türkiye, Ankara tesislerinde üretilen servis ve belediye otobüslerini 41 ülkeye ihraç etmektedir. 110.000 m<sup>2</sup> üretim alanı 2.950 çalışan ve yıllık 2.000 otobüs üretim kapasitesine sahiptir.

## 2. Projenin Tanımı ve Analiz

### 2.1. Şirket beklentileri

MAN Türkiye, son yıllarda sıklıkla yaygınlaşan dış kaynak kullanımı (DKK) alanında gerekli kurumsal bilgi birikimini sağlamaya çalışmaktadır. Bu projenin beklentilerinden ilki şirketin lojistik faaliyetlerinde kullanılabilir DKK süreçlerine yönelik akademik ve endüstriyel çalışmalar hakkında bilgi sahibi olmak ve bu süreçlerde kullanılacak bir yöntem oluşturmaktır. Bu projenin diğer beklentisi, oluşturulacak olan yöntemle göre MAN Türkiye'nin lojistik süreçlerinin sistematik bir analizini yapmak ve dış kaynak kullanımının MAN Türkiye'ye getireceği avantajları ile dezavantajlarını ortaya koymaktır. Oluşturulacak yöntemin, hem mevcut problemlere çözümler getirilmesi hem de MAN Türkiye'nin ileride karşılaşacağı olası DKK süreçlerine de uyarlanabilmesi hedeflenmektedir.

### 2.2. Şikâyetler ve beklentiler

Dış kaynak kullanımıyla ilgili şikâyetler ve belirtiler, tedarik sürecini oluşturan Satın Alma ve Dispozisyon, Taşıma ve Tesellüm, Ambarlama birimlerine göre incelenmiştir (bkz. Ek 1).

*Satın Alma ve Dispozisyon:* Bu süreçlerde önemli yer tutan MRP, VSRM, SIC gibi bilgi sistemlerinin istenilen verimlilikte kullanılmadığı belirtilmiştir. Bu yüzden, kullanımdan kalkmış malzemelerin zamanında saptanamaması şirkete mali yük getirmektedir ve malzeme listesi bilgileri üretim bandıyla tutarlılık göstermemesi gibi problemlerle karşılaşmaktadır.

*Taşıma ve Tesellüm:* Tedarikçilerden gelen ürünlerin palet, paketleme ve istifleme aşamalarının verimsiz bir şekilde gerçekleştiği belirtilmiştir. Bunun sonucunda işçilik maliyetlerinin artması ve zaman kaybı, malzemelerin zarar görmesi ve emniyet stoklarının artması, şirketin asıl hedefinden uzaklaşarak palet, paketleme ve istifleme aşamalarına fazladan kaynak ayırması gibi şikâyetler ortaya çıkmaktadır.

*Ambarlama:* Üretimdeki kapasite artışı yüzünden MAN Türkiye'nin mevcut ambarlarının talebi karşılayamaması sonucu yeni ambarlar ve mevcut ambarlarda yeni düzenlemeler için fazladan kaynak kullanılması gerekmiştir.

Ayrıca MAN Türkiye firma veya müşterilerden gelen talepler doğrultusunda üretim yaptığı için standart parçaların yanı sıra, müşteri isteklerine göre özel parçalarda üretmektedir. Özel parçaları sağlayan tedarikçi firmalar düşük miktarlarda olan malzeme talebini uygun fiyatlarla sağlayamamaktadır. Bu sebeple üretim maliyetlerini dengelemekte çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak MAN Türkiye yüksek miktarda stok tutmaya ve aşırı kaynak harcamasına yönelmiştir.

### **2.3. Problem tanımı**

MAN Türkiye'nin lojistik ve tedarik yapısı sipariş, dispozyon, taşıma, tesellüm ve ambarlama bölümlerinden oluşmaktadır (Ek 1). MAN Türkiye'nin temel hedefi otobüs üretiminde kapasiteyi ve kaliteyi artırmaktır. Firma, var olan kaynaklarının önemli bir miktarını yukarıda bahsedilen lojistik süreçlerine harcadığından temel hedefine yoğunlaşamamaktadır. Bu nedenle tedarik lojistiği süreçlerinde dış kaynak kullanımına gidilerek buraya harcanan kaynakların MAN Türkiye'nin temel hedefleri doğrultusunda kullanılması amaçlanmaktadır.

### **2.4. Literatür taraması**

Lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı literatür çalışmalarında 3PL (Üçüncü Parti Lojistik) servisleri kapsamında incelenmektedir (Sink ve Langley, 1997). Sink ve Langley alternatifler arasından uygun 3PL şirketi seçme konusunda 5 aşamalı bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem geliştirilerek projede en uygun 3PL şirketi seçme konusunda kullanılmıştır.

Alternatif 3PL şirketleri arasından istenilen servisi sunabilecek en iyi şirketin seçilmesinde Nydick ve Hill (1992) AHS (Analitik Hiyerarşik Süreçler) yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntemde 3PL şirketlerini değerlendirmede kullanılacak olan kıstasları, hiyerarşik bir düzen içinde üst kıstaslar ve bunların altındaki kıstaslar şeklinde belirlemişlerdir. Daha sonra bütün kıstasları ikili olarak birbirleriyle eşleyerek kıstaslar arasındaki öncelikleri ortaya çıkarmışlardır. Son aşamada, her bir 3PL şirketini bu kıstaslara göre değerlendirilmiştir.

Kıstasların belirlenmesinde proje grubu tarafından Delphi metodu uygulanmıştır. Linston ve Turoff'a (2002) göre Delphi metodu, bir grubun herhangi bir konuda ortak bir karar almasını sağlamak amacıyla yapılan anket ve benzeri görüş toplama tekniklerini içerir. Proje kapsamında anket yöntemiyle alternatif 3PL şirketlerinin değerlendirilmesinde kullanılacak kıstaslar hiyerarşik bir şekilde internet üzerinden Delphi anketleri yapılarak belirlenmiştir.

DKK kullanımında akademik ve endüstri çevrelerindeki çalışmaların genel değerlendirmesini içeren rapor proje grubu tarafından hazırlanmış ve ilgili kişilere verilmiştir.

### **3. Önerilen Yöntem ve Uygulaması**

#### **3.1. Yöntem**

MAN Türkiye, lojistikte dış kaynak kullanımına yabancı olduğu için bu konuda hem bir bilgi birikimine hem de bir sistem tasarımına ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda beş aşamalı bir yöntem geliştirilmiştir:

1. Lojistikte DKK gereksinimlerini ortaya çıkarma
2. Alternatif şirketlerin araştırılması ve bulunması
3. Alternatif şirketlerin değerlendirilmesi ve seçimi
4. Seçilen şirketin servisi uygulaması
5. Devam eden servisin değerlendirilmesi

##### **3.1.1. Lojistikte DKK gereksinimlerini ortaya çıkarma**

Oluşturulan sistem tasarımının ilk aşamasında hangi parçalarda ve süreçlerde lojistikte dış kaynak kullanımına gidileceğine karar verilmelidir. Seçilecek parçalar veya süreçler belirlenirken mevcut sistemin detaylı bir analizi yapılmalıdır.

Lojistikte dış kaynak kullanımının sistemde hangi parçalara ve süreçlere uygulanabileceğine karar verilmelidir. Bu karar mevcut verilerle darboğaz noktalarının (en maliyetli, en yavaş ilerleyen, en çok gecikme gösteren ve eksik parça sayısının fazla gözlemlendiği süreç) belirlenmesi sonucunda verilmelidir. Seçilen parçalar ortak özelliklerine göre gruplandırılarak geçtiği süreçler belirlenmelidir. Belirlenen süreçlerde dış kaynak kullanımına gidilmesinin uygunluğu belli kriterler doğrultusunda puan kartları hazırlanarak belirlenmelidir (Ek 2).

Analiz sonuçlarına göre hangi süreç ve parçalarda dış kaynak kullanımına gidilmesi gerektiği, hangi parçalar için dış kaynak kullanımının riskli olduğu ve dış kaynak kullanımının sistemin bütününe ve diğer süreçlere olan etkisi ortaya konmalıdır.

##### **3.1.2. Alternatif şirketlerin araştırılması ve bulunması**

Lojistikte DKK gereksinimlerinin ortaya çıkarılmasının ardından dış kaynak kullanımına gidilecek parçalar ve bu parçalara ait lojistik süreçlerin yönetilmesi için alternatif şirketler araştırılmalıdır. Bu şirketler daha sonraki aşamalarda belirlenecek olan kriterlere göre kıyaslanmalıdır.

##### **3.1.3. Alternatif şirketlerin değerlendirilmesi ve seçimi**

Geliştirilen alternatifler arasından seçimin sistematik bir şekilde yapılması için değerlendirme kriterleri belirlenmelidir. Bu kriterler şu faktörleri içermelidir:

- Alternatif şirketlerin esas alt yapısı
- Piyasa ve üretici firma ilişkileri
- Üretim alanındaki esneklik
- Zamanlama
- Kalite koşulları

Bu aşamada yapılanlar şu şekilde sıralanmaktadır:

*1.Kıstasların belirlenmesi:* Süreçle doğrudan ya da dolaylı olarak ilgisi olan bütün çalışanların katılımını sağlamak için *Delphi* anketi geliştirilmelidir. Böylece yukarıda belirtilen faktörler göz önünde bulundurularak alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak kıstaslar belirlenmelidir. Bu kıstasların değerlendirilmesinde AHS (Analitik Hiyerarşik Süreçler) kullanılacağından kıstaslar arasında hiyerarşik bir yapı oluşturulmalıdır.

*2.Kıstasların birbirlerine göre kıyaslanması:* Her kıstasın ikili olarak eşleştirildiği *Delphi* anketi sürece dâhil bütün çalışanlar tarafından değerlendirilerek kıstaslar arasındaki önceliklerin belirlenmesi sağlanmalıdır.

*3.Alternatiflerin kıstaslara göre değerlendirilmesi:* Her alternatif şirket belirlenmiş kıstaslara göre puanlanmalıdır. Her bir alternatif şirketin ilgili kıstasa göre skoru AHS modeline aktarılırken normalizasyona gidilerek 0 (en kötü) ile 1 (en iyi) arasında puan verilmelidir.

*4.“Expert Choice” programında AHS modellemesi ve sonuçların alınması:* Bütün bu aşamaya kadar oluşturulan AHS modeli bir ticari program olan *Expert Choice*'a aktarılarak sonuçlar elde edilmelidir. Sonuçlar öncelikle üst kıstaslar için ve daha sonra kıstas hiyerarşisine göre her alt kıstas için değerlendirilmelidir.

#### **3.1.4. Seçilen şirketin servisi uygulaması**

Değerlendirme sonucunda alternatif bir şirketle devam etme kararı çıktığında bu şirketle gerekli kontratlar imzalanarak ilgili parçaların lojistik süreçleri bu şirketin yönetimine bir geçiş planı dâhilinde bırakılmalıdır.

#### **3.1.5. Devam eden servisin değerlendirilmesi**

Bu aşamanın sonuçlarına göre hizmet satın alan firmanın başka alternatifler arayıp aramayacağı ya da tedarikçi ile yapılan 3PL anlaşmasının geliştirilerek kapsamının artırılıp artırılmayacağına karar verilmelidir.

Değerlendirmeler hem nicel hem de nitel kıstaslar içerir. Bu değerlendirmeler sırasında hizmet satın alan firma tarafından oluşturulan bir ekip, belirli dönemlerde 3PL firmasını yerinde inceleyerek sürecin kontrolünü ve hizmet sunan firmayla kurulmuş olan ilişkinin her türlü yönünü daha iyi inceleme fırsatına sahip olmaktadır.

Hiçbir durumda ilişkinin kesilmesi, var olan problemlerin üzerinde yeterli seviyede çalışılmadan düşünülmemelidir. İlk bakışta öngörülemeyen mali problemler tarafların bir araya gelmesiyle çözülmeye çalışılmalıdır. Fakat hiçbir şekilde serviste yaşanan bu tür aksaklıkların satın alan firmanın ürün kalitesine ve müşteri memnuniyetine etki etmesine izin verilmemelidir.

### **3.2. Kullanılan yazılım ve donanım**

Hiyerarşik kıstasların belirlenmesi ve bu kıstasların birbirlerine göre kıyaslanması aşamasında proje boyunca internet üzerinden *Delphi* anketleri hazırlanmıştır. Herhangi bir şirketin kurumsal intranetine rahatlıkla kurulabilecek bu modül sayesinde bu anketlerin yapılması sağlanabilmektedir. Hazırlanan kodlar açık kaynaklı olup, kurulum ve diğer yönergeler hakkında projenin internet sayfaları gerekli bilgiyi içermektedir (<http://proje.ie.bilkent.edu.tr/~team13>).

DKK karar verme aşamasında önemli bir rol üstlenen *Expert Choice* programı AHS modellerinde sıklıkla kullanılan ticari yazılımdır. Program akademik çalışmalarda ve endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Yazılımın Bilkent Üniversitesi'nde akademik olarak kullanılması ve MAN Türkiye'de ticari olarak kullanılması durumunda gerekli lisansların alınması hakkında çalışmalar sürmektedir. Lisanslama ve program hakkında daha fazla bilgi firmanın internet sitesinden edinilebilmektedir (<http://www.expertchoice.com>).

### **4. Uygulama Planı**

Geliştirilen bu yöntem, MAN Türkiye tarafından parçaların lojistik süreçlerinin yönetiminde kullanılan A-B-C analizi dikkate alınarak uygulanmıştır. Proje kapsamında herbir parça grubuna yönelik pilot bir uygulama yapılarak önerilen yöntemin uygulanabilirliği ortaya konulmuştur. Bu çerçevede, A ve B tipi parçalar için otobüs iskeletlerini oluşturan temel parçaların lojistik süreçleri; C tipi parçalar için Kanban malzemelerinin lojistik süreçleri incelenmiştir.

#### **4.1. A ve B tipi parçalarda dış kaynak kullanımı**

Proje kapsamında A ve B parçaları için bu modelin test aşaması, MAN Türkiye ve Bozankaya şirketi arasında otobüs iskelet parçalarının fabrika içerisindeki gri ambar denilen bölgede istiflenmesi ve de ihtiyaçlar doğrultusunda üretim bandına getirilmesi sürecinde gerçekleştirilmiştir.

Dış kaynak kullanımı öncesindeki durumda Bozankaya, otobüs üretiminde kullanılan yan ve arka iskelet parçaları ve bunları destekleyen yardımcı parçaları (agregat) üretmekte ve bunları MAN Türkiye fabrikalarında bulunan gri ambara kamyonlarla getirmekteydi. Bu parçaların gri ambarda stoklanması ve buradan üretim bandına götürülmesi süreçlerinden MAN Türkiye sorumluydu. Lojistik süreçlerinde gözlemlenen çeşitli problemlerin sonucunda MAN Türkiye, bu süreçleri Bozankaya'nın yönetimine bırakmıştır.

##### **4.1.1. Lojistikte DKK gereksinimlerini ortaya çıkarma**

MAN Türkiye'yi dış kaynak kullanımına yönelten sebeplerin başında mevcut süreçlerde yaşanan problemler etkili olmuştur. Bunlar arasında otobüs iskeletlerinin zamanında üretim bandına ulaşmaması, işgücü konusundaki kısıtlamalar ve süreçle ilgili güvenlik ve iş

kalitesini artırmaya yönelik yapılacak özel donanım, palet vb. yatırımların yüksek maliyetli olması gibi problemler yer almaktadır.

Bütün bu problemlerin ortadan kaldırılması amacıyla Bozankaya bu süreçleri yönetmeye başlamıştır. Dış kaynak kullanımı öncesinde ve sonrasında mevcut süreçlere yönelik operasyon çizelgeleri hazırlanarak hangi süreçlerde dış kaynak kullanımına gidilebileceği belirlenmiştir.

#### **4.1.2. Alternatif şirketlerin araştırılması ve bulunması**

Mevcut süreçlerin yönetimi konusunda iki alternatif bulunmaktadır. Bunlar MAN Türkiye'nin bu süreçleri yönetmeye devam etmesi ya da Bozankaya firmasından dış kaynak kullanımı hizmeti almasıdır.

#### **4.1.3. Alternatif şirketlerin değerlendirilmesi ve seçimi**

Alternatif şirketlerin birbirlerine göre avantajlarının ve dezavantajlarının değerlendirilerek karar verilmesi aşaması DKK sürecinin en önemli aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada iki alternatifin değerlendirilmesine yönelik kıstaslar belirlenmiş ve bu kıstaslar AHP yöntemiyle değerlendirilmeye tutulmuştur. Bu süreçte yapılanlar şunlardır:

a. *Kıstasların belirlenmesi ve hiyerarşik düzene konulması:* Sürece yönelik operasyonlar tek tek ele alınarak MAN Türkiye'deki uzmanlarla birlikte alternatiflerin değerlendirilmesindeki kıstaslar belirlenmiştir. 6 ana başlık altında toparlanan kıstasların listesi Ek 3'te sunulmuştur.

b. *Kıstasların birbirlerine göre önceliklerinin belirlenmesi:* Bütün alt kıstaslar kendi kategorilerinde ikişerli olarak ve daha sonra da 6 üst kıstas kendi aralarında ikişerli olarak birbirlerine göre puanlanmıştır. Bu puanlamada MAN Türkiye içerisinde internet tabanlı bir *Delphi* anketi yapılmış olup bu ankete şirket çalışanlarının katılımı sağlanmıştır. Bu aşamada ölçü skalası 1'den 9'a kadar puanlardan oluşmaktadır.

c. *Her bir alternatifin kıstaslara göre puanlanması:* MAN Türkiye ve Bozankaya belirlenen kıstaslara göre değerlendirilmiştir. Ölçülemeyen kıstaslarda uzman görüşleri alınırken maliyet gibi ölçülebilir kıstaslarda ise doğrudan ölçüm yapılmıştır. Sürece yönelik maliyet hesaplamalarının sonucunda, Bozankaya'nın üstlendiği süreçlerin MAN Türkiye'yi yıllık 38,006 €'luk maliyet harcamalarından kurtardığı ortaya konulmuştur.

d. *AHS'nin Expert Choice kullanılarak modellenmesi:* Expert Choice programı kullanılarak AHP modeli oluşturulmuştur. Her bir kıstas için alternatiflerin puanları 0 (en kötü) ve 1 (en iyi) arasında normalize edilerek sonuçlar elde edilmiştir.

#### **4.1.3.1. Sonuçların değerlendirilmesi**

AHP modelinin Expert Choice programında çalıştırılmasının ardından çıkan sonuçlar Ek 4'te sunulmuştur. Özet olarak çıkarılan sonuçlar:

- Bozankaya, bütün kıstaslar değerlendirilmeye katıldığında MAN Türkiye'ye göre %20,6 daha iyi sonuç ortaya koymuştur.
- Üst kıstaslar değerlendirdiğinde Bozankaya, *Bilgi Sistemlerinde* %14,31; *Performansta* %38,71; *Serviste* %28,95; *Maliyette* %100; *Risklerde* %48.00 daha iyi sonuçlar vermiştir. Sadece *Fiziksel Olmayan* başlığında MAN Türkiye %25.44 daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum MAN Türkiye'nin şirket olarak finansal açıdan daha iyi durumda olmasından kaynaklanmıştır.

#### **4.1.4. Seçilen şirketin servisi uygulaması**

MAN Türkiye, yukarıda belirtilen gerekçelere uygun olarak süreçlerin yönetiminde Bozankaya ile devam etme kararı almıştır.

#### **4.1.5. Devam eden servisin değerlendirilmesi**

Mevcut servisin değerlendirilmesi konusunda periyodik raporlar hazırlanmıştır ve bunlar dönem sonunda uygulamaya konulacaktır.

#### **4.2. Kanban parçalarında dış kaynak kullanımı**

Kanban parçaları sık kullanılan, malzeme tedariki açısından ciddi sorunların yaşanmadığı, malzeme birim değerinin nispeten düşük olduğu raf sistemiyle işleyen parçalardır. Verilen stratejik karar doğrultusunda DKK uygulamaları, C tipi malzemeler için de, MAN Türkiye bünyesinde başlatılmıştır. Aşağıda bu uygulamalara bir örnek olarak Kanban parçalarının DKK süreci yer almaktadır. Bu süreç yukarıda önerilen yöntem üzerinden ele alınmıştır.

##### **4.2.1. Lojistikte DKK gereksinimlerini ortaya çıkarma**

MAN Türkiye, C tipi parçalarda, dış kaynak kullanımına gitme konusunda verimli bir ilk çalışmanın Kanban parçaları özelinde yapılabileceğini öngörmüştür. Bu çalışma MAN Türkiye içerisinde DKK konusunda diğer C tipi parçalara örnek oluşturabilecek bir ön çalışma olarak nitelendirmiştir. Bu parçaların DKK kapsamında öncelikli olarak değerlendirilme sebepleri aşağıda sıralanmıştır:

- Olası risk etmenleri diğer alanlara kıyasla sınırlıdır.
- Risklerden kaynaklanacak sorunların mali boyutu karşılanabilir düzeydedir.
- Dış kaynak kullanımı açısından Kanban parçaları C tipi materyal kapsamındadır.
- Kanban parçalarının DKK çerçevesinde değerlendirilmesi MAN Türkiye'nin öz yeteneklerine odaklanmasını kolaylaştıracaktır.
- DKK temin edilen materyalin tamamı ve alınan hizmetin bütünü değerlendirildiğinde MAN Türkiye'ye mali getiriler sağlaması öngörülmektedir.
- Üretim bandına daha az kaynakla daha etkin malzeme temini sağlanabilecektir.



- 2450 parçalık bir birimin süreçlerinin 3PL tarafından yönetilmesi MAN Türkiye A.Ş. olarak üstlenilen risklerde azalma meydana getirecektir.
- Alanında uzman bir firmanın Kanban malzeme süreçlerini yönetmesi MAN Türkiye için bilgi, tecrübe ve sahip olunan teknolojilerin paylaşılmasından doğacak faydaları beraberinde getirecektir.
- Alanında uzman bir firmanın Kanban malzeme süreçlerini yönetmesi MAN Türkiye açısından öz yeteneklerde esnekliği artıracaktır.
- MAN Türkiye Kanban parçaları için yapacağı yatırım ve harcamalardan doğacak maliyetlerden kurtulmuş olacaktır.
- Ambar stok maliyetinden Kanban parçaları çıkarılmış olacaktır.

Yukarıda sıralanan nedenler ve fırsatlar MAN Türkiye'nin, öz yeteneklere odaklanarak, pazar payını ve karlılığını artırma yönündeki çalışmalarını desteklemektedir. Sonuç olarak MAN Türkiye'nin Kanban parçalarında dış kaynak kullanımına yönelmesi sorunların giderilmesinden ziyade oluşacak fırsatları değerlendirmeyi esas almaktadır.

#### **4.2.2. Alternatif şirketlerin araştırılması ve bulunması**

Böllhoff ve Çetin Cıvata firmaları olası alternatifler olarak ilk belirlenen firmalardır. Bu konu ile ilgili belirtilen şirketlerle görüşmeler ve olası diğer alternatif şirketlerin bulunması çalışmaları devam etmektedir.

#### **4.2.3. Alternatif şirketlerin değerlendirilmesi ve seçimi**

Kanban süreçlerinde alternatif firmaların değerlendirilmesi aşamasında; kıstasların belirlenmesi öncesinde, Kanban parçalarının lojistik süreçlerinin operasyon çizelgeleri hazırlanmıştır. Bu çizelgeler oluşturulurken Kanban parçaları; *yurtdışı MAN AG'den gelen, yurtdışı diğer tedarikçiler, yurtiçi tedarikçiler* ve *MAN Türkiye'de üretimi yapılan parçalar* olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Bu süreçlerle ilgili operasyon çizelgeleri hazırlanmıştır.

Bu operasyon çizelgeleri dikkate alınarak süreçle ilgili olası kıstaslar proje grubu tarafından belirlenmiş ve bu kıstaslar proje danışmanı Serdar Kamışlı gözetiminde taslak kıstas listesi olarak diğer MAN Türkiye çalışanlarına sunulmuştur.

Taslak kıstas listesi MAN Türkiye çalışanları tarafından web tabanlı bir *Delphi* anketi yöntemiyle değerlendirilmiştir ve bu değerlendirmeler sonucunda çıkan nihai kıstas listesi oluşturulmuştur (Ek 5). Bu kıstaslarla ilgili internet üzerinden bir *Delphi* anketi hazırlanarak süreçle ilgili çalışanların kıstaları birbirlerine göre ikili olarak kıyaslamaları istenmiştir. Bu anket bu rapor hazırlanırken sürdürülmeye devam etmektedir.

## 5. Genel Değerlendirme

Dış kaynak kullanımı son yıllarda önemi gittikçe artan ve dünyada birçok işletme tarafından tercih edilmeye başlanan bir yaklaşımdır. Bu konuda ülkemizde de önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Lojistikte dış kaynak kullanımı da buna paralel bir şekilde yaygınlaşmaya devam etmektedir.

Bütün bu gelişmelere rağmen, DKK yöntemi konusunda ne yazık ki ülkemizde yeterli düzeyde, gerek akademik gerekse de endüstride, sistematik çalışmalar yapılamamıştır. Bu proje ile lojistikte dış kaynak kullanımı konusunda ve bu konudaki uygulamaların değerlendirilmesinde sistematik bir yaklaşım sunularak bu açık kapatılmaya çalışılmıştır.

MAN Türkiye'nin yukarıda da bahsedildiği gibi öncelikli beklentisinin dış kaynak kullanımı hakkında bilgi edinmek ve olası bir dış kaynak kullanımı sürecinde izlenmesi gereken sistematik yöntemi belirlemek olması bu projenin içeriğini oluşturmuştur. Bu proje sayesinde oluşturulan sistem, iskelet parçaları ve Kanban parçalarında uygulanarak sistemin karar verme sürecinde firmaya kattığı faydalar ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra, geliştirilen sistemin her türlü lojistikte dış kaynak kullanımı sürecinde uygulanabilecek yapıda olması, bu sistemin hem MAN Türkiye'nin hem de endüstrideki diğer firmaların ilerideki olası dış kaynak kullanımı ihtiyaçlarına cevap verebilmesini sağlamaktadır.

## **KAYNAKÇA**

Linstone, H.A. ve Turoff Murray (2002), The Delphi Method Techniques and Applications, Addison-Wesley, New York.

Nydick R. ve Hill R. (1992), "Using the Analytic Hierarchy Process to structure the supplier selection procedure", International Journal of Purchasing and Materials Management, 28 (2), 31-36.

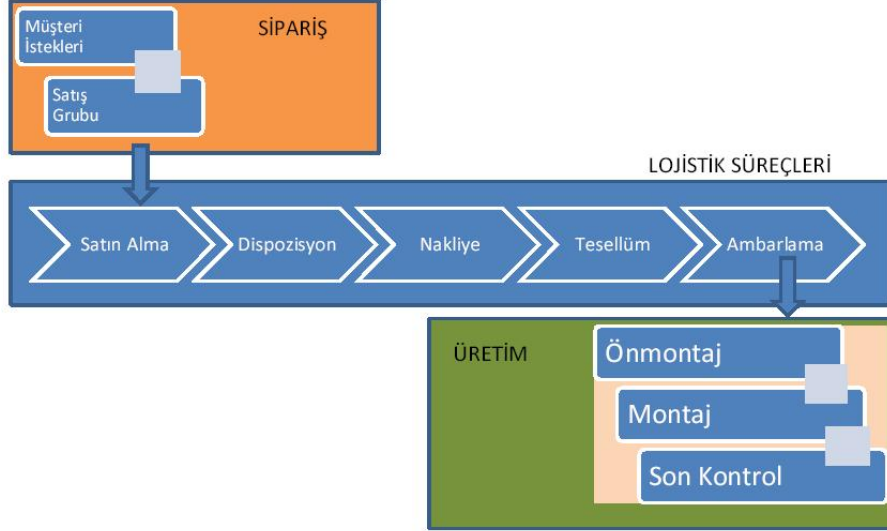
Sink, H.L. ve Langley, C.J. (1997), "A managerial framework for the acquisition of third-party logistics services", Journal of Business Logistics, 19 (1), 121-136.

<http://proje.ie.bilkent.edu.tr/~team13/>

<http://www.expertchoice.com>

## EKLER

### Ek 1. MAN Türkiye lojistik süreçleri



**Satın Alma ve Dispozisyon:** Müşteri odaklı çalışan MAN Türkiye A.Ş.'nin lojistik ve tedarik yapısının ilk grubunu Satın Alma ve Dispozisyon bölümleri oluşturmaktadır. Bu süreçlerde önemli yer tutan MRP (Material Requirements Planning), VSRM (web tabanlı, tedarikçi ile veri akışını sağlıyor), SIC (Statistical Inventory Control) gibi veri tabanları hâlihazırda MAN Türkiye A.Ş. bünyesinde kullanılmaktadır.

**Taşıma ve Tesellüm:** İkinci grubu oluşturan Taşıma ve Tesellüm süreçlerinde, tedarikçilerden gelen ürünlerin palet, paketleme ve istiflenme aşamaları gerçekleştirilmekte ve ayrıca mal kabul işlemleri yapılmaktadır.

**Ambarlama:** Son grupta yer alan Ambarlama sürecinde, yukarıda belirtilen bilgi iletişim kanalları aracılığıyla üretim bandına malzeme akışı sağlanmaktadır.

## Ek 2. Puan kartları

### DİŐKAYNAK KULLANIMINA KARAR VERME PUAN KARTI

DüŐünölen hizmet alanı: \_\_\_\_\_

#### Kurumsal Yapı

1. Bu alan temel yeteneklerin işlevsel bir parçası mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
2. Bu servis sürekli olarak sunulmak zorunda mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
3. Bu servisi sağlamak için kurumsal bir uzmanlığımız var mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
4. Bu servisi sağlamak için mevcut işgücümüz yeterli mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
5. Bu serviste yasal olarak dış kaynak kullanabilir miyiz?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır

#### Riskler

6. Bu servisin kontrolünün bırakılması kuruma zarar verir mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
7. Bu servisin kontrolünün bırakılması ilgili birimlere olumsuz etkiler mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
8. Servisin kalitesi önemli bir odak noktası mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
9. Serviste ilgili olası problemlere cevap verebilme yetkisi azalır mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
10. Mevcut servisin performansı olumsuz etkilenir mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır

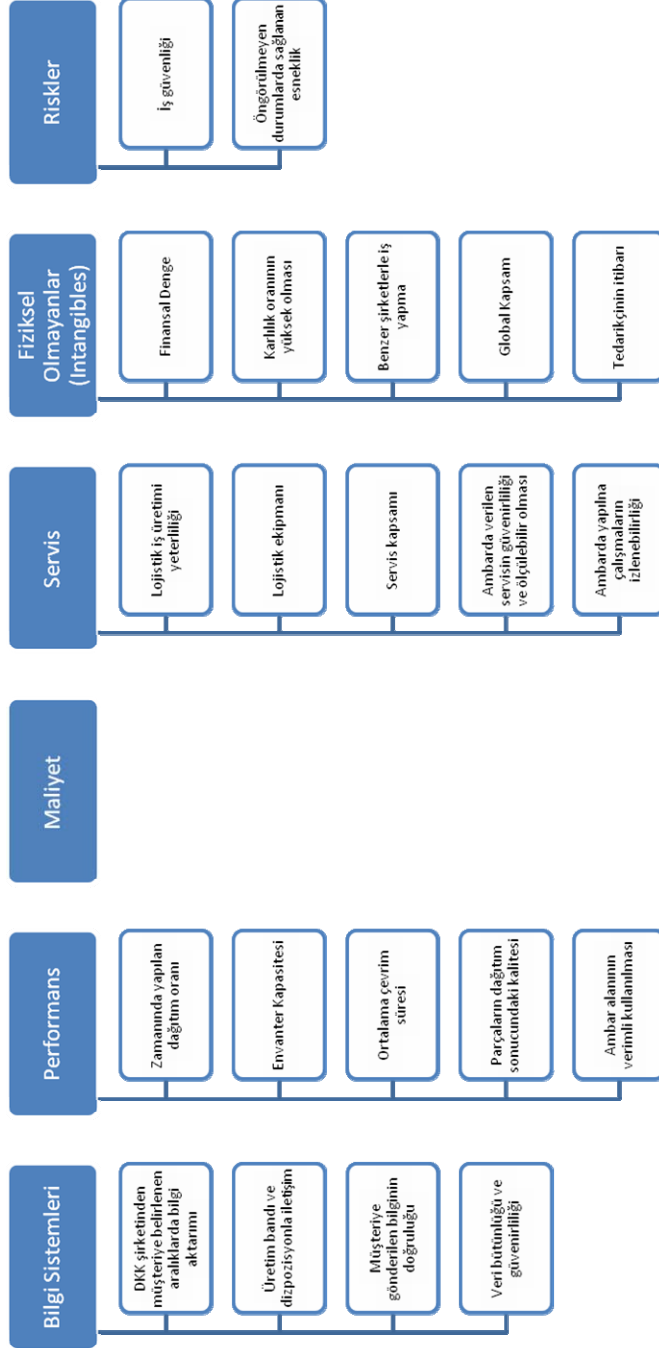
#### Hedefler ve Amaçlar

11. Bu servisin hedefleri net bir şekilde belirlenebilir mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
12. Bu serviste ilgili belirlenen hedefler uzun süreli mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
13. Bu hedefler tarafsız bir şekilde ölçülebilir mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
14. Bu serviste ilgili ölçüm yöntemleri şu anda var mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
15. Bu hedeflere ve amaçlara ulaşamaması ilgili birimi olumsuz yönde etkiler mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır

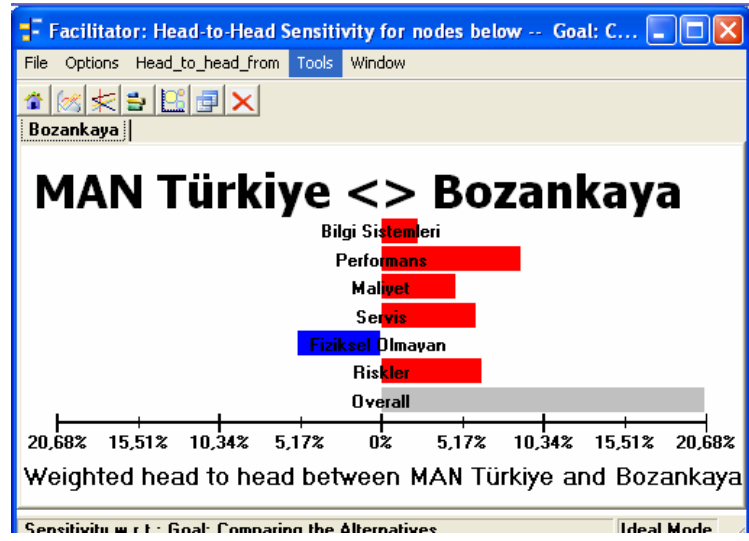
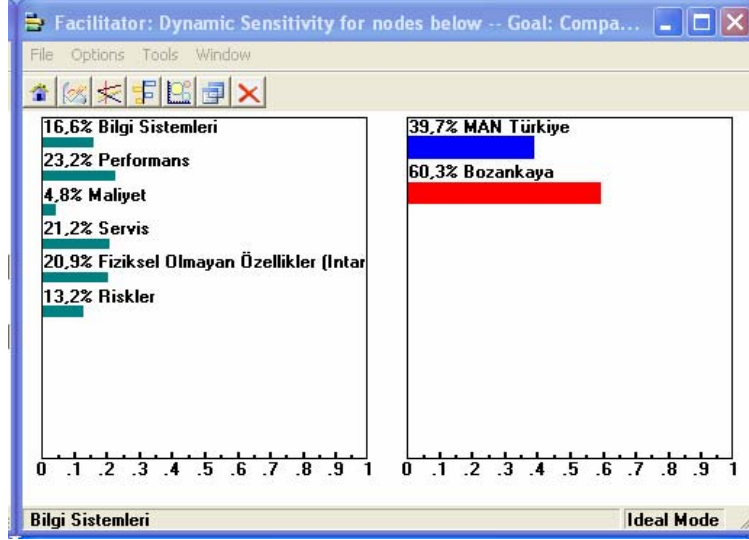
#### Tedarikçi Değerlendirmesi

16. Bu servis için bilinen dış kaynak şirketleri var mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
17. Bu şirketlerin misyonları ve stratejik hedefleri ilgili birimin misyonları ve hedefleri ile örtüşüyor mu?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
18. Bu şirketlerin bu servisleri yönetmek için yeterli kapasiteye sahip mi?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
19. İlgili departmanın bu şirketle daha önceden bir ilişkisi var mı?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır
20. Bu şirketler yüksek kalitede servis sunabiliyor mu?  
\_\_\_Evet \_\_\_Hayır

### Ek 3. Bozankaya kriterleri



Ek 4. Bozankaya *Expert Choice* çıktıları



## Ek 5. Kanban parçaları kıstas listesi

<b>Bilgi Sistemleri</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3PL şirketinin bilgisayar sistemin ve ağının MAN'ın bilgisayar sistemi ile uyumlu çalışabilmesi ya da sisteme uyarlanabilmesi</li><li>• Tedarik zincirini kontrol edecek yeterli teknolojiye sahiplik</li></ul>
<b>Performans</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zamanında yapılan dağıtım oranı</li><li>• Ortalama çevrim süresi</li><li>• Alan kullanımının verimliliği</li></ul>
<b>Maliyet</b>
<b>Kalite</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3PL firmasının MAN Türkiye'nin sahip olduğu kalite belgelerine sahip olması</li><li>• Bilgi kayıtlarının kalitesi</li><li>• Gelen malzemenin kalitesi</li></ul>
<b>Servis Yelpazesi</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Süreç/iş/ kalitesi</li><li>• 3PL firmasının çalışmaların izlenmesi ve şeffaflığı</li></ul>
<b>Risk Yönetimi</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ani değişikliklere cevap verebilme</li><li>• İş güvenliği</li></ul>
<b>İletişim</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3PL şirketinden MAN'a belirlenen aralıklarda mevcut durumla ilgili bilgi aktarımı</li><li>• Müşteri destek servisi - İletişim Yeterliliği</li></ul>
<b>Güvenirlilik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• MAN'ın verilerinin korunması</li><li>• MAN'a gönderilen bilginin doğruluğu</li><li>• Verilen servisin güvenirliliği</li><li>• Tedarikçinin güvenirliliği</li></ul>
<b>Fiziksel Olmayan Özellikler (Intangibles)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Finansal Denge</li><li>• Benzer şirketlerle iş yapma</li><li>• Global kapsam</li></ul>



# Saç Bakım Ürünleri İçin Talep Tahmin Metodolojisi Geliştirilmesi

## Procter & Gamble Türkiye

### Proje Ekibi

Adil Emre Dilmen  
Emrehan Kırmımlı  
Güneş Postlu  
Hakkı Özsalih  
Meriç Aban

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Damla Süer  
Nursel Kavlak  
Procter & Gamble Türkiye Lojistik Departmanı

### Akademik Danışman

Prof. Dr. Nesim Erkip,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Procter&Gamble firmasının saç bakım ürünleri kategorisinde uygulanan mevcut talep tahmin sisteminde, talep miktarları ile tahmin edilen değerler arasında belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Şirketin kullanmakta olduğu sistemde, yapılan reklamların ve promosyonların etkilerinin talep tahminine tutarlı bir biçimde yansıtılamaması gerçekçi olmayan sonuçlar elde edilmesine neden olabilmektedir. Bunun yanında, rakiplerin aktiviteleri de sisteme tam olarak yansıtılamamaktadır. Bu projede, veri analizi yapılarak geçmiş verileri kullanan talep modeli elde edilmesi, talep tahmin yöntemi geliştirilmesi ve böylece uygun bir talep tahmin sistemi tanımlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Talep tahmini, istatistiksel tahmin yöntemleri, zaman dizisi, çoklu regresyon analizi, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme.

## 1. İşletme Tanıtımı

Hızlı tüketim malları sektörünün lider firmalarından olan P&G Türkiye, Türkiye'deki faaliyetlerine temizlik ürünlerinde 1987 yılında Mintax A.Ş. ve kağıt ürünlerinde 1990 yılında Eczacıbaşı A.Ş. ile kurduğu ortaklıklar ile başlamıştır. 1988'de Mintax ve 1999'da Eczacıbaşı ortaklık hisselerinin tümü P&G Company (ABD)'ye geçmiş ve firma P&G Tüketim Malları Sanayi A.Ş. adını almıştır. 2004 yılında yeni bir satış ve dağıtım şirketi kuran P&G Türkiye, ilk günlerden itibaren sürekli gelişmiş ve bugün ülkenin en büyük deterjan, temizlik ürünleri, kişisel bakım ürünleri ve kağıt ürünleri üreticilerinden biri durumuna gelmiştir. P&G Türkiye, yönetim faaliyetlerini İçerenköy Kosifler Center'daki merkez ofisinden, üretim faaliyetlerini ise Gebze ve Şekerpınar'da bulunan üretim tesislerinden yürütmektedir. Şirket, Türkiye'deki bu operasyonuna ek olarak etkinlik alanını Kafkasya ve Orta Asya Cumhuriyetleri'ne de genişleterek bölgesel bir merkeze dönüşmüştür.

## 2. Projenin Tanımı

Günümüzde sürekli değişen tüketici gereksinimlerini karşılamak için raflardaki ürün sayısı da hızla artmaktadır. Bu artış sistemi daha karmaşık bir hale getirmekte ve dolayısıyla hızlı tüketim malları sektörünü doğrudan etkilemektedir. Bu sektörde, ön sürelerin (siparişin alınmasıyla teslimi arasında geçen süre) kısa olması, gerek rakiplerin gerekse şirketin yaptığı promosyon ve reklamların satışı direk olarak etkilemesi ileriye dönük yapılan tahminlere büyük önem kazandırmaktadır.

Şirketin kullanmakta olduğu sistemde, yapılan reklamların ve promosyonların etkilerinin talep tahminine tutarlı bir biçimde yansıtılmaması gerçekçi olmayan sonuçlar elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle bu projenin amacı, yeni bir tahmin sistemi geliştirilmesidir. Proje dâhilinde P&G Saç Bakım Kategorisi altında yer alan Pantene, Rejoice, Blendax markaları bulunmaktadır. Proje tamamlandıktan sonra, şirket belirlenen yöntemi diğer kategorilerine de uygulama fırsatına sahiptir. Projenin amacı daha ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Geçmiş verilerinin incelenmesinde kullanılmak üzere genel bir yöntemin geliştirilmesi,
- Geçmiş talep ve promosyon ve reklamlar gibi aktivite verilerinin analiz edilerek talebi etkileyen faktörlerin belirlenmesi,
- Talep tahmininde kullanılacak bir talep tahmin aracı geliştirilmesidir.

## 3. Analiz

Procter&Gamble Türkiye'de hızlı tüketim malları sektörünün lider firmalarındandır. Rekabetin son derece çetin olduğu bu sektörde sürekli

değişen müşteri isteklerini karşılamak için raflardaki ürün sayısı ve çeşitliliği hızla artmaktadır. Bu durum P&G için talep tahmininin önemini arttırmaktadır. Şirketin şu anda kullanmakta olduğu sistem geçmiş verileri kullanarak istatistiksel talep tahmini yapsa da, sektörün en önemli belirleyicileri olan promosyonlar, reklamlar ve diğer aktiviteler bu istatistiksel analizin içine dahil edilememektedir. Bu promosyon ve reklamların talep üzerindeki etkisi belirli bir prosedüre bağlı olmadan son kullanıcılar tarafından yapılan tahminler yardımıyla eklenmeye çalışılmaktadır.

Şu anda P&G saç bakım ürünlerinin talep tahmininde SAP FIRST kullanılmaktadır. Ancak, bu sistem talebi etkileyen bütün faktörlerin etkilerini tam olarak yansıtamadığından gerçekçi bir tahmin yapmak açısından zayıftır. Bu proje kapsamında oluşturulan modelin bu problemi ortadan kaldırması amaçlanmıştır.

### **3.1. Mevcut sistemin analizi**

SAP FIRST sisteminde, AC Nielsen'den alınan tüketim tahmin verileri kullanılmaktadır. Pazar aktivitelerinin ve rakiplerin faaliyetlerinin beklenen etkileri, AC Nielsen'den alınan bu tüketim tahminlerine yüzde olarak eklenmekte veya bu tahminlerden çıkarılmaktadır. Bu azalış ya da artışların yüzdeleri geçmiş veride yer alan benzer aktivitelerin sonuçlarından yola çıkılarak belirlenmektedir. Son düzeltmeler kişisel deneyim ve tecrübeler yardımıyla yapılmakta ve böylece her bir SKU (Stok Kodu) için talep tahmini belirlenmektedir. Daha sonra, belirlenen bu aylık talep tahmini o ayın haftalarına dağıtılmaktadır. Son olarak, herbir markanın bütün SKU'larının tahminlerdeki toplamı ve AC Nielsen'den alınan toplam pazar payı tahmini karşılaştırılarak herbir SKU için nihai talep tahmini yapılmaktadır.

Mevcut talep tahmin sisteminin en zayıf yönlerinden biri, rakiplerin pazar aktivitelerinin sisteme tam olarak yansıtılamamasıdır. Ayrıca, şirketin reklam ve promosyonlar için harcadığı net paranın, sevkiyatlara olan etkisi de doğru bir şekilde tahmin edilememektedir. Yapılan talep tahmini analizinde şirket, tahmini yapan kişilerden değişik kararların sektör üzerindeki etkisinin görülmesi açısından birçok değişik senaryoyu göz önünde bulundurmalarını beklemektedir. Bu nedenle, bu projede Pazar dinamiklerinin modele yansıtılması açısından, saç bakım sektörünün kendine has özelliklerinin büyük ölçüde anlaşılması gerekmektedir.

### **3.2. Literatür taraması**

Makridakis ve Wheelwright "Forecasting Methods for Management" (1985) isimli kitabında tahmin metotlarını 3 ana kategoriye ayırmışlardır. Bunlar; yargısal metotlar, nicel metotlar ve teknolojik metotlardır. Projemizde, amacımız nicel metotlar kullanan bir

model geliştirmektir. Nicel metotların 3 tane ara kategorisi vardır. Bunlar; zaman dizisi metotları, açıklayıcı metotlar ve kontrol etme metotlarıdır.

Koksalan, Erkip, Moskowitz (1999), Türkiyedeki bira talebini etkileyen faktörleri anlamak ve bira talep tahmini yapmak için orta-vadeli bir model sunmuşlardır. Aynı zamanda kısa vadedeki talebi etkileyen faktörleri tanımlamak için kısa vadeli bir model de geliştirmişlerdir. Her iki metot için de rastgele olmayan değişkenleri belirlemek, saklanmış değişkenlerin anormalliklerini açıklamak ve bu değişkenleri modele dahil etmek amacıyla regresyon modelleme kullanılmıştır. Her iki metot için de bazı değişik bağımlı ve bağımsız değişkenler tanımlanmıştır. Bağımlı değişkenlerin hangilerinin modelle açıklanabileceğini belirlemek amacıyla ayarlanmış  $R^2$  tayin edilmiştir. Bu araştırma bizim projemizde yaptığımız analize çok benzerdir, fakat bizim çalışmamızı etkileyen en temel faktör olan promosyonlar bira talep tahmininde göz önünde bulundurulmamıştır.

Ravishanker ve Hosking (1991), IBM ürünlerinin satışı için tahmin süreci içeren bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir. Bu araştırmalarında, zaman dizisi metotlarının satış verisinde yer alan neticeleri modelleyip modelleyemeyeceğini ve tahmin edemeyeceğini tartışmışlardır. Bir ürünün sevkiyat tahminlerini elde etmek amacıyla 2 zaman dizisi metodu kullanmışlardır. Bunlar; Box-Jenkins modellemesi ve Holt-Winters tahminidir.

Gaur ve Fisher (2000) fiyatın talepteki değişmeleri nasıl etkilediği konusunda deneme bir metot oluşturmuşlardır. Bu metodu bir perakende oyuncak zincirine uygulamış ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Talebin fiyat esnekliği, ürünün talebindeki yüzde değişiminin o ürünün fiyatındaki yüzde değişimine oranıdır. Bu, sabit esneklik talep eğrisi kullanılarak türetilmiştir. Fiyat esnekliği her zaman negatif değildir ve fiyat artışı gibi durumlarda bazen pozitif olabilir. Bu deneme metot, tüketicilerle doğrudan etkileşimin olduğu mağazalarda uygulanmıştır. Ancak, biz projemizde tüketicinin aldığı miktarı değil de sevkiyatı talep olarak ele aldığımız için bu durum bu çalışmayla projemiz arasında farklılık yaratmaktadır.

Sonuç olarak, literatür taramasında, temel olarak zaman dizisi metotlarına, çoklu regresyon analizine ve bunlarla birlikte açıklayıcı metotlara odaklanılmıştır çünkü model bu metotlara dayanarak oluşturulmuştur.

#### **4. Önerilen Yöntem**

Yapılan çalışmalar sırasında talep tahmini için gerekli değişkenler belirlenmiş, bulunan değişkenlerin kullanıldığı model kurulmuş, ve şirketin saç bakım ürünleri için talep tahmin metodolojisi geliştirilmiştir.

#### **4.1. Genel yaklaşım**

Projede kullanıcıya pazar ve tüketici aktivitelerinin yansıtıldığı bir talep tahmini sunulması amaçlanmıştır. Fakat modele dahil edilmeyen bazı aktivitelerin kullanıcı tarafından talep tahminine eklenebileceği de göz önünde bulundurulmuştur. Yapılacak talep tahmininin 2 aşamalı olmasına karar verilmiştir; bunlar marka\* ve boyut\*\* tahminleridir. Öncelikle markanın toplam talep tahmininin yapılması ve bu tahminin markaya uygulanacak aktivitelerin getireceği ek miktarı yansıtması amaçlanmıştır. Daha sonraki aşama olan boyut tahmininde ise elde edilmiş olan marka tahmininin her boyutun marka içindeki yüzdesiyle çarpılması, ve bulunan değerlere o boyutun pazar ve tüketici aktivitelerinin etkilerinin eklenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen talep tahmininin bazı aktivitelerin etkilerini yansıtmadığı düşünülüyorsa, kullanıcılar fikir birliği sağlayarak bazı düzeltmeler yapabilirler (Ek 1)

#### **4.2. Genel talep tahmin yöntemi**

Öncelikle, dış etkilerden(reklam,promosyon,geçmiş sevkiyat,vs.) arındırılmış sevkiyat miktarları bulunması amaçlanmıştır. Bu ilk aşamaya, zaman dizisinin sağlanması da denebilir. Bu aşamada öncelikle geçmiş sevkiyat miktarları, boyutlar için yapılan promosyon (1 alana 1 bedava) tipi aktivitelerden arındırılmıştır. Şirket yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda paket promosyonların yapıldığı aylar üzerindeki sevkiyat miktarlarına yüzde 60 oranında ek yaptıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, modelimiz bu aylardaki sevkiyat miktarlarından yüzde 60 düşülmüş halini açıklamaktadır. Daha sonra, geçmiş marka sevkiyat miktarları çalışmalar sonucu elde edilmiş model kullanılarak reklam, promosyon,vs. gibi etkilerden arındırılmıştır. Bu arındırma işlemi, şirketten alınan promosyon ve reklam verilerinin yardımıyla yapılmıştır. Zaman dizisi elde edildikten sonra, bu dizinin gelecek aydaki değeri altı aylık yürüyen ortalama metodu kullanılarak bulunur. Altı aylık yürüyen ortalama metodu kullanılmasının nedeni, belirgin bir eğilim olmadığıdır. Bulunan bu değere gelecek ay yapılacak aktivitelerin (reklam, promosyon vb.) etkilerinin eklenmesiyle gelecek ay için tüm boyutları kapsayan bir marka talep tahmini bulunmuş olur.

Bir marka için toplam tahmin elde edildikten sonra bu tahminlerin boyutlara dağıtılması işi başlar. Raporun ilerleyen kısımlarında bu aşamaya detaylı bir şekilde değinilmiştir. Bu işlemden sonra, yalnızca boyutları etkileyen dışsal faktörler de yapılmış tahmine eklenir ve bir

---

\* Blendax, Rejoice ve Pantene'in her birinin tamamı için kullanılan terim

\*\* Markalar içinde yer alan 200ml, 400ml ve 750ml hacimlerinin her biri için kullanılan terim

markanın her bir boyutu için (200,400,750 ml.) o ayki talep tahmini miktarına ulaşılmaktadır.

#### **4.3. Geliştirilen model ve modelin değişkenlerinin açıklanması**

Bir önceki bölümde bahsedilen zaman dizisini elde edebilmek amacıyla bazı değişkenlerle sevkiyat arasındaki ilişkileri ortaya çıkaracak nedensel bir model kurulmuştur. Modelde kullanılacak değişkenler ve değişkenlerin katsayıları; şirketin müşteriler için yaptığı promosyonlar, reklamlar, geçmiş sevkiyat miktarları, rakiplerin raf fiyatları (tüketiciye sunulan fiyatlar), firmanın kendi ürünlerinin liste fiyatları (bakkal, Migros tipi mağazalara sunulan fiyatlar) ve raf fiyatlarının verileri kullanılarak karar verilmiştir. Modeli tamamlamak için çeşitli denemeler yapılmış, en yüksek “ayarlanmış R-Kare” değerini veren modelin kullanımına karar verilmiştir.

Birbirleriyle yüksek korelasyon içinde olan değişkenleri aynı modelde kullanmak uygun olmadığı için detaylı bir korelasyon analizi yapılmıştır. Değişkenlerin parametreleri için detaylı bir korelasyon matrisi hazırlanmıştır. Bu korelasyon analizine göre (Ek 2), modelde müşteri promosyonları için CusP, reklamların ağırlıklı ortalaması için Wadv, dış rakiplerin fiyat indeksi için CI ve 2 ay öncesinin sevkiyat miktarı için  $D_{t-2}$  değişkenleri kullanılmaya karar verilmiştir.

Modelde kullanılan değişkenlerin değerleri, Temmuz 2004 ve Haziran 2006 arasındaki aylar için alınmıştır.

CusP<sup>\*\*\*</sup> olarak modelde yer alan değişken, müşterilere yapılan promosyonların etkilerini yansıtmak amacıyla kullanılmıştır ve birimi dolardır. Müşteri promosyonlarına şirket tarafından ayrılan aylık bütçe miktarları bu değişkenin değerleri olarak kullanılmıştır. Aylık bütçe değerleri enflasyon rakamları baz alınarak düzeltilmiştir ([www.inflationdata.com](http://www.inflationdata.com)). Bu işlem sonucunda sevkiyat miktarlarıyla müşteri promosyonları arasındaki korelasyonun yükseldiği görülmüştür. Ayrıca, şirketin verdiği bilgilere göre promosyonlar için ayrılan paradaki artışla, talep arasındaki ilişki doğrusal değildir. Bu nedenle CusP değişkenin çeşitli değerlerde üstü alınmış (1.2,1.5,1.7...), ve üst büyüdükçe değişken ile sevkiyat miktarı arasındaki korelasyonun arttığı görülmüştür. Ancak yüksek harcama miktarlı promosyonların getireceği aşırı artışlardan sakınmak için, CusP değişkenin üssü 1.5 olarak belirlenmiştir. Bir başka deyişle, bu yolla aylık olağandışı gözlemlerle karşılaşılma riski azaltılmıştır.

Modelde Wadv şeklinde yer alan değişken televizyon reklamlarının talep üzerindeki etkisini yansıtmak amacıyla konulmuştur ve Wadv reklamların ağırlıklı ortalamasıdır. Televizyon reklamları, tüm

---

\*\*\* Sayılar arasındaki ilişkileri benzer mertebelerde tutmak için müşteri promosyonlarının aylık değerleri 1000'e bölünmüştür ve bu haliyle kullanılmaya devam edilmiştir.

markaların reklamlardan alınan paylarının incelenmesi sonucunda modele yansıtılmıştır. Reklamlardan alınan pay, bir markanın belli bir dönemde yayınlanan reklamlarının pazarın toplam reklamlarındaki yüzde cinsinden oranıdır. Bir başka korelasyon analizi de reklamların son üç ayda her bir ay üzerindeki ağırlığının belirlenmesi için yapılmıştır. Talep ve reklamlardan alınan pay arasındaki korelasyon çeşitli yollarla hesaplanmıştır; ilk olarak reklamların şu anda içinde bulunduğumuz ay üzerindeki etkilerini görmek amacıyla, 2004 Temmuz ve 2006 Haziran arasındaki aylardaki talep ile aynı aydaki reklamlardan alınan pay arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Daha sonra bir önceki ayın etkilerini yansıtabilmek amacıyla, bir önceki ay reklamlardan alınan pay ile o ayın talebi arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Son olarak 2 ay öncesinin etkilerinin görmek amacıyla da bir korelasyon analizi yapılmıştır. Bu korelasyon analizleri sonucunda, bir önceki ayın reklamlarının talep üzerindeki etkisinin en fazla olduğu ve tahmini yapılacak ayın reklamlarının etkisinin de en az olduğu gözlenmiştir. Bu analiz sırasında son üç ay için değişik ağırlık dağılımları içeren bir Wadv matrisi hazırlanmıştır. Değişik ağırlık dağılımları ve talep arasındaki korelasyon analizi sonucunda, en uygun ağırlık dağılımının (0,10/0,70/0,20) olduğu saptanmıştır.

Yaptığımız Wadv analizini daha iyi anlamak için, 2005 şubat ayını ele alalım. Aralık 2004, Ocak 2005 ve Şubat 2005 aylarının reklamlardan alınan payları sırasıyla şöyledir; 10,83%, 8,86% ve 7,79%. Yapılan hesaplamalar sonucunda  $(10,83\% * 0,2 + 8,86\% * 0,7 + 7,79\% * 0,1)$ , 2005 Şubat ayının Wadv'si 9,147% olarak hesaplanır.

Modelimizde ICI ve CI olarak tanımlanan değişkenler firma içi rekabette olan ürünlerle firma dışı rakip ürünlerinin etkilerinin yansıtmak amacıyla kullanılmıştır. ICI değişkeni, talep tahmini yapılan markanın şirket içindeki rakibine göre fiyat endeksi olarak tanımlanmış; CI ise talep tahmini yapılan markanın şirket dışındaki rakibine göre fiyat endeksi olarak tanımlanmıştır. P&G tarafından Şubat06-Temmuz06 vs. Ağustos05-Ocak06 periyodları arasında yapılan "kazanç-kayıp" analizinin incelenmesi sonucunda, Blendax'ın pay olarak en fazla kazancının ve en fazla kaybının hangi markalardan olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, markaların pazardaki hacimleri de incelenerek CI ve ICI değişkenleri için hangi değerlerin kullanacağı kararlaştırılmıştır.

CI (Rakip fiyat endeksi) hesaplanmasında bir başka önemli nokta ise, liste fiyatlarının (şirketin müşterilere (bakkallar, Migros gibi mağazalar) sunduğu fiyatlar), markaların birbirine olan fiyat endekslerini en iyi yansıtacak değerler olduğu düşünülmüştür. Rakiplerin liste fiyatları bilinemediği için, CI değerlerini oluşturmak için markaların raf fiyatları (müşterilerin tüketicilere sunduğu fiyatlar)

kullanılmıştır. Şirketin gelecekteki rakip liste fiyatlarını kullanılan bir yöntemle tahmin edebiliyor olması, bu değişkenin modelde kullanılabilmesini sağlamaktadır.

Bu değişkenlere ek olarak, daha önceki MSU\*\*\*\* cinsinden sevkiyat miktarının yapılacak olan sevkiyat tahmini üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Hangi geçmiş ayların şu anki aya ne kadar etkili olduğunu bulmak amacıyla çeşitli korelasyon analizleri yapılmıştır, ve hem tek tek hem de karma olarak önceki sevkiyatların korelasyonu denenmiştir. Bu denemeler sonucunda 2 ay önceki sevkiyat miktarıyla şu andaki sevkiyat miktarı arasında yüksek korelasyon olduğu görülmüştür. Bu nedenle modelimize 2 ay önceki sevkiyatı gösteren  $D_{t-2}$  değişkeni eklenmiştir. Şirketle yapılan görüşmeler sonucunda, 2 ay önceki sevkiyat miktarının, tahmini yapılacak ayın sevkiyat miktarı üzerinde etkili olması, şirket yetkilileri tarafından da mantıklı bulunmuştur.

Şirketle yapılan görüşmelerde belirlenen bu değişkenler üzerine değerlendirmeler yapılmış, ve anlamlı olduklarına karar verilmiştir. Daha sonraki aşamada ise bu değişkenler kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

#### **4.4. Modelin katsayılarının belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesi**

MINITAB kullanılarak, farklı toplamsal ve çarpımsal modeller denenmiştir. Bu modellerden talebi en iyi yansıtanın kullanılmasına karar verilmiştir ve bu karar verilirken MINITAB'ın verdiği  $R^2$  değerlerine bakılmıştır. Ayrıca buna ek olarak ayarlanmış  $R^2$  değeri de dikkate alınmıştır. Geçmişte yapılan benzer modellerden yola çıkılarak yüzde 40'dan büyük bir  $R^2$  değerinin bulunması hedeflenmiştir.

MINITAB değişkenlerin doğruluğunun bir ölçütü olan P değerleri vermektedir. Eğer bir değişkenin P değeri 0,1'den büyükse, bu göstermektedir ki bu değişkenin talep üzerinde geçerli bir etkisi yoktur. Yapılan birçok koşturma göstermiştir ki, markanın liste fiyatı ve ICI değişkenlerinin talep üzerinde geçerli etkileri yoktur ve bu nedenle, bu değişkenler modelden çıkarılmıştır. Bir değişkenin P değeri 0,1'den küçük olması o değişkenin talep üzerinde geçerli bir etkisi olduğunu gösterir, ve Wadv, CusP, CI ve  $D_{t-2}$  değişkenlerinin P değerleri bu aralığı sağlamaktadırlar. Örneğin Wadv değişkeninin P değeri 0'dır, ve bu değer reklamlardan alınan pay bilgilerinin modelimize hemen hemen mükemmel bir şekilde yansıdığını söylemektedir.

Yapılan yaklaşık 100'ün üzerinde koşturma sonucunda kullanılacak değişkenlerin CusP, Wadv, CI ve  $D_{t-2}$  olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek ayarlanmış  $R^2$  değeri veren modelin en uygun model olduğu bilgisine araştırmalarımız sonucunda ulaşılmıştır.

---

\*\*\*\* Şirket içinde kullanılan sevkiyat birimi.



Bu bilgiye dayanarak, yapılan koşturmalar arasından  $R^2$  değeri %69,9, ayarlanmış  $R^2$  değeri %61,9 olan toplamsal modelin en uygun model olduğuna karar verilmiştir(Ek 3).

Bulunan model ve değişkenlerinin katsayıları yapılan görüşmeler sonucunda P&G tarafından da anlamlı bulunarak onaylanmıştır.

#### ***4.5. Bir marka için toplam talep tahmini yapılması ve bu tahminin markanın farklı boyutlarına dağılımı***

Yukarıda açıklanan regresyon modelinin katsayıları kullanılarak geçmiş sevkیات değerleri yeniden düzenlenmiş ve bu etkilerden arındırılmış bir zaman serisi elde edilmiştir. Bu seriye “arındırılmış sevkیات miktarı serisi” denmiştir. Daha sonra, bir sonraki ay için toplam sevkیاتlarının tahminleri, arındırılmış sevkیات miktarlarından elde edilen 6 aylık hareketli ortalamayla elde edilmiş ve son olarak sevkیاتlar üzerinde etkisi olan faktörlerin etkileri yapılmış tahminlerin üzerine eklenmiştir. Metot seçimi bazı istatistiksel hata kriterlerine göre yapılmıştır ve çeşitli denemelerden sonra 6 aylık hareketli ortalama metodunu kullanma kararı verilmiştir.

Yntemimize göre, bir marka için toplam tahmin elde ettikten sonra bu tahminlerin boyutlara dağıtılması işi başlar. P&G Türkiye’nin bize verdiği bilgiye göre, kendileri bir marka için toplam tahmin yaptıkları zaman boyutlara dağıtma işini de sezgisel tahminle yaptıklarını söylemişlerdir. Fakat bu yolun çok verimli olduğunu dşnmediğimizden ve amacımız talip tahminini daha sistematik hale getirmek olduğu için, her bir boyutun markalar içindeki oranlarının belirlenmesinde eski verileri inceleyerek regresyon analizi kullanmaya karar verilmiştir. Bu oranların belirlenmesi için yapılan analizler sırasında 750 ml boyutundaki ürünlerin sevkیات miktarının giderek arttığı ancak 200 ml ve 400 ml boyutundaki ürünlerin sevkیات miktarlarının giderek azaldığı gözlemlenmiştir (Ek 4).

İlk analiz olarak kaba oranları hesapladık. Bu oranlar toplam boyut sevkیاتlarının toplam sevkiyata oranıyla hesaplanmıştır. Her bir boyut için bu oranların sabit bir oranda arttığı ya da azaldığı gözlendikten sonra regresyon modelinde en çok hataya yol açan doruk ve çukur noktaları incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda bu hataların çoğunun büyük promosyon paketlerinin olduğu aylarda olduğu görülmüştür ve bu promosyon paketlerinin tahmin üzerindeki etkilerini temizleyip talep tahmini yapmaya karar verilmiştir.

Toplam sevkیات tahmininin değişik boyutlara nasıl dağıtılacağı ayarlanmış oranlarla belirlenmiştir. Ek 5’te 2004 yılının ikinci yarısından 2006 yılına kadar olan aylar için yapılmış ayarlanmış oranları görebilirsiniz.

Aynı aylar için sevkیاتlar paket promosyonların etkilerinden temizlendikten ve ayarlanmış oranlar hesaplandıktan sonra, yeniden

grafik analizi yapılmış ve daha önce gözlenen doruk ve çukurların birçoğunun yok olduğu görülmüştür. Elde edilen bu yeni veri zaman dizisi modelimizde kullanılmaya uygundur.

Veriler paket promosyonların çıkarılmasından sonra belli bir eğilim göstermektedir. Bu nedenle bu veri üzerinde boyutların toplam hacimdeki ayarlanmış oranlarını tahmin etmek için çift hareketli ortalama metodu kullanılmıştır. Bu oranlar hesaplandıktan ve her bir boyut için taban sevkiyat belirlendikten sonra, her bir boyutun sevkiyatına paket promosyonların etkileri tekrar eklenmiştir.

### **5.Uygulama Planı**

P&G için tasarlanan talep tahmin metodolojisi, sistem dinamiklerini modeldeki değişkenler ve katsayılar yoluyla açıklamaya çalışmaktadır. Ayrıca, şirket tarafından kullanılacak istatistiksel metotlar için hazırlanmış Excel sayfaları istatistiksel tahminlerin kısa bir süre içinde hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Modelin uygulanmasından ve istatistiksel tahminin yapılmasından sonra da, genel bir konsensus aşaması ve ek sezgisel tahminlerin yapılması değişen pazar koşullarına göre gerekli olabilir.

Şirket, metodolojiyi uygulamak için bizden bir kullanım kılavuzu hazırlanmasını talep etmiştir. Bu kullanım kılavuzu, talep tahmini yapacak olan kişinin metodolojiyi nasıl uygulayacağını çok detaylı bir şekilde anlatacaktır. Bu kullanım kılavuzunda yazacaklarımızın kısaca bir açıklaması aşağıdaki paragrafta mevcuttur.

Metodolojiyi yürütecek olan kişinin en baştaki amacı geçmiş verileri toplamak ve bunlarla market dinamikleri arasındaki ilişkiyi anlamak olmalıdır. Ayrıca, değişen market koşulları için gerekli varsayımlar da belirlenmelidir. Daha sonra, rapor içinde anlatılanların ışığında istatistiksel model yardımıyla talep tahmini yapılmalıdır. Fakat, bu talep tahmin sisteminin verdiği değer son değer olarak kabul edilmemelidir. Talep tahmini işini yapan lojistik birimi, pazarlama birimiyle beraber en son talep tahmin değeri için genel bir konsensus sağlamalıdır. Gerektiği takdirde, sezgisel tahminlerle ek talep tahminleri yapılabilir. Bundan sonraki aşamada ise, tahminin tüm şirketle paylaşılması ve bunun yönetilmesi gereklidir. Son olarak, yapılan talep tahmininin o ay gerçekleşen gerçek taleple karşılaştırılmalı ve bu yolla performans değerlendirilmelidir. Performans sonuçlarına göre, metodoloji içerisinde değişiklikler yapılabilir.

P&G Türkiye, talep tahminin performansını ölçmek için SP3 değerlerini kullanmaktadır. SP3 analizinde, yapılan 3 aylık toplam gerçek sevkiyat miktarı, 3 aylık toplam talep tahminlerine bölünür ve toplam 3 aylık sapma miktarı bulunur. Şirketin amacı, bir marka için yapılan talep tahmininde SP3 değerinin 0,9 ile 1,1 arasında olmasıdır. Bir marka için SP3 değeri bu limitlerin dışına çıkarsa sistem başarısız

olarak kabul edilmektedir. Şu anki tahmin denemelerimizde bu aralığı %75 oranında tutturduğumuzdur. Şirketle yapılan görüşmeler sonucunda, bazı faktörlerin etkisi yansıtılmadan (konsensus aşamasından önce) yapılan bu tahminlerin %75 aralığında olması şirket yetkilileri tarafından yeterince geçerli bulunmuştur.

## **6. Genel Değerlendirme**

### **6.1. Projenin firmaya getireceği katkılar**

Önermekte olduğumuz talep tahmin sistemi metodolojisinin Procter&Gamble Türkiye'ye en önemli faydalarından biri, hızlı tüketim sektöründe reklam ve promosyon gibi yoğun olan aktivitelerin talep tahminine olan etkisini daha güçlü bir şekilde açıklamasıdır. Son kullanıcı tarafından yapılan ek tahmin analizine, eskisi kadar gereksinim duyulmayacaktır. Bunun yanında, rakiplerin fiyat düşürme gibi karşı ataklarının sevkiyatlara etkisi ise, geliştirilen talep tahmin metodolojisi yardımıyla daha iyi açıklanmıştır. Tüm ürünler için geçmiş verilerin analiz edilerek belirleyici bileşenlerin açığa çıkarılması ve bu bileşenleri ön plana çıkaran tahmin metodlarının kullanılması gelecekte pazarda oluşacak talebin daha isabetli tahmin edilmesini sağlayacaktır.

Bunun yanında hazırladığımız metodoloji sayesinde, şirket talep tahmini işini çok kısa bir sürede ve daha da önemlisi sistematik bir biçimde bitirebilecektir. Hazırladığımız metodoloji sayesinde, talep tahmini için harcanan süre kısalacak ve verimlilik artacaktır.

Ayrıca uzun vadede, hazırlamış olduğumuz problem yaklaşımı ve metodoloji P&G'nin tüm kategorileri için de uygulanabilir. Şirket yetkilileri hazırlamış olduğumuz metodolojiyi çok beğenmişler ve ileriki zamanlarda diğer kategorilerdeki ürünler için de bu metodolojiyi uyarlamayı ve kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bütün bunlara ek olarak, şirket yetkililerinden alınan bilgiyle üç aylık satış tahmininin %1 fazla yapılması sonucunda her ay X USDlik envanter ekstradan tutulmaktadır. Üç aylık satış tahmininin %1 az yapılması durumunda ise her ay Y USDlik satış kaybı olacağı öğrenilmiştir. Bu durum gerçekleştirilen bu projenin önemini göstermektedir.

### **6.2. Projenin uygulanmasında şirketin sahip olacağı avantajlar ve dezavantajlar**

Projenin geliştirme aşamasında kullanılan promosyon verisi öngörülen değil, gerçekleşen değerlerdir. Fakat proje uygulaması sırasında şirket gerçekleştirecek değerleri bilemeyecektir. Daha önce de anlatıldığı gibi talep tahmin sisteminin içinde her zaman bir konsensus aşaması yer alacaktır ve proje süresince tarafımızdan bu aşamanın gerçekleştirilmesi olanağı bulunmadığından yapılamamıştır. Gerçekleşecek promosyon değerlerinin bilinmemesi her ne kadar uygulamada projenin başarısını azaltacak bir faktör olarak görünse de,

şirketin konsensus yapabilecek olması bu dezavantajı ortadan kaldıracaktır.

### **6.3. İleriye dönük geliştirme olanakları**

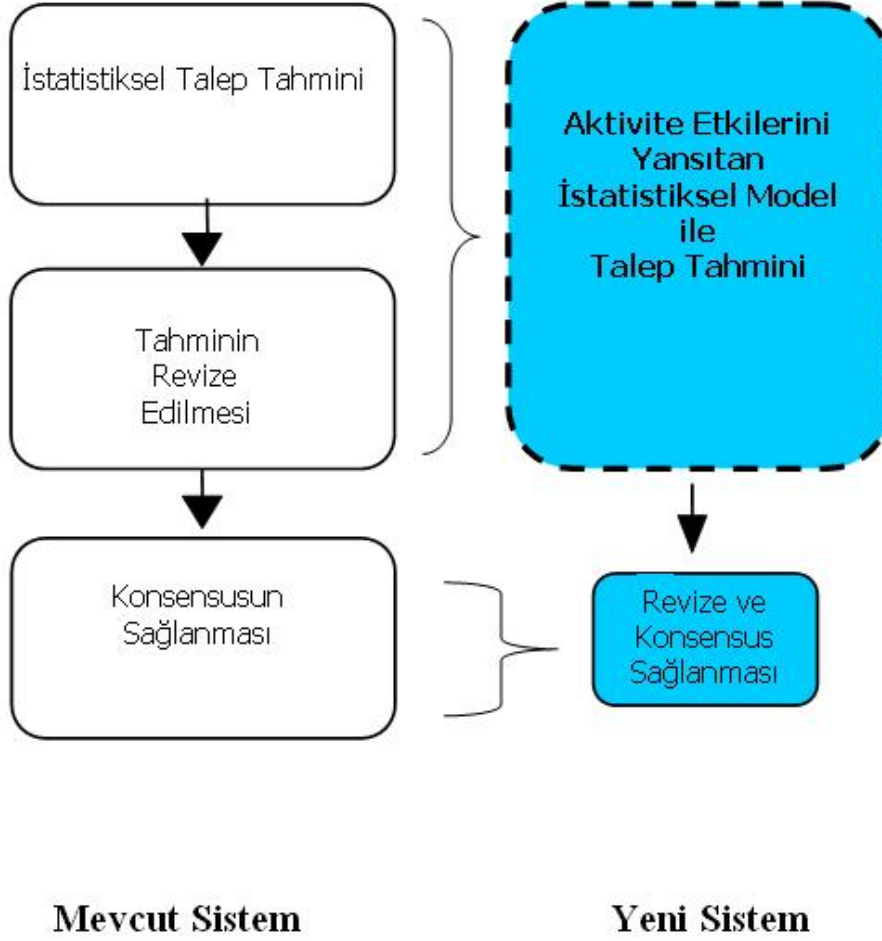
Önermekte olduğumuz talep tahmin metodolojisi, şirketin bize sağladığı verilerin kullanılmasıyla sistemi güçlü bir şekilde açıklamaktadır. Fakat, model değişik verilerin eklenmesiyle daha da güçlendirilebilir.

Ayrıca, envanter miktarı ve rakip endeksi analizi gibi bazı bilgiler veri eksikliği sebebi ile modele yansıtılamamıştır. İleriye yönelik bunlarla ilgili verilerin toplanması ve modele aktarılması, talep tahminindeki hataları daha da azaltacaktır.

Bunun yanında, şirketin Head&Shoulders isimli markasının Şubat 2006 itibariyle piyasaya girmesinden sonra, tüm saç bakım pazarı dinamikleri büyük ölçüde değişime girmiştir. Dolayısıyla, modelimiz kullandığı zaman aralığının son 4 ayını, yani 2006 yılının şubat ayından haziran ayına kadar olan kısmını, tam olarak açıklayamamaktadır. Fakat, ileriki aylarda değişmiş olan market dinamikleri tekrar yerine oturacağından, geliştirdiğimiz talep tahmin modeli sistemi güçlü bir şekilde açıklamaya devam edecektir.

## EKLER

Ek 1. Mevcut sistem ve yeni sistem



## Ek 2. Korelasyon analizi

### Korelasyonlar

	CI(t-1)	ICI(t-1)	Shipment	Wady(10,70,20)
ICI(t-1)	0,113 0,609			
Shipment	0,017 0,938	-0,209 0,338		
Wady(10,70,20)	-0,051 0,816	-0,135 0,539	0,584 0,003	
CusP^1.5	-0,077 0,726	-0,185 0,398	0,167 0,447	-0,197 0,367

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

*\* CusP^1.5 and ICI arasındaki yüksek korelasyon birinden birinin modelden çıkartılması gerektiğini göstermektedir. CusP^1.5 bağımlı değişkenimiz (sevkiyat miktarı) ile daha yüksek korelasyona sahip olduğu için ICI değişkeni modelden çıkarılmıştır.*

### Korelasyonlar

	Shipment(60%)	Ship-bundle(60%)	LP(Adjusted)
Shipment(60%)	-0,394 0,086		
LP(Adjusted)	-0,413 0,070	0,018 0,939	
CI	-0,450 0,047	-0,066 0,783	0,537 0,015
ICI	-0,027 0,909	0,440 0,052	-0,273 0,245
CusP^1.5	0,165 0,487	-0,130 0,584	0,248 0,292
Wady(10,70,20)	0,553 0,012	-0,063 0,793	-0,372 0,106
	CI	ICI	CusP^1.5
ICI	-0,194 0,412		
CusP^1.5	0,195 0,410	-0,505 0,023	
Wady(10,70,20)	-0,167 0,482	0,162 0,494	-0,262 0,265

### Ek 3. Blendax marka modeli

The regression equation is

$$D = 770 - 0,396 D(t-2) + 3,16 \text{ Wadv}(10,70,20) + 0,00745 \text{ CusP}^{1.5} - 604 \text{ CI}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	770,0	215,0	3,58	0,003
D(t-2)	-0,3958	0,1669	-2,37	0,032
Wadv(10,70,20)	3,1647	0,8549	3,70	0,002
CusP <sup>1.5</sup>	0,007449	0,003194	2,33	0,034
CI	-604,2	195,2	-3,09	0,007

S = 21,3045    R-Sq = 69,9%    R-Sq(adj) = 61,9%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	15837,6	3959,4	8,72	0,001
Residual Error	15	6808,2	453,9		
Total	19	22645,8			

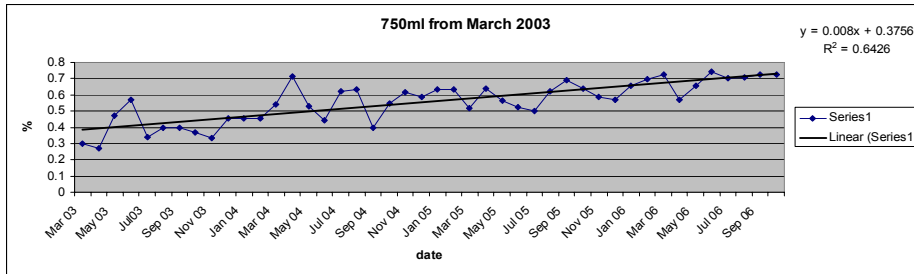
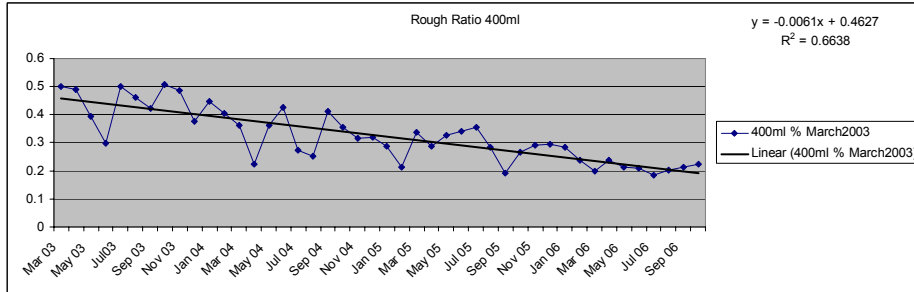
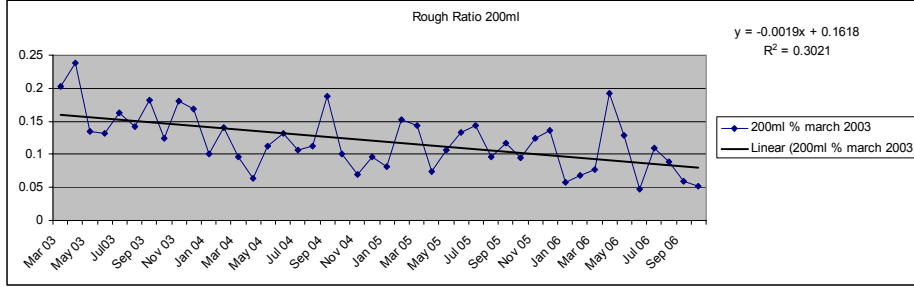
Source	DF	Seq SS
D(t-2)	1	3513,4
Wadv(10,70,20)	1	6338,3
CusP <sup>1.5</sup>	1	1638,8
CI	1	4347,1

#### Unusual Observations

Obs	D(t-2)	D	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
12	103	130,74	129,38	20,18	1,36	0,20 X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

**Ek 4. Blendax 200ml , 400 ml, 750 ml için sevkiyat miktarı-zaman grafikleri**





Ek 5. Blendax 200ml , 400 ml, 750 ml için sevkiyat miktarı-zaman grafikleri

	Ayarlanmış Oran			Kaba Oran		
	200ml	400ml	750ml	200ml	400ml	750ml
<b><u>Ocak 04</u></b>	0.10121	0.44601	0.45277	0.10121	0.44601	0.45277
<b><u>Şubat04</u></b>	0.14066	0.40632	0.45301	0.14066	0.40632	0.45301
<b><u>Mart 04</u></b>	0.09680	0.36324	0.53995	0.09680	0.36324	0.53995
<b><u>Nisan 04</u></b>	0.06382	0.22488	0.71128	0.06382	0.22488	0.71128
<b><u>Mayıs 04</u></b>	0.11190	0.31052	0.52696	0.11190	0.36113	0.52696
<b><u>Haziran 04</u></b>	0.15241	0.33925	0.50833	0.13201	0.42768	0.440
<b><u>Temmmuz 04</u></b>	0.10642	0.27196	0.62161	0.10642	0.27196	0.62161
<b><u>Ağustos 04</u></b>	0.11224	0.25270	0.63504	0.11224	0.25270	0.63504
<b><u>Eylül 04</u></b>	0.18858	0.4117	0.39965	0.18858	0.4117	0.39965
<b><u>Ekim04</u></b>	0.10077	0.35520	0.54402	0.10077	0.35520	0.54402
<b><u>Kasım 04</u></b>	0.06898	0.31540	0.6156	0.06898	0.31540	0.6156
<b><u>Aralık 04</u></b>	0.10737	0.31561	0.57700	0.09649	0.31889	0.58461
<b><u>Ocak 05</u></b>	0.08773	0.28144	0.63081	0.08103	0.28652	0.63243
<b><u>Şubat 05</u></b>	0.1367	0.2533	0.609	0.15260	0.2116	0.63570
<b><u>Mart 05</u></b>	0.10912	0.46462	0.4262	0.14277	0.33854	0.51868
<b><u>Nisan 05</u></b>	0.07455	0.28700	0.6384	0.07455	0.28700	0.6384
<b><u>Mayıs 05</u></b>	0.10599	0.32808	0.56592	0.10599	0.32808	0.56592
<b><u>Haziran 05</u></b>	0.1327	0.34201	0.52519	0.1327	0.34201	0.52519
<b><u>Temmuz 05</u></b>	0.14331	0.35410	0.50257	0.14331	0.35410	0.50257
<b><u>Ağustos 05</u></b>	0.09665	0.28287	0.6204	0.09665	0.28287	0.6204
<b><u>Eylül 05</u></b>	0.08001	0.26940	0.65057	0.11738	0.19086	0.69175
<b><u>Ekim 05</u></b>	0.09458	0.26776	0.6376	0.09458	0.26776	0.6376
<b><u>Kasım 05</u></b>	0.12463	0.29022	0.58514	0.12463	0.29022	0.58514
<b><u>Aralık 05</u></b>	0.13574	0.29560	0.56865	0.13574	0.29560	0.56865

<b><u>Ocak 06</u></b>	0.05708	0.28409	0.65882	0.05708	0.28409	0.65882
<b><u>Şubat 06</u></b>	0.06849	0.23658	0.69491	0.06849	0.23658	0.69491
<b><u>Mart 06</u></b>	0.06899	0.21068	0.72031	0.076	0.19954	0.72415
<b><u>Nisan 06</u></b>	0.18962	0.27060	0.53976	0.19172	0.23811	0.57016
<b><u>Mayıs 06</u></b>	0.12825	0.21306	0.65867	0.12825	0.21306	0.65867
<b><u>Haziran 06</u></b>	0.04728	0.20775	0.74496	0.04728	0.20775	0.74496
<b><u>Temmuz 06</u></b>	0.11010	0.18488	0.70501	0.11010	0.18488	0.70501
<b><u>Ağustos 06</u></b>	0.04413	0.27354	0.68231	0.08877	0.20178	0.70944
<b><u>Eylül 06</u></b>	0.05959	0.21354	0.72685	0.05959	0.21354	0.72685
<b><u>Ekim 06</u></b>	0.05216	0.22511	0.72271	0.05216	0.22511	0.72271

# **Sipariş Teslimat Sürelerini Azaltmaya Yönelik Çizelgeleme Sistemi Geliştirilmesi**

## **Tepe Betopan Yapı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Berk Berberoğlu  
Zeynep Tuba Çalıkoğlu  
Özlem Demir  
Ekin Ergül  
Petek Işık  
Sezin Saraçoğulları

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Yüksel Çayır, Tepe Betopan Üretim Müdürü

### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. M. Selim Aktürk,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Tepe Betopan için bayilerin taleplerine hızlı bir şekilde cevap vererek müşteri memnuniyetini arttırmak oldukça önemlidir. Bu projede, bayi siparişlerinin teslimat sürelerini azaltmaya yönelik üretim, kesim ve sevkiyat çizelgelerini oluşturan entegre bir çizelgeleme sistemi geliştirilmiştir. Önerilen çizelgeleme algoritmaları geçmiş sipariş verilerini kullanarak test edilmiş ve yeni sistem ile müşterilerin bekleme sürelerinde %80-85'lere varan oranlarda azalma sağlanabileceği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** CONWIP, Sipariş teslimat süresi, çizelgeleme, veritabanı.

## 1. İşletme Tanıtımı

Tepe Grubu 1984 yılında Ankara Beytepe Tesisleri'nde 14.500 m<sup>2</sup> kapalı alan üzerine Tepe Betopan fabrikasını kurarak, Türkiye'de ilk çimentolu yonga üretimini başlatmıştır. Avrupa ve Ortadoğu'nun tamamına yakın bölgelerine ihracat yapmakta olan Tepe Betopan'ın üretim kapasitesi yıllık 67.000 m<sup>3</sup>'tür. Tepe Betopan'da yaklaşık 35 beyaz 130 mavi yakalı personel görev yapmaktadır.

Tepe Betopan'ın temel olarak dört çeşit ürünü bulunmaktadır. Bunlar, Betopan, Betopan Plus (dolomitli ürün), Yalıpan (ahşap desenli ürün) ve Taşonit'tir (taş desenli ürün). Üretim kapasitesinin %10'u ihracata, %10'u desenli ürünlerin üretimine (taşonit, yalıpan) ve %80'i Betopan üretimine ayrılmıştır. Ürünler kalınlık ve boylarına göre çeşitlenmektedir. Ürünlerin eni sabit olup, 1250 milimetredir. Uzunlukları 2500, 2800 ve 3000 mm olarak üç çeşittir. Kalınlıkları ise 8 mm'den başlayıp 30 mm'ye kadar ikişer milimetrelik farklarla değişmektedir.

## 2. Projenin Tanımı

Tepe Betopan'da siparişlerin alınmasından teslim edilmesine kadar geçen süre müşterilerin öncelik derecelerine, üretim ve kesim operasyonlarının kapasitelerine, yarı mamül ve tam mamül stok seviyelerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu projenin amacı sipariş teslim sürelerini azaltmaya yönelik üretim, kesim ve sevkiyat çizelgelerinin oluşturulmasında kullanılacak entegre bir sistem geliştirmektir. Bu sistem verilerin akışını sağlayacak bir veritabanı uygulaması ile desteklenecektir.

### 2.1. Mevcut sistem

Tepe Betopan'da akış tipi bir üretim sistemi mevcuttur. Tüm operasyonlar, üretim ve kesim olmak üzere iki ana bölüme ayrılmıştır. İşler, her iki bölümdeki bütün makinalardan aynı sırada geçmektedirler. Üretim operasyonunda çimento, talaş ve çeşitli kimyasallardan oluşan karışım Betopan levhaları haline getirilir ve bu levhalar fırınlanır. Fırınlanan levhalar çimentonun kurumması ve kimyasal tepkimelerin tamamlanması için yarı mamül ambarında yaklaşık on gün bekletilir. Sonrasında, levhalar kesim operasyonu ile siparişte belirtilen boyutlara getirilir. Tepe Betopan'da üretim ve kesim operasyonları için çizelgelerin oluşturulması, bu akış göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Kesim operasyonu siparişin gelmesiyle, üretim operasyonu ise yarı mamül ambarından kesim operasyonuna malzeme gönderilmesiyle başlatılır.

Tepe Betopan'da siparişe göre üretim yapılmaktadır. Tepe Betopan'ın satış ve dağıtım ağı ana bayilerden ve bu ana bayilere bağlı alt bayilerden oluşmaktadır. Siparişler, ana bayiler tarafından, ana bayinin kendisi ya da bir alt bayisi için metreküp cinsinden

açılmaktadır. Ana bayilerin sipariş yoğunluklarına göre Tepe Betopan tarafından belirlenmiş olan öncelikleri vardır. Üretim programı sipariş yoğunluğunun çok olduğu ürünler dikkate alınarak yapılmaktadır. Kesim programı hazırlanırken ilk önce yüksek öncelikli ana bayilerin taleplerinin karşılanması, sonrasında bekleme süresi çok olan siparişlerin karşılanması amaçlanmaktadır. Betopan Plus, Taşonit ve Yalipan ürünleri için üretim ve kesim operasyonları haftanın belirlenen günlerinde, belirlenen hacimlerde gerçekleştirilmektedir. Kalan kapasite için üretim ve kesim çizelgeleri Betopan ürünü için hazırlanmaktadır. Kesim operasyonunu tamamlamış ürünler tam mamül stoğunu oluşturur. Sevkiyat çizelgesi tam mamül stoğunda bulunan ve aynı sevk adresine gidecek olan ürünler için hazırlanır.

## **2.2. Mevcut sistemdeki problemler**

Tepe Betopan'da üretim, kesim ve sevkiyat çizelgelerini oluşturmak için herhangi bir sistematik yaklaşım kullanılmamaktadır. Bu çizelgeler, müşteri öncelikleri ve siparişlerin bekleme süreleri göz önünde bulundurularak elle yapılmaktadır. Ana bayilerden gelen talebin artmasına bağlı olarak siparişlerin bekleme süreleri (siparişin alınıp, tedarik edilmesine kadar geçen süre) artmaktadır. Siparişlerin bekleme sürelerinin artması ana bayilerin memnuniyetini azaltmaktadır. Mevcut sistemde, ana bayilerden gelen siparişlerin bekleme süreleri yüksek öncelikli ana bayiler için yaklaşık 30 gün, önceliği düşük olan ana bayiler içinse yaklaşık 40 gündür.

Üretim, kesim ve sevkiyat çizelgelerini oluşturmak için gerekli olan veriler birden fazla *MS Office Excel*<sup>®</sup> dosyasında farklı formatlarda saklanmaktadır. Bu dosyalardaki veriler birçok kez tekrarlanmakta ve veriye ulaşım zorlaşmaktadır. Birden çok kullanıcının dosyalara eşzamanlı erişebilmesi sonucunda ise dosyalarda saklanan bilgiler arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca, mevcut sistemde sevkiyat tarihine kadar ürünün gönderileceği ana bayi bilinmemektedir. Bu nedenle, bir ana bayinin siparişi göz önünde bulundurularak kesim programına konulmuş olan ürün, aynı siparişi vermiş olan başka bir ana bayiye gönderilebilmektedir.

## **2.3. Proje kapsamı ve firma beklentileri**

Mevcut sistemde bahsedilen problemler üretim, kesim ve sevkiyat için geliştirilecek olan entegre bir çizelgeleme sistemi ile çözülecektir. Geliştirilecek çizelgeleme sisteminin amacı, ana bayilerden gelen siparişlerin bekleme sürelerini azaltmak, günlük kapasiteyi etkili olarak kullanmak ve ana bayilerin memnuniyetini arttırmaktır. Çizelgeleme sistemi oluşturulurken ana bayi öncelik durumu, siparişin bekleme süresi, üretim ve kesim operasyonlarının günlük kapasiteleri, yarı mamül ve tam mamül envanter durumu kısıtları dikkate alınacaktır.

Önerilecek algoritmaların kullanacağı verileri saklamak için bir veritabanı sistemi kurulacak böylece, veriler arasında oluşabilecek farklılıklar önlenecektir.

### **3. Önerilen Sistem**

Tepe Betopan'ın üretim sistemi bir çekme sistemi olarak tasarlanmıştır. Her sipariş için yarı mamül stoğunda bulunan ürün bir kesim işlemine tabi tutularak, siparişte belirtilmiş olan boyutlarda kesilir. Kesim işleminin başlamasıyla yarı mamül alanında bulunan envanter seviyesi azalır. Yarı mamül ürün stoğunun yönetimi için CONWIP sisteminin uygulanmasına karar verilmiştir. Bu sistemlerde belirli bir zaman içerisinde, sistemde bulunabilecek olan envanter miktarı belli bir üst limiti geçemez (Geraghty and Heavey, 2005). Belirtilen bu üst limite ulaşıldığı durumda yeni bir talep gelmedikçe sisteme yeni envanter girişi yapılmaz. Tepe Betopan'da değişik boy ve kalınlıktaki ürünler için yarı mamül envanter seviyeleri, talebin fazla olduğu ürünler için geçmiş dönem taleplerinin ortalamaları ve firmadan alınan bilgiler temel alınarak belirlenmiştir. (Ek 1).

Bu yaklaşımla yarı mamül envanterini belirlenen seviyelerde sabit olarak tutabilmek için her bir kesim işleminden sonra, kesilen her ürün için kullanılan miktarda yarı mamülün üretimine derhal başlanmalıdır. Projemiz kapsamında, kesim ve yarı mamül üretim operasyonlarını 'çekme' ve CONWIP ilkelerine göre çizeleylecek algoritmalar geliştirilmiştir. Kesim algoritması, ana algoritma olarak tasarlanmış ve bu algoritmanın çıktısı üretim algoritması tarafından kullanılmıştır.

#### **3.1. Kesim algoritması**

Kesim algoritması oluşturulurken ana bayilerin öncelik dereceleri, siparişlerin bekleme süreleri, kesim operasyonunun günlük kapasitesi ve ayar zamanları olmak üzere dört unsur göz önünde bulundurulmuştur. En yüksek önceliği olan ana bayinin öncelik derecesi '1' olarak belirlenmiştir. Ana bayinin önceliği azaldıkça bu sayı artmaktadır. Öncelik kümeleri ve bu kümelerde hangi öncelik dereceli ana bayilerin bulunacağı, sistemin kullanıcıları tarafından belirlenir. Ayrıca, siparişlerin kapasitenin tamamını kullanmaması için, kullanıcı tarafından her ürüne ait bir maksimum kullanım seviyesi belirlenir. Buna göre kesim algoritması aşağıdaki gibidir:

*Adım 1:* Betopan dışındaki diğer ürünlerin kesimi için kullanılacak kapasiteyi düşükten sonra Betopan üretimine ayrılacak kalan günlük kapasiteyi hesapla.

*Adım 2:* Gelen siparişleri ana bayi öncelik derecelerine göre sırala ve belirlenen öncelik kümesine ata.

*Adım 3:* Her öncelik kümesindeki siparişleri azalan bekleme sürelerine göre sırala. İlk öncelik kümesini mevcut küme olarak belirle.

*Adım 4:* Mevcut öncelik kümesindeki ilk sırada yer alan sipariş için:

Eğer siparişin tamamı tam mamül stoğundan karşılanabiliyorsa, sipariş miktarını tam mamül stoğundan düş, siparişi kümeden çıkar. Mevcut küme son öncelik kümesi ise ilk öncelik kümesine; değilse . bir sonraki öncelik kümesine geç.

Eğer siparişin tamamı tam mamül stoğundan karşılanamıyorsa, karşılanabilinen miktarı tam mamül stoğundan ve sipariş miktarından düş ve siparişin tam mamül stoğundan karşılanan kısmı için sevkiyat iş emri çıkart. Mevcut küme son öncelik kümesi ise ilk öncelik kümesine; değilse bir sonraki öncelik kümesine geç.

Eğer sipariş tam mamül stoğundan karşılanamıyorsa, yarı mamül stoğunu ve maksimum kapasiteyi kontrol et. Sipariş için gerekli yarı mamül miktarı, yarı mamül stoğundan karşılanabiliyorsa, stoktan ve günlük kapasiteden düş. Kesim operasyonları için iş emri çıkart. Siparişi kümeden çıkar. Mevcut küme son öncelik kümesi ise ilk öncelik kümesine; değilse bir sonraki öncelik kümesine geç.

Eğer sipariş miktarı kullanılabilir en yüksek kapasiteden büyükse, kullanılabilir kapasite kadarını sipariş miktarından, günlük kapasiteden ve gerekli olan yarı mamül miktarını yarı mamül stoğundan düş. Siparişin yarı mamül ambarından karşılanan kısmı için kesim operasyonu iş emri çıkart. Mevcut küme son öncelik kümesi ise ilk öncelik kümesine; değilse bir sonraki öncelik kümesine geç.

*Adım 5:* Belirlenen gün sayısı kadar güne sipariş atandıysa ya da atanmayı bekleyen sipariş kalmadıysa dur. Aksi halde, eğer kalan günlük kapasite sıfırdan küçükse, bir sonraki güne geç. Bir sonraki günün kapasitesini azalt. Adım 4'e git.

*Adım 6:* Günlere atanan siparişleri kendi içinde önce kalınlıklarına sonra boylarına göre grupla.

Her bir gün için, her bir yenilemede, bir öncelik kümesinden bir iş atanıp, bir sonraki öncelik kümesine geçilmektedir. Böylece, düşük öncelikte olan işlerin çok uzun süreler beklemeleri engellenmiştir. Ayrıca, her bir öncelik kümesindeki işlerin azalan bekleme sürelerine göre sıralanmasıyla diğer işlere göre daha uzun süre beklemekte olan ürünlerin atanmasına öncelik verilmiş olmaktadır. Her yeni güne başladığında atanmak için gözlemlenecek iş ilk kümenin ilk işi olacaktır; böylece, yüksek önceliğe sahip olan bir işin atanması ihtimali de artmış olacaktır.

### **3.2. Üretim algoritması**

Geliştirilen üretim çizelgeleme algoritmasının amacı, yarı mamül stoğunu aynı seviyede tutmaktır. Her bir kesim işleminden sonra, kesilen ürünün hacmi kadar üretim yapılacaktır. Üretim algoritması, girdi olarak bir önceki gün kesilen ürünlerin boy, kalınlık ve hacim bilgisini kullanır. Çıktı olarak, her boy ve kalınlık için üretilecek yarı mamül miktarını verir.

*Adım 1:* Kesim işleminde kullanılmış yarı mamül baz alarak ürünleri, kalınlık ve boyları aynı olacak şekilde grupla ve her bir grup için üretilecek toplam hacmi hesapla.

*Adım 2:* Her bir grup için, o gruba özgü kalınlık ve boy bilgisini, ve gruba ait toplam hacim bilgisini alıp, işemirlerini hazırla.

### **3.3. Sevkiyat algoritması**

Ürünlerin sevkiyatının Tepe Betopan tarafından yapıldığı koşullarda, sevkiyat bir veya daha fazla kamyonu tamamlanacak şekilde yapılmakta ve aynı adrese gönderilecek olan ürünler gruplanarak sevkiyatlar gerçekleştirilmektedir. Sevkiyat algoritması kesim algoritmasının çıktısı olan bayilerle ilişkilendirilmiş kesim çizelgelerini kullanarak, ürünlerin sevkiyata hazır olacakları tarihi, gönderilecekleri bayiyi ve ürün hacmi bilgilerini ortaya çıkartır.

Tasarlanmış olduğumuz sistemin kullanıcıları, kesim çizelgesiyle ana bayiler için kesilmiş olan ürünlerin ne zaman tam mamül ambarına gireceğini görebilmektedir. Sevkiyat çizelgesi ise bir siparişin sevk için hazır olacağı zamanı belirtmektedir. Bu nedenle, kesimi tamamlandıktan sonra tam mamül ambarına aktarılmış ve bir kamyon kapasitesini dolduran ürünler, hazır olacakları günler ve sevk edilecekleri bayi bilgileri ile sevk raporu halinde sunulmaktadır. Bu program iki adımda hazırlanmaktadır:

*Adım 1:* Kesim algoritmasının çıktısında bulunan ürünleri sevk adresleri cinsinden grupla.

*Adım 2:* Aynı adres bilgisine sahip olan ürünleri kendi grupları içerisinde, kesim algoritmasının çıktısında belirtilmiş olan kesim tarihine göre sırala ve işemirini çıkar.

Böylece, sevkiyat raporu hazırlanıldığında bir grup içerisindeki ürünlerin ne zaman sevkiyata hazır olacağı gözlemlenebilecek ve ana bayiler ürünlerinin sevkiyat tarihinden haberdar edilebileceklerdir.

### **3.4. Veritabanı sistemi**

Üretim, kesim ve sevkiyat algoritmalarının kullanacağı verilerin akışını sağlamak ve kullanıcı raporlarını oluşturmak için bir veritabanı sistemi hazırlanmıştır. Sistem kullanıcılarının herbirine kullanıcı adı ve şifresi verilmiştir. Sisteme girişi gerçekleştiren kullanıcıların karşısına “Ana Ekran” çıkmaktadır. Bu ekran, kullanıcıların genel başlıklara ulaşabileceği butonlardan oluşmaktadır. Bu başlıklar sırasıyla: Ambar, Bayiler, Ürünler, Kesim, Üretim, Sevkiyat, Sipariş, Parametre ve Kullanıcı’dır.

**3.4.1. Ambar:** Ambar ekranında “Ambar durumu” butonuna basılarak her ebat için, yarı mamül alanında bekleyen ürünlerin adet ve metreküp cinsinden miktarlarına ve tam mamül ambarında bekleyen ve sevkiyata hazır olan tam mamüllerin adet ve metreküp cinsinden miktarlarının ebatlara göre dağılımına ulaşılır.



**3.4.2. Bayiler:** Veritabanında hem ana bayi hem de alt bayi bilgileri tutulmaktadır. Kullanıcı Bayiler butonuyla “Bayi İşlemleri” ekranına ulaşır. Böylece, ana bayi bilgilerini görüntüleyebilir, bu bilgileri güncelleyebilir, ana bayi ekleyebilir, kaldırabilir, ana bayinin öncelik durumunu ve alt bayi bilgilerini görüntüleyebilir. Ana bayi bilgileri; Ana Bayi No, Ana Bayi Adı, Ana Bayi Adresi, Telefon Numarası, Fax Numarası, Elektronik Posta ve Bayide Bağlantı Kurulacak Kişinin Adı bilgilerini içermektedir.

**3.4.3. Ürünler:** Kullanıcı “Ürünler Ekranı”nı kullanarak ürün bilgilerini görüntüleyebilir, bu bilgileri güncelleyebilir, ürün ekleyebilir ve ürün kaldırabilir. Ürün bilgileri Ürün Numarası, Ürün Cinsi, Kalınlık, En, Boy ve Ürün Akış Zamanları bilgilerini içermektedir. **3.4.4. Kesim:** Kesim ekranında “Algoritmayı Çalıştır” komutu verildiğinde kullanıcının önce kaç günlük çizelge istediğini parametre olarak girmesi gerekir, “Algoritmayı Çalıştır” butonuna basıldığında algoritma çalışır ve öncelikle kesim çizelgesi oluşturulur. Kesim çizelgesinde Kesim Sıra No, Sipariş No, Öncelik, Ana Bayi Adı, Alt Bayi Adı, Fax Tarihi, Bekleme Süresi, Ürün No, Ürün Cinsi, Kalınlık, En, Boy, Sipariş Adet Miktarı ve Sipariş Metreküp Miktarı bilgileri yer almaktadır (Ek 2). Kesim ekranındaki “Kesim programını yazdır” komutu ile kesim çizelgesini yazdıran kullanıcı, bu çıktıyı kesim alanındaki vardiya şefine ulaştırır. Bitirilen işler kesim işçisi tarafından çıktı üzerinde işaretlenir. Kesim raporu oluşturmak için kesim operatörü tarafından işaretlenmiş yani kesimi tamamlanmış işlerin veritabanı sistemine girişi yapılmalıdır. Bu işlem “Kesim kontrol formu” butonu ile açılan ekran yardımıyla yapılır. Kullanıcı form üzerinde kesim durumu sorgusuna kesim işlemi tamamlanmış olanları işaretler ve “Kesim raporunu oluştur” komutu ile kesim raporunu oluşturur, gerekli görülen durumlarda bu rapor “Kesim raporunun yazdır” komutu ile yazdırılır.

**3.4.5. Üretim:** “Üretim” başlığına girildiğinde, üretim algoritması çalıştırılarak üretim çizelgesi oluşturulur. Üretim programında Üretim Sıra No, Ürün No, Ürün Cinsi, Kalınlık, En, Boy, Üretim Adet Miktarı ve Üretim m<sup>3</sup> Miktarı bilgilerini içerir (Ek 3). Üretim ekranındaki “Üretim programını yazdır” komutu ile üretim çizelgesini yazdıran kullanıcı bu çıktıyı üretim alanındaki vardiya şefine ulaştırır. Bitirilen işler üretim operatörü tarafından çıktı üzerinden işaretlenir. Üretim raporu oluşturmak için üretim operatörü tarafından işaretlenmiş yani üretimi tamamlanmış işlerin veritabanı sistemine girişi yapılmalıdır. Bu işlem “Üretim kontrol formu” butonu ile açılan ekran yardımıyla yapılır. Kullanıcı form üzerinde üretim durumu sorgusuna üretimi tamamlanmış olanları işaretler ve “Üretim raporunu oluştur” komutu ile üretim raporunu oluşturur, gerekli görülen durumlarda bu rapor “Üretim raporunun yazdır” komutu ile yazdırılır.

**3.4.6. Sevkiyat:** Sevkiyat programına ana ekrandan ‘Sevkiyat’ butonuna basılarak ulaşılır (Ek 4). Sevkiyat programı Sevkiyat No, Sevkiyat Tarihi, Sipariş No, Kalınlık, En, Boy, Adet, Metreküp Cinsinden Miktarı, Ana Bayi Adı, Alt Bayi Adı ve Sevk Adresi bilgilerini içermektedir. Ekran üzerindeki yazdır butonuyla sevkiyat formu yazdırılır.

**3.4.7. Sipariş:** Kullanıcı “Sipariş İşlemleri” ekranı üzerindeki butonları kullanarak siparişler listesini görüntüleyebilir, sipariş girişi yapabilir, sipariş sayım listesine ulaşabilir. Sipariş geldiği durumlarda kullanıcı “Sipariş Giriş” ekranını kullanır ve siparişle ilgili gerekli bilgileri sisteme girer. Bunlar Tarih Bilgisi, Bayi Bilgileri (alt bayi, ana bayi), Ürün Bilgileri’dir (kalınlık, boy, en, miktar, hacim). Ayrıca, “Sipariş Giriş” ekranında Sıfırla, Siparışı Ekle ve Ana Menüye Dön seçenekleri bulunur. “Siparişler Ekranı”nda “Sipariş Listesi” butonu ile bugüne kadar olan bütün siparişlerin Bayi Adı, Tarih, Kalınlık(mm), Boy(mm), En(mm), Miktar(m3), Kalan Miktar(m3) ve Adres bilgilerine ulaşılır. Ekran üzerindeki başlangıç tarihi ve bitiş tarihi bölümlerine kullanıcı tarih aralığı girerek istediği sipariş bilgilerini ekrana getirir. “Siparişler Ekranı”nda “Sipariş Sayım Listesi” butonu ile kullanıcı, her ebat için bekleyen siparişlerin toplam değerine ve bu değer ana bayilere göre dağılımına ulaşır.

**3.4.8. Parametre:** “Parametre Ekranı” kullanıcının üretim ve kesim algoritmalarında kullanılacak parametreleri belirlemesi için tasarlanmıştır. Günlük Üretim Kapasitesi, Günlük Kesim Kapasitesi, Desenli Malzeme Üretimine Ayrılacak Kapasite, Desenli Malzeme Kesimine Ayrılacak Kapasite, Desenli Malzeme Üretimine Ayrılacak Günler, Desenli Malzeme Kesimine Ayrılacak Günler gibi değerler parametre olarak belirlenmiştir. Buna göre üretim ve kesim algoritmaları bu değerleri parametre ekranında saklandığı şekilde kullanır. Bu bilgilerin değişmesi durumunda kullanıcı gerekli güncellemeleri parametre ekranında yapacaktır ve bu değişiklikler kaydedilecektir.

**3.4.9. Kullanıcı:** Bu ekran kullanılarak sistem kullanıcılarının bilgileri görüntülenebilir, bu bilgiler güncellenebilir, yeni kullanıcılar sisteme eklenebilir veya çıkartılabilir ve şifre değişiklikleri yapılabilir. Kullanıcı bilgileri Kullanıcı Adı, Görevi, Telefon Numarası, Fax Numarası ve Elektronik Posta bilgilerini içermektedir. Kullanıcı işlemleri üretim planlama müdürü tarafından yapılacaktır ve kullanıcı yetkilerini üretim planlama müdürü belirleyecektir.

### **3.5. Yazılım**

Veritabanının oluşturulması için *MySQL* kullanılmıştır. Tepe Betopan için yazılan algoritmaların kodlanması için *Java SDK 1.6*, kullanıcı arayüzlerinin oluşturulması için ise *JavaScript* kullanılmıştır.

### **3.6. Test**

Önerilen çizelgeleme sisteminin test aşamasında 2007 Şubat ayı siparişleri kullanılmıştır. Bunun için, Tepe Betopan'ın mevcut sisteminde yer alan MS Office Excel® dosyalarındaki bilgiler veritabanına aktarılmıştır. Test aşamasında sistemin sabit konuma geçtiği varsayılmıştır. Önermiş olduğumuz algoritma çalıştırıldığında, ay içerisinde alınmış olan tüm siparişlere cevap verilebildiği gözlemlenmiştir. Önceliği yüksek olan ana bayilerden gelen siparişlerin bekleme süreleri ortalama 30 günden, %80'lik bir azalma ile 5,85 güne inmiştir. Önceliği düşük olan ana bayilerden gelen siparişlerin bekleme süreleri ise ortalama 40 günden, %85'lik bir azalma ile 6,16 güne inmiştir.

Üretim, kesim ve sevkiyat programlarının hazırlanması için gerekli olan verilerin veritabanında saklanması veri farklılıklarını ve tekrarını engellemiş, verilere ulaşımı kolaylaştırmıştır.

### **4. Yeni Sistemin Uygulanması**

Önerilen kesim, üretim ve sevkiyat algoritmaları kodlanmış, veritabanı sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca, kodlanan algoritmalar ile veritabanı arasındaki entegrasyon sağlanmıştır. Sistem, Tepe Betopan'daki bilgisayarlara kurulmaya hazır hale gelmiştir. Yeni sistem, geçmiş dönem faks siparişlerinden faydalanılarak test edilmiştir. Sistemin sorunsuz çalıştığı ve müşteri taleplerine cevap verdiği gözlemlenmiştir. Tepe Betopan'da çalışan yöneticilere ve sistemin kullanıcılarına sistem tanıtılmış ve onay alınmıştır.

Sistemin uygulanmaya başlaması için yarı mamül envanter seviyelerinin belirlenen seviyelere getirilmesi gerekmektedir. Test aşamasında parametre olarak kullanılmış olan yarı mamül envanter seviyelerinin toplamı 400 m<sup>3</sup>'tür. Yaklaşık 4 gün üretim operasyonu envanter seviyelerini belirlenen seviyeye getirmek için yapılacaktır. Ayrıca, yeni sisteme geçme sürecinde yeni gelen siparişlerle paralel bir şekilde, eski bekleyen siparişlerin de eritilmesi gerekmektedir. Test sürecinde kullanılmış olan yarı mamul stok seviyeleri kullanılarak, "Bekleyen Sipariş" dosyasındaki bütün siparişler için kesim algoritması çalıştırıldığında, bu siparişlerin tamamlanması için, iki haftalık bir zamana ihtiyaç duyulduğu gözlemlenmektedir. Ancak, sipariş alımının durdurulup, bekleyen siparişlerin tamamlanması mümkün olmadığı için bu siparişlerin tedarik edilme süresi daha uzun olacaktır.

Tepe Betopan’da kullanılan mevcut bilgisayarların yeni sistemin kurulması için uygun olduğu anlaşılmış ve sistemin uygulanması için ek bir maliyete gerek duyulmadığına karar verilmiştir.

Tepe Betopan, algoritmaları denemek amacıyla ilk önce sadece algoritma ve veritabanı entegrasyonunun sağlanmasını talep etmiştir. Eğer sistem şirketin ihtiyaçlarına karşılık verebilirse, uyguladığımız sistem geliştirilmeye açık şekilde tasarlanmıştır.

Yeni sistemin esnek olması amaçlandığından birçok veri değişken olarak tanımlanmıştır. Bu sayede, gelecekte olabilecek değişiklikler kullanıcı tarafından güncellenebilecektir. Sistemin doğru kullanılması amacıyla bir kullanım kılavuzu oluşturulmuş ve sistem Tepe Betopan’daki bilgisayarlara kurulduktan sonra kullanıcılara eğitim verilmesine karar verilmiştir.

### **5. Genel Değerlendirme**

Yazılan algoritmalar sayesinde önceden elle yapılan, hataya açık çizelgeler belli kısıtlara göre tek tuşla yapılabilir hale gelmiştir. Eski sistemde sadece bir kişinin yapabildiği çizelgeleme, yeni sistem sayesinde kullanım izni olan herkesin yapabileceği hale gelmiştir. Yeni çizelgeleme sistemi sayesinde bekleme sürelerinde azalma gözlenmiş ve müşteri talepleri %100 karşılanabilir hale gelmiştir. Yapılan testler sonucunda, önceliği yüksek olan müşterilerin bekleme sürelerinde ortalama %80, önceliği düşük olan müşterilerin bekleme sürelerinde ise ortalama %85 azalma gözlemlenmiştir. Test sonucunda elde edilmiş veriler değerlendirildiğinde ana bayi öncelik kümelerinin ortalama bekleme sürelerinin karşılaştırılması, Ek 5’te bulunmaktadır.

Geliştirilen veritabanı sistemi ile verilerin tek bir noktada toplanması, ama aynı zamanda birçok kullanıcı tarafından bu verilerin girilmesi ve yine mevcut verilere ulaşılması, veriler üzerinden ihtiyaca göre özelleştirilmiş raporlar yaratılması, bunların düzenli olarak yedeklenmesi ve kullanıcı yetkilendirmeleri yapılarak verilere gereksiz ve yetkisiz erişimlerin önlenmesi sağlanmıştır. “Tepe Betopan Üretim Planlama Programı”nın rahat kullanılabilmesi için bir kullanım kılavuzu hazırlanmıştır. Hazırlanan kullanım kılavuzu, program kullanıcıları için bir yol haritası niteliğindedir.

## **KAYNAKÇA**

- Craves, S. C., (1981), "A Review of Production Scheduling." Operations Research, 29, 646 – 675.
- Geraghty, J. and Heavey, (2005), ;"A review and Comparison of Hybrid and Pull-Type Production Control Strategies." OR Spectrum, 27, 435-457.

## EKLER

### Ek 1. Yarı mamül envanter seviyeleri

Kalınlık(mm)	Boy(mm)	Hacim(m3)
8	2500	80
	2800	30
	3000	10
10	2500	60
	2800	20
	3000	30
12	2500	40
	2800	10
	3000	10
14	2500	10
16	2500	10
	2800	15
	3000	10
18	2500	20
	3000	15
20	2500	10
30	3000	20

### Ek 2. Kesim algoritmasının sonucu

Tarih	Siparis No	Kalınlık	Boy	Miktar
2007-04-19	21	8	2500	5.7
2007-04-19	20	10	2500	10.6875
2007-04-19	25	16	2500	10.388
2007-04-19	33	8	2500	10.8
2007-04-19	18	8	2500	6.5
2007-04-19	24	10	2500	1.8125
2007-04-19	23	30	3000	12.375
2007-04-19	1	8	2500	3.75
2007-04-19	17	12	2500	0.225
2007-04-19	19	10	2500	15.2188
2007-04-19	13	18	2500	7.03125
2007-04-19	26	12	2500	10.8
2007-04-19	14	8	2500	10.8
2007-04-19	22	16	2500	3.6
2007-04-19	25	16	2500	4.012
2007-04-19	27	8	2500	5.4
2007-04-19	15	8	2500	5.4
2007-04-19	30	8	2500	9.0
2007-04-19	16	8	3000	5.4
2007-04-19	32	10	2500	10.6875
2007-04-19	8	12	2500	30.0
2007-04-19	31	12	2500	1.8
2007-04-19	2	8	2500	5.4
2007-04-19	28	16	2500	2.776
2007-04-19	3	8	2500	5.4
2007-04-19	4	10	2500	1.8125
2007-04-19	5	10	2500	1.8125
2007-04-19	6	10	2500	1.8125
2007-04-20	17	10	3000	1.8

### Ek 3. Üretim algoritmasının sonucu

Tepe Beton Üretim Planlama Programı

Üretim Programı

Kalınlık	Boy	En	Miktar
8	2500	1250	108.2
8	3000	1250	5.4
10	2500	1250	25.0
12	2500	1250	10.8
16	2500	1250	24.37
18	2500	1250	7.03

Yazdır Ana Menü

#### Ek 4. Sevkiyat programı

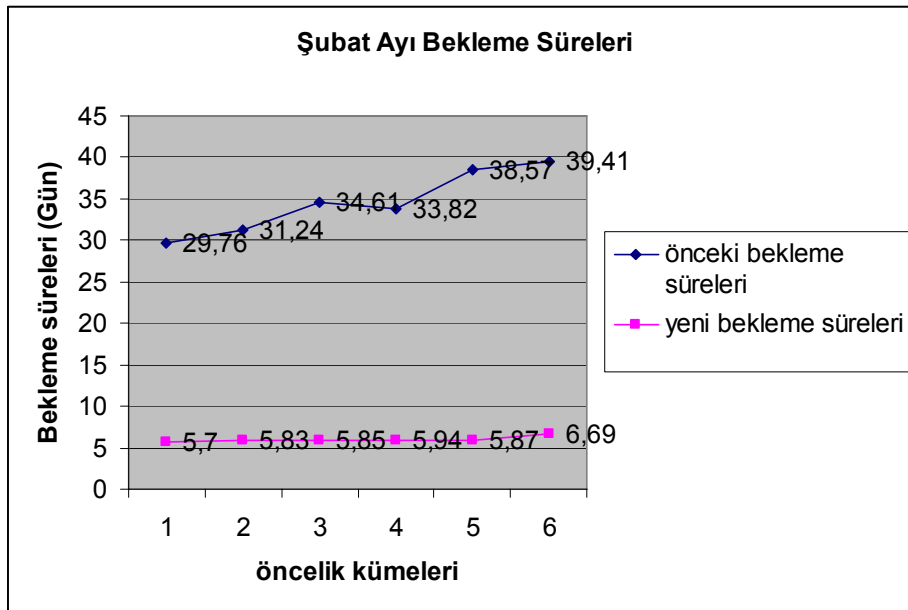
Tepe Betopan Üretim Planlama Programı

Sevkiyat Formları

Sevkiyat No	Sevkiyat Tarihi	Sipariş No	Kalınlık	En	Boy	Adet	Sevk Adresi
1	16.04.2007	219	8	1250	2500	72	Depo-kendileri alıcak
2	16.04.2007	220	10	1250	3000	48	Depo-kendileri alıcak
3	16.04.2007	172	18	1250	2500	80	Depo-kendileri alıcak
4	16.04.2007	204	18	1250	2800	87	Preko
5	16.04.2007	205	18	1250	3000	108	kendileri alıcak
6	16.04.2007	208	18	1250	3000	108	kendileri alıcak
7	16.04.2007	186	18	1250	3000	108	kendileri alıcak
8	16.04.2007	187	18	1250	3000	100	kendileri alıcak
9	17.04.2007	221	8	1250	2500	250	Özgür
10	17.04.2007	222	8	1250	2500	432	Pref
11	17.04.2007	245	8	1250	2500	144	Bursa
12	17.04.2007	173	16	1250	3000	75	kendileri alıcak
13	17.04.2007	209	18	1250	2500	128	Depo kendileri alıcak
14	17.04.2007	150	8	1250	2500	72	Depo kendileri alıcak
15	17.04.2007	151	8	1250	2500	72	Depo kendileri alıcak
16	17.04.2007	161	16	1250	2800	192	Villa
17	17.04.2007	133	8	1250	2500	144	Dep
18	17.04.2007	162	14	1250	2500	246	Dep
20	17.04.2007	188	12	1250	2500	184	kendileri alıcak

Yazdır Ana Menü

#### Ek 5. Şubat ayı bekleme sürelerinin karşılaştırması





# **Güncel Veri ve Etkin Adreslemeye Dayalı Depo Yönetim Sistemi Tasarımı**

## **Tepe Mobilya San. ve Tic. A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Kutay Ak  
Sarper Akın  
Can Ali Avunduk  
İ. Batuhan Benli  
M. Caner Doğan  
A. Mert Turay

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Songül Anıl,  
Tepe Mobilya San. ve Tic. A.Ş., Kalite Geliştirme ve ERP Müdürü

### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Bahar Yetiş - Kara,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Tepe Mobilya Fabrikasındaki depo yönetim uygulamalarında kişi inisiyatifini azaltmak ve depo içi yerleştirmeyi etkin yöntemlerle oluşturmak şirket için büyük önem arz etmektedir. Bu projede Bilkent fabrikasındaki bir depo pilot uygulama için seçilmiş, depo içindeki mevcut sistemin analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu depo içi yerleştirme uygulaması için ürün grubu bazlı ABC sınıflandırılması uygun görülmüştür. Bu uygulamanın hayata geçirilebilmesi için bilgisayar tabanlı ürün takip edilebilirlik sistemi oluşturulmuş ve bu sistemin barkod uygulamalarıyla entegrasyonu için çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, uygulamanın yapıldığı depoda ürün kabullerini ve sevkiyatı kolaylaştırmak için taşıma bandı önerileri şirkete sunulmuştur. **Anahtar Sözcükler:** ABC Analizi, depo içi adresleme, ürün takip sistemi, taşıma bandı.

## **1. İşletme Tanıtımı**

Tepe Mobilya, Tepe Grubu'nun ilk şirketi olarak 1969 yılında kurulmuştur. Kuruluşundan bugüne kadar kullandığı üretim teknolojisi, ürün çeşitliliği ve kalitesi açısından sektörün önde gelenleri arasında yer almıştır.

Tepe Mobilya Bilkent, yaklaşık 1700 çalışanı ve toplam 143.000 m<sup>2</sup> açık, 69.500 m<sup>2</sup> kapalı alan üzerindeki üç ayrı tesisinde, sahip olduğu çevre bilinci ve Avrupa Topluluğu'nun kabul ettiği tüm normlara uygun kalitesi ile dünyanın önde gelen firmalarından seçilen malzemelerle her yıl gelişen teknolojiye uygun bir üretim yapmaktadır. ISO 9001 kalite belgesine sahip olan Tepe Mobilya, üretim yelpazesinde yer alan ev ve ofis mobilyaları, banyo ve mutfak dolapları ve gömme dolap sistemlerini, mağaza ve bayi ağı ile yurtiçi ve yurtdışında kullanıcıların beğenisine sunmaktadır.

## **2. Mevcut Sistemin Analizi**

Üretim süreçleri kesim, dikim, kaplama, montaj, kalite kontrol ve paketleme bölümlerinden oluşur. Üretim aşamaları tamamlanan ürünler, barkod etiketlerinde belirtilen depolara doğru yönlendirilmektedir.

Mevcut sistemde, depo girişlerine gelen ürünler depo görevlileri tarafından depoya kabul edilmektedir. Depoya giriş işlemi elle yapılan bir sayım ve yerleştirme işlemi ile yapılmaktadır. Ürünü teslim eden sevkiyat görevlisi ve kabul eden depo görevlisi, ellerindeki listeleri karşılıklı kontrol ederek ürün kabul işlemini tamamlarlar. Daha sonra, depoya kabul edilen ürünler depoya konulmadan önce taşıma sıraları gelene kadar ürün kabul alanında rasgele yerleştirilerek bekletilir. Forklift operatörü yerleştirmek istediği ürünleri rasgele belirlenmiş olan raflarına götürür (Ek 1a). Mevcut sistemde, sadece depodaki birkaç görevli bütün ürünlerin yerini bildiğinden, yerleştirme ve sevkiyat tamamen kişi inisiyatifine bağlıdır. Deponun bu şekilde yönetilmesi; eldeki bilginin doğru ve hızlı bir şekilde aktarımını engellemektedir.

## **3. Projenin Tanımı**

Projemizin ana amacı, depo içindeki kişi inisiyatifini en aza indirerek, bilgisayar bazlı ürün takip sistemi geliştirmek ve depo içinde etkin bir adresleme algoritması ile verimli bir depo yönetim sistemi tasarlamaktır.

Geniş ürün yelpazesi ve sahip olduğu geniş hacmi ile Depo 6 Tepe Mobilya Bilkent fabrikası bünyesinde standart depo özelliğini en iyi yansıtan depodur. Bu özelliklerinin yanı sıra, Depo 6 daha iyi bir yönetim stratejisine en çok ihtiyaç duyulan depo olarak da göze çarpmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, proje kapsamımız Depo 6 ile sınırlandırılmış, geliştirilen algoritma, uygulama deposu olarak kabul edilen bu depo üzerinde sınanmıştır. Bu depoda uygulanan çalışmalardan beklenen verimin alınması halinde, çalışmalarımız Tepe

Mobilya'nın Bilkent'te ve diğer üretim merkezlerinde bulunan diğer depolarında da uygulamaya konulacaktır.

#### **4. Literatür Araştırması**

Problemleri ve proje hedefini belirledikten sonra, sağlıklı bir analiz yapabilmek ve buna bağlı olarak iyi bir çözüm yöntemi geliştirebilmek adına kapsamlı bir literatür araştırması yapıldı. Bu çalışmalar kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir:

##### **4.1. Akademik araştırmalar**

*Ürün Takip Yöntemleri:* Saha uygulamalarında kullanılan en önemli iki tekniğin Barkod ve RFID (Radio Frequency Identification) olduğu görülmüştür. Bu yöntemlerin ikisi de doğru ve güncel veri toplayarak stok seviyelerini ve gelir kayıplarını azaltmaya yönelik olmaları açısından ortak özellikler taşımaktadırlar. Bunun ötesinde, RFID depoya daha yüksek teknolojik bir altyapıyla ürün takibinin en yüksek seviyede yapılmasını sağlamakta, ancak yüksek miktarda yatırım gerektirmektedir. Buna karşın, barkod uygulaması ürün takibini çok daha düşük bir maliyetle sağlamaktadır (www.kcsi.ca). İki yöntemin sağladığı benzer yararlar ve firmanın bütçe kısıtları da göz önünde bulundurularak tercih barkod kullanımı yönünde kullanılmıştır (Bruke,53).

*Depo Yerleştirme Teknikleri:* Bu konuda yaptığımız araştırmalarda depolanan ürünlerin ve depoların özelliklerine göre değişen birçok teknik olduğunu tespit ettik.

Depolarda her rafın belli bir ürün için ayrıldığı, ürünlerin gelişigüzel yerleştirildiği, bazı ürün grupları için her zaman boş bırakılan yerlerin olduğu, depolama işlemlerinin insan eli değmeden yapıldığı ve ürünlerin önem sıralarına göre ABC analizi yapılarak yerleştirildiği durumlar bulunmaktadır. Araştırılan bu durumların her birinin kendine göre avantajlar ve dezavantajlar taşıdığı görülmüştür (Francis). Buradan çıkarılacak sonuç ise var olan modellerden Tepe Mobilya'ya faydalı olması bekleneni seçmek ve Tepe Mobilya'ya özgü bir adresleme yöntemi oluşturmaktır.

##### **4.2. Saha araştırması**

*IKEA:* Literatür araştırmasını akademik çalışmalarla sınırlı bırakmamak ve depolama süreçlerinin piyasadaki diğer firmalarda nasıl gerçekleştiğini görebilmek adına İzmir IKEA ziyaret edilmiştir. Burada en dikkat çeken nokta, her bir ürünün sadece tek bir paketten oluşuyor olmasıdır.

Tepe Mobilya'da her bir ürün için oluşturulan paket sayısı bir ile altı arasında değişirken, IKEA'da her ürünün tek bir pakette depolanması, toplamdaki stok birimi ve gerekli barkod sayısını önemli ölçüde azaltmakta, bu da ürün takibinin daha kolay gerçekleşmesini sağlamaktadır. IKEA'da depolar bu paketleme stratejisiyle uyumluluk

gösterecek şekilde oluşturulmuş, raf kapasiteleri değişik hacimlerdeki ürün paketlerini taşıyabilecek esneklikte tasarlanmıştır. Ne var ki, Tepe Mobilya'nın ürünlerinin ve depolarındaki rafların benzer özelliklere sahip olmaması, her ürünü tek paketten oluşturma yöntemini ancak uzun vadeli bir çözüm önerisi haline getirmektedir.

## **5. Önerilen Yöntem**

### **5.1. Genel yaklaşım**

Depo 6 içerisinde etkili bir adresleme algoritması ve ürün takip sistemi geliştirebilmek için öncelikle bu deponun kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu depodaki raf-sıraları ve raf sayıları detaylı bir şekilde incelenmiş, krokileri çizilmiştir. Geliştirilen yöntem, Depo 6'nın kendine özgü yapısıyla uyumluluk gösterecek şekilde tasarlanmıştır.

### **5.2. Geliştirilen modeller ve çözüm yöntemleri**

Tepe Mobilya'da etkili ve verimli bir depo yönetim sistemi geliştirmeyi amaçlayan proje, ürün takip sistemi geliştirilmesi, taşıma bantlarının tasarlanması ve raf yerleştirme modülünün oluşturulması olarak üç ana bölüme ayrılmış ve önerilen çözüm yöntemleri bu üç başlık altında açıklanmıştır.

### **5.3. Ürün takip sisteminin geliştirilmesi**

Sistem üzerinde ürünlerin takip edilebilirliğini, verilerin doğruluğunu ve güncelliğini sağlayabilmek adına barkod uygulamasına geçilmesi tasarlanmıştır.

Tepe Mobilya'nın uygulamayı planladığı barkodlama yöntemi "özgün barkod" olarak adlandırılmaktadır. Özgün barkod bir seri numarası niteliğindedir ve her bir paketin GS1-128 barkod sistemine göre oluşturulan barkod numarasının sonuna dört haneli seri numarası eklenerek oluşturulmaktadır (www.gs1.org). Özgün barkodun Tepe Mobilya'ya en büyük getirisi mükerrer ürün okuma sorununa çözüm getirmesidir. Temelde aynı ürünü içeren paketlerin farklı barkodlara sahip olması karışıklığa yol açabilecek gibi görünse de, eksik okuma olmadığı sürece, bu uygulamada sorun yaşanmayacağı öngörülmüştür.

Barkod sisteminden en fazla verimi alabilmek için, okutma işleminin dört farklı noktada gerçekleştirilmesi planlanmış, Tepe Mobilya bu noktalardan ikisini uygulamaya karar vermiştir.

*Birinci Okuma İşlemi:* İlk okuma işlemi, üretim süreçlerinin sonunda gerçekleşir. Barkod etiketleri okunan paketler forklift operatörü tarafından sistem tarafından belirlendiği depoya sevk edilir.

*İkinci Okuma İşlemi:* İkinci okuma işlemi depo girişinde gerçekleşir. Üretim hattından kümeler halinde çıkan ürünlerin depo girişinde barkodları okutularak ORACLE-ERP yazılımı aracılığıyla sisteme girişleri yapılır. Barkodu okutulan ürünün ürün grubu, sınıfı, hangi raf-

sırası ve rafa yerleştirileceği sistem tarafından belirlenmiş ve depo içindeki ürün verisi güncellenir.

*Üçüncü Okuma İşlemi:* Üçüncü okuma işlemi sevkiyat öncesinde depo çıkışında gerçekleşir. Barkodları okutulan sevk edilecek ürünlerin sistemden çıkışları sağlanır, sistemdeki veriler güncellenir ve ürünler kamyonlara yüklenir.

*Dördüncü Okuma İşlemi:* Tepe Mobilya'nın tüm bayi ve depoları arasındaki güncel veri bağlantısını sağlayan bu okuma sayesinde her ürünün hangi bayide, kaç adet bulunduğu ve yaklaşık teslimat sürelerine kolaylıkla ulaşılabilir.

Tepe Mobilya, ikinci ve üçüncü okuma işlemlerini uygulamaya karar vererek ürünlerinin sadece depo giriş ve çıkışlarında kontrolünü yapmaktadır. Fakat, barkod uygulaması sadece depo içinde değil, tüm tedarik zinciri boyunca ürün takibini gerçekleştirecek kapasitede bir yöntemdir. Dolayısıyla, hayata geçirilmeyen okutma noktaları bu uygulamanın verimliliğini azaltacaktır.

Önerilen ürün takip sisteminin genel akış şeması ve bahsedilen dört okuma işleminin uygulamada nasıl bir görüntüye sahip olacağı ek kısmında gösterilmiştir (Ek 2).

#### ***5.4. Taşıma bantlarının ürün kabul ve sevkiyat alanlarına yerleştirilmesi***

Ürünlerin depoya kabulü ve sevkiyatı sırasında yaşanan aksaklıkları ve iş gücü kayıplarını azaltma amacıyla taşıma bandı yerleştirme önerisi yapılmıştır. Bu alternatif çözümü anlatmadan önce özetle mevcut sistemi anlatarak kıyaslama olanağı sağlamanın daha yararlı olacağı kanısındayız. Mevcut durum iki bölümden oluşmaktadır;

*Ürünlerin Depoya Kabulü:* Üretimden çıkan ürünler kümeler halinde forkliftlerle taşınarak, yaklaşık 350 m<sup>2</sup> olan ürün kabul alanına gelişigüzel bırakılmaktadır. Daha sonra depoya alım sırası gelen ürünler ve tamamlanan çoklu paketler, ürün kabul alanının depoya açılan kapısından yine forkliftlerle içeriye taşınmaktadır. *Sevkiyat için Kamyonlara Yükleme:* Sevkiyatı yapılacak ürünler raflardan alındıktan sonra kümeler halinde, forklift aracılığı ile kamyonların bulunduğu depo çıkışına getirilir. Ürünler depo görevlileri tarafından, kamyonun en iç kısmından başlayarak yerleştirilir ([www.continental-engineering.co.nz](http://www.continental-engineering.co.nz)).

Mevcut durumu iyileştirmek adına taşıma bandı kullanımını bu iki farklı noktada gerçekleştirecektir:

##### ***5.4.1. Ürün kabul alanında taşıma bandı kullanılması***

Depo 6'ya ürün girişinde, ürün kabul alanının giriş kapısından başlayıp, Depo 6'ya açılan kapısına kadar uzanan ve kapı kısmında çeyrek daire oluşturacak şekilde kıvrılan bir taşıma bandı tasarlanmıştır (Ek 3a). Taşıma bandı, yaklaşık 48 metre uzunluğunda, palet genişliği 1,8 metre artı 0,2 metre güvenlik payı ile 2 metre, 0,5 metre yükseklikte

ve palet üzerinde taşınan ağırlık yaklaşık 800 kg olduğundan, 600 kg/m<sup>2</sup> taşıyabilme kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.

Bu tasarım ile deponun ürün kabul alanına gelen ürünler forkliftlerle, üzerlerinde buldukları palet ile konveyör bandına yüklenecektir. Kümeler halinde taşıma bandına yüklenen ürünler deponun giriş kapısına kadar taşınıp, bu noktada gerekli barkod okumaları yapıp, tekrar forklift aracılığı ile depodaki raflarına yerleştirilmektedirler.

#### **5.4.2. Sevkiyat alanında eğimli taşıma bandı kullanılması**

Sevkiyat sırasında ürünler kamyonlara yüklenirken seyyar, katlanabilir ve eğimli taşıma bantlarının kullanılması iş gücünü önemli ölçüde azaltacaktır. Bu yükleme bandı ekte gösterilmiştir (Ek 3b). Kamyonlar sevkiyat kapısına yanaştıktan sonra rampa, kamyonun arka kısmına getirilerek yükleme gerçekleştirilecektir.

#### **5.4.3. Taşıma bandı kullanmanın avantajları**

Taşıma bandına geçiş bir maliyet getirecek olmasına rağmen çok önemli avantajlar sağlayacaktır. Bunların ilki ürün kabul alanındaki karmaşıklığın giderilip, ürünlerin depoya girişlerine bir düzen getirilecek olmasıdır. Böylece insan gücüne ihtiyaç azalacak ve hata oranı en aza indirilmiş olacaktır. Ayrıca ürünlerin bandın üstünden forklift ile alınması sırasında barkodlarının okutulması, barkod okutulup okutulmama karmaşasını ortadan kaldıracaktır. Ürünlerin kümeler arasında karışıklık yaşanmadan ve İlk Giren İlk Çıkar kuralı bozulmaksızın depo içine yerleştirilebilecek olması da ayrı bir avantaj sağlamaktadır. Sevkiyat sırasında kullanılacak eğimli bant ise katlanabilir bir yapıya sahip olacak ve yükleme, kamyonun en iç tarafından başlatılacaktır. Böylece yükleme işleminin çok daha kolay ve kısa sürede tamamlanması hedeflenmektedir.

#### **5.1. Adresleme algoritması**

Sistematik bir depo içi adresleme yöntemi, ürünler depo içerisindeki hareketliliklerine göre yerleştirildiklerinde sağlıklı sonuç verecektir. Bu nedenle algoritma oluşturulurken ürünleri stok devir hızlarına göre sınıflandıran ABC analizi esas alınmıştır.

Tepe Mobilya'dan temin edilen veriler Depo 6'daki ürünlerin kodlarını, paket sayı ve boylarını, ağırlıklarını, aylık ortalama satışlarını ve günlük depo giriş-çıkış miktarlarını içermektedir. Bu veriler doğrultusunda, ürün gruplarının yıllık toplam satış içinde ne kadar yüzdeye sahip oldukları hesaplanmıştır. Bu sayede hangi ürün grubunun depoda ne kadar büyüklükte bir hacme sahip olacağı da yaklaşık olarak belirlenmiştir.

#### **5.5.1. Yapılan varsayımlar**

Bu aşamada, rafların ağırlık taşıma kapasiteleri ve ürünlerin ebat ve ağırlıklarındaki farklılıklarından dolayı, bir rafa konan ürün sayısının

taşıdıkları ürüne göre değiştiği gözlenmiştir. Dolayısıyla deponun kapasitesini sahip olduğu raf sayısını temel alarak belirlemek yeterli olmayacaktır. Bu durum, tüm depoyu kapsayan bir adresleme algoritması geliştirmeye imkân vermemektedir. Karşılaştığımız bu sorunun, raf ölçülerinin ve kapasitelerinin sabitlenmesi ve bütün ürünlerin ortalama ölçülere ve ağırlığa sahip “ideal” bir ürün olarak varsayılmasıyla çözülmesi öngörülmüştür.

#### **5.5.2. “İdeal” raf ve “ideal” ürün**

Öncelikle, raf ölçüleri sabitleştirilerek depo içerisinde bulunan her raf aynı kabul edilecektir. Bu amaçla, tüm rafların ölçüleri ve taşıma kapasiteleri toplanarak ortalama değerlere ulaşılmıştır. Oluşturduğumuz standart rafın ölçüleri 2,65 ve 1,30 metre olarak belirlenmiştir. Bu rafın taşıma kapasitesi ise (yine ortalama değerler üzerinden) 500 kilogram olarak hesaplanmıştır. Benzer bir çalışma ile standart rafın ürün sayısına dayanan taşıma kapasitesi hesaplanmış ve 15 bulunmuştur.

Elde edilen bu değerler adresleme yöntemi geliştirilirken kullanılmıştır. Pilot uygulama safhasında ise, Mona ürün grubu gerçek veriler kullanılarak yerleştirilmiş, bu sayede varsayımların gerçeğe yakınlığı test edilmiş ve doğrulanmıştır.

Ürün gruplarının sahip oldukları satış hacim yüzdeleri ekte sunulmuştur (Ek 4). Tepe Mobilya’dan edinilen günlük ürün bazlı depo giriş-çıkış verileri incelenmiş ve her ürünün depo içerisinde ne kadar süre beklediği ortalama bir değer olarak hesaplanarak ürün bazlı stok devir hızı değerlerine ulaşılmıştır. Geliştirilen algoritma yukarıda anlatılan değerler üzerinden çalışmaktadır ve adresleme işlemi sırasında depo giriş ve çıkışlarına olan yakınlık da bu değerler göz önüne alınarak saptanmıştır.

Depo içi yerleştirme sistemi geliştirilirken, depoda daha fazla hacme sahip olması gereken ürün gruplarının yükleme alanlarına daha yakın yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Daha az hacme sahip olan ürünler ise daha uzak raf-sıralarına yerleştirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede depo içerisindeki hareketliliği fazla olan ürünler yükleme alanlarına yakın yerleştirilirken, talebi ve hareketliliği durağan olanlar ise deponun iç kısımlarına adreslenmiştir.

Tepe Mobilya yetkililerinin de öngördüğü gibi, depo içerisinde raf-sıraları ürün gruplarına atanarak her raf-sırasında sadece tek bir ürün grubuna ait ürünlerin bulunması sağlanmıştır. Geliştirdiğimiz sistemde de bu uygulama devam ettirilerek hangi raf sırasına hangi ürün grubunun yerleştirilmesi gerektiği bulunmuştur.

Aşağıdaki algoritma basamaklar halinde detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

*Basamak 1-Ürün Gruplarının Raf-Sıralarına Atanması:* Bu basamakta depo yükleme kapısına yakın olan raflardan başlayarak yerleştirme

yapılmaktadır. Önce depodaki en yüksek hacme sahip Karizma ürün grubunun en yüksek satış hacmine sahip ürünü ilk rafa yerleştirilmiştir. Daha sonra Karizma'nın ikinci büyük satış hacmine sahip ürününün satış sayısı olan 171, Küba ürün grubundan başlayarak azalan satış yüzdelerine göre karşılaştırılmıştır. Diğer bir ifadeyle, 171 talebinden fazla talebe sahip bir ürünün olup olmadığı belirlenecektir. Bunu gerçekleştirirken ise ürün grupları toplam satış yüzdelerine göre azalan bir şekilde sıralanmış ve sistem listede en yüksekten başlayarak raflara atamalar yapmaktadır. Bu sayede, ilk bölgedeki ikinci raf-sirasına Küba, üçüncü rafa ise Zeta ürün grubu yerleştirilmiştir. Tekrar eden ürün gruplarında ise ilk olarak daha önce yapılan atmadan kalan boş rafın olup olmadığı kontrol edilir ve bu boşluk, eğer varsa, doldurulduktan sonra yerleştirme işlemi devam eder. Bu şekilde yapılan ürünlerin ve ürün gruplarının yerleştirilmesi ekte detaylı olarak gösterilmektedir (Ek 5). Adresleme algoritmasının ilk basamağının sonucunda; ürün grupları raf-sıralarına ve ürünler de raflara atanmış olacaktır (Ek 6).

*Basamak 2-Raf-Sırası İçerisinde Ürün Grubu Bazlı ABC Analizi:* Bu basamakta ise, ilk basamakta belirlediğimiz ürün gruplarının atandığı raf-sıraları, A, B ve C bölgelerine ayrılarak, bu raf-sıralarına atanan ürünlerin bu bölgeler içerisinde sınıflandırılması amaçlanmaktadır.

Raf-sıralarını ABC analizi ile bölgelere ayrılırken geliştiren algoritmada ürün tabanlı stok devir hızı değerlerinin yani depo içi hareketliliğin kullanılması gerektiğinin önemi daha önceki bölümlerde vurgulanmıştı. Hesaplanan bu stok devir hızı değerleri raf-sıralarına ve bu sıralara yerleştirilen ürünlere göre ayrılmıştır. Daha sonra, her ürünün bulunduğu raf-sırası içerisinde ortalama stok devir hızı bakımından sahip olduğu yüzde hesaplanmıştır. Bu sayede, her raf-sırası için hareketliliği en çok olan üründen en az olana doğru bir dizilim elde edilmiştir. Bu değerler ABC analizi ölçütlerine göre yorumlanmış ve ürünlerin hangi bölgeye ait olması gerektiği belirlenmiştir. A, B ve C bölgelerine göre sınıflandırılan raf-sıraları elde edildikten sonra, hangi bölgenin kaç raf alması gerektiği hesaplanmıştır (Ek 7)

*Basamak 3-Ürünlerin ABC Bölgeleri İçerisinde Yerleşimi:* A, B ve C sınıfları için öngörülen raf sayısının, o sınıfa ait ürünler arasında paylaşılması işlemi ürünlerin stok devir hızlarıyla ters orantılı olarak gerçekleştirilmektedir. Bir diğer deyişle, stok devir hızı yüksek olan bir ürün kendi sınıfı içerisinde daha az rafa sahip olacaktır. Ürünlerin raf sayıları belirlenirken göz önünde bulundurulacak bir diğer kısıt ise ürünün kaç paketten oluştuğudur. Depoda stoklanacak her ürün için ayrılacak raf sayısı şöyle belirlenir:

*Raf Sayısı* = maks {ABC'ye göre atanan raf sayısı, ürünün paket sayısı}



Böylece, aynı rafa, aynı ürünün iki farklı paketinin atanma olasılığı ortadan kaldırılmıştır.

Raf içine yerleştirilebilecek ürün sayısı ise şu şekilde hesaplanacaktır:

$$\text{Ürün Sayısı} = \min \{(\text{Raf Yüksekliği} / \text{Ürün Yüksekliği}) * (\text{Yan Yana İstif Sayısı}), (\text{Raf Ağırlık Kapasitesi} / \text{Paket Ağırlığı})\}$$

Böylece, ürünler raflara yerleştirilirken hem yükseklik hem de ağırlık kısıtları göz önüne alınır.

Raf içi yerleştirmede raflara yerleştirilebilecek ürün sayısı belirlendikten sonra algoritma şu şekilde devam etmektedir:

1. Depo 6'daki bütün ürünler için;
2. Bir ürünün bütün paketleri için;
3. Paketleri azalan ağırlık sırasına göre diz.
4. Eğer; Yerleştirilen paket sayısı < Toplam paket sayısı ise;
5. En ağır paketi boş olan en alt rafa yerleştir
6. Yerleştirilen paket sayısını bir arttır.
7. Eğer; Yerleştirilen paket sayısı = Toplam paket sayısı ise,
8. Bir sonraki ürüne geç.

### **5.5.3. Bilgisayar programının geliştirilmesi**

Etkin ve verimli bir depo yönetimi geliştirmek için ürün takip edilebilirliğinin ve adresleme algoritmasının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, ürün takibini kişi inisiyatifinden bağımsız hale getirme imkanı sunan barkod uygulaması ve adresleme algoritması bir bilgisayar yazılımı ile desteklenecektir. Geliştirilecek bu yazılım, hem adresleme algoritmasını içermekte hem de iş emrinin açılımından itibaren fabrika içerisindeki ürün takibini sağlamaktadır. Öncelikle barkod okuyucu el terminalleri ile doğrudan ilişkilendirilecek bu program, depo içerisinde de aktif rol alarak depo içi adreslemeyi sistematik bir hale getirecektir. Bu aşamada, geliştirilecek bilgisayar programı Tepe Mobilya Bilgi-İşlem Bölümü tarafından kodlanacaktır.

## **6. Yöntemin Uygulanması**

Gerek depo hacminin büyüklüğü, gerekse ürün çeşitliliği göz önüne alındığında bu analizin tüm ürünler ve ürün grupları için yapılabilmesinin zorluğu rahatlıkla görülebilmektedir. Geliştirilen algoritmanın 12 ürün grubu arasından seçilen Mona ürün grubu üzerinde uygulanmış ve raf içi yerleştirmeler bu şekilde gösterilmiştir. Örnek yerleştirme için bu ürün grubunu seçmemizdeki en önemli faktörlerden biri raf-sırası atamalarında bu grubun deponun iki bölgesinde de raf-sırasına sahip olduğunun görülmesi, bir diğeri ise grubun sahip olduğu ürün çeşitliliğidir.

Örnekleme ve performans ölçümü için seçtiğimiz Mona ürün grubu üzerinde Microsoft Excel programı kullanılarak yöntem sınanmıştır. Birinci basamağın sonucunda, Mona ürün grubuna birinci

bölgede 6 numaralı raf sırası, ikinci bölgede ise 20 ile 21 numaralı raf-sıraları atanmıştır. Raf-sıraları içerisinde yapılan ABC sınıflandırması ve bu bölgeler içerisindeki yerleştirme ek kısmında detaylı olarak görülmektedir (Ek 8).

## **7. Uygulama Planı**

### **7.1. Hayata geçirilmesine karar verilen çözüm önerileri**

Tepe Mobilya'daki depo yönetimini daha verimli hale getirmek adına sene boyunca çeşitli çözüm önerileri geliştirdik. Şirketin talepleri doğrultusunda, yaptığımız çalışmaların hayata geçirilmesine Tepe Mobilya tarafından karar verilmiştir. Böylece:

- Depo yönetimi sürecinin dört noktasında yer alması önerilen barkod okuma noktalarından ikisinin uygulanmasına,
- Barkod uygulamasının hayata geçmesine bağlı olarak, önerilen depo içi adresleme metodolojisinin olduğu gibi hayata geçirilmesine,
- Depo yönetim süreçlerini büyük ölçüde hızlandıracağı öngörülen ve tasarlanan taşıma bantlarının siparişlerinin verilmesine karar verilmiştir.

### **7.2. Önerilerin hayata geçirilme süreçleri ve uygulama planı**

Yukarıda sayılan çözüm önerilerinin sistemde radikal değişikliklere yol açıp, ek mali yükler getirecek olmasına rağmen Tepe Mobilya tarafından kabul edilmiş olmaları, takımımız açısından son derece sevindirici bir gelişmedir. Fakat yine bu özelliklerinden dolayı, önerilerimizin hayata geçirilmesi de göreceli olarak daha uzun süreçlerde gerçekleşecektir. Uygulanmasına karar verilen önerilerin öncüllük diyagramı Ek 9'da sunulmuştur. Bu diyagram ve tablodan da anlaşılacağı üzere, uygulamaya geçiş sürecinde dikkat edilmesi gereken önemli noktalar vardır. Bunlardan ilki, barkod uygulamasının adresleme için bir önkoşul oluşturuyor olmasıdır. Taşıma bantlarının kurulma süreci ise diğer iki çözüm önerisi ile eş zamanlı olarak yürütülecektir.

### **7.3. Uygulamalar**

Şimdiye kadar açıklanmış olan öneriler arasındaki öncelik ilişkisine bağlı kalınarak, projenin hayata geçirilmesi süreci şu şekilde başlatılmıştır:

*Barkod Uygulaması:* Şirkete gerekli barkod okuyucusu alımları yapılmış, testler gerçekleştirilmiş ve böylece barkod okuyucuların sisteme uyumu sağlanmıştır.

*Adresleme:* Geliştirmiş olduğumuz adresleme algoritmasının sonuçlarına bağlı olarak, depodaki raf-sıraları taşıdıkları ürün gruplarına göre isimlendirilmiştir. Algoritmanın ikinci ve üçüncü basamaklarının kodlanmasına ise Tepe Mobilya Bilgi-İşlem Bölümü tarafından başlanmıştır.

*Taşıma Bantları:* Takımımızca yapılan tasarımlar Tepe Mobilya tarafından onaylanmış, bu bantların depoda ilgili yerlere kurulumu için

firmalarla temas kurulmuş, fiyat teklifleri alınmış ve bantların siparişleri verilmiştir.

#### **7.4. Dikkat edilmesi gereken hususlar**

Projenin bir bütün olarak sağlıklı bir biçimde çalışabilmesi ve Tepe Mobilya'ya beklenen katkıyı sağlayabilmesi için uygulama sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar vardır:

*Barkod Uygulaması:* Barkod kullanımından en yüksek faydayı sağlamak için, uygulanmasına henüz karar verilmemiş olan barkod noktalarının da hayata geçirilmesi gerekmektedir. Şirketin bu durumu göz ardı etmemesi, ürün takibinin ve veri güncelliğinin artması açısından çok önemlidir.

*Adresleme:* Zaman içinde değişen satışları ve yeni ürünleri göz önünde bulundurarak, adresleme yöntemi dönemsel olarak tekrar çalıştırılmalı, böylece depo içindeki önem sıraları değişen ürünlerin sistemin verimliliğini düşürmesi önlenmelidir.

*Taşıma Bantları:* Bantların sağlıklı ve uzun ömürlü bir şekilde çalışabilmesi için bantların "röle" adı verilen küçük bilyelerden oluşması, hammaddenin de metal olması gerekmektedir.

#### **8. Genel Değerlendirme**

Tepe Mobilya Depo Yönetimi Projesi'nin ana hedefi "kişi inisiyatifinden bağımsız, güncel veriye dayalı ve verimli çalışan bir depo yönetim sistemi tasarlamak" olarak belirlenmişti.

Önerdiğimiz barkod uygulaması, stoklar hakkında güncel ve hızlı veri sağlayacak, ürün takibini etkin bir şekilde gerçekleştirecektir. Adresleme yöntemi daha düzenli ve yüksek kapasiteyle çalışan bir depo yönetimine olanak tanıyacaktır. Taşıma bantları ise hem depolama ve sevk etme süreçlerini gözle görülür şekilde kısaltacak, hem de bu süreçlerdeki kaza riskini azaltacaktır. Bütün bu çalışmaların hayata geçirilmesi ile birlikte hem projemiz başarıyla sonuçlandırılmış, hem de Tepe Mobilya dönem başında hedeflediği çağdaş depo yönetimine sahip olmuştur.

## **KAYNAKÇA**

Bruke, Harry E. (1990), Automating Management Information System  
Volume1: Principles of Barcode Applications, New York, Van  
Nostrand Reinhold.

Francis, Richard L. (1992), Leon F. McGinnis, Jr. , John A. White,  
Facility Layout And Location: An Analytical Approach, Second  
Edition, Prentice-Hall.

Kay, Michael G. (1998), IE 453 Facility Design Lecture Notes, North  
Carolina State University.

[http://www.activewaveinc.com/technology\\_rfid\\_advantage.html](http://www.activewaveinc.com/technology_rfid_advantage.html)

[http://www.gs1.org/hug/meetings/300107/day1/17\\_China\\_HUG\\_300107.pdf](http://www.gs1.org/hug/meetings/300107/day1/17_China_HUG_300107.pdf)

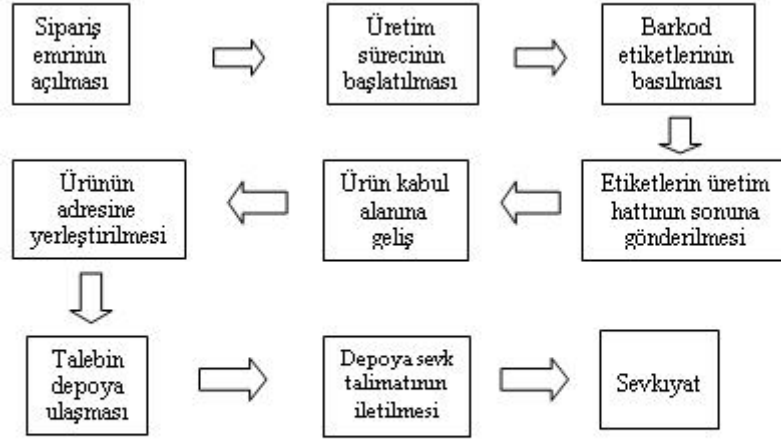
[http://www.kcsi.ca/barcoding\\_adv.html](http://www.kcsi.ca/barcoding_adv.html)

<http://www.continental-engineering.co.nz/longreach.htm>

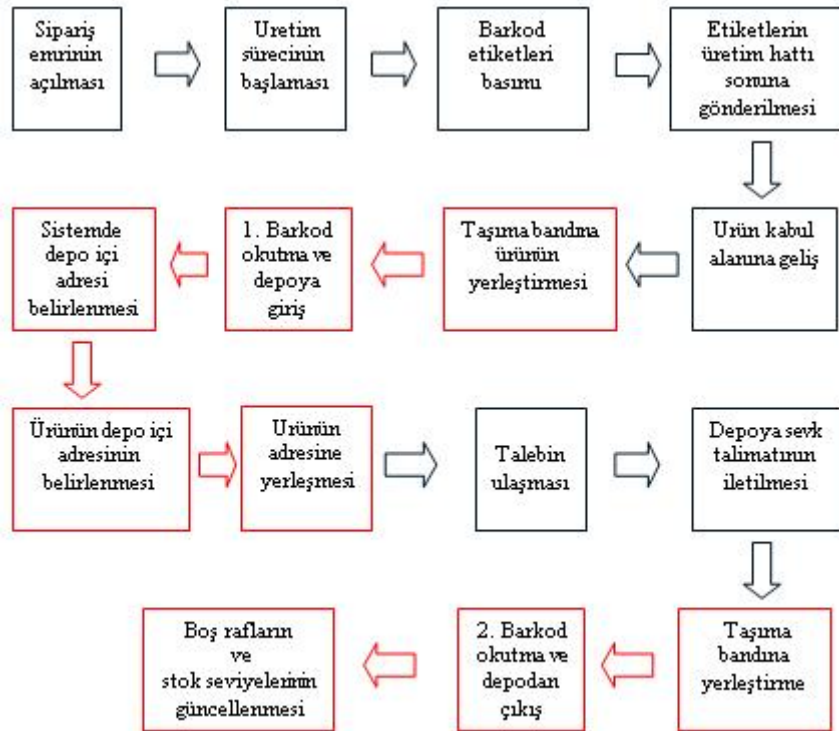
## EKLER

Ek 1. Sistemin (a) şuan ki ve (b) önerilen projeye göre süreç akışları

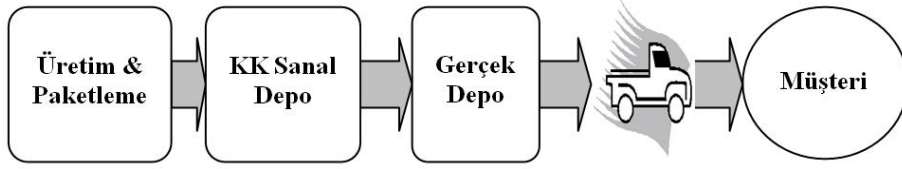
(a)



(b)



**Ek 2.** Barkod uygulamasının genel akış şeması: Oklar sırasıyla 1, 2, 3 ve 4. barkod okuma işlemlerini temsil etmektedir.

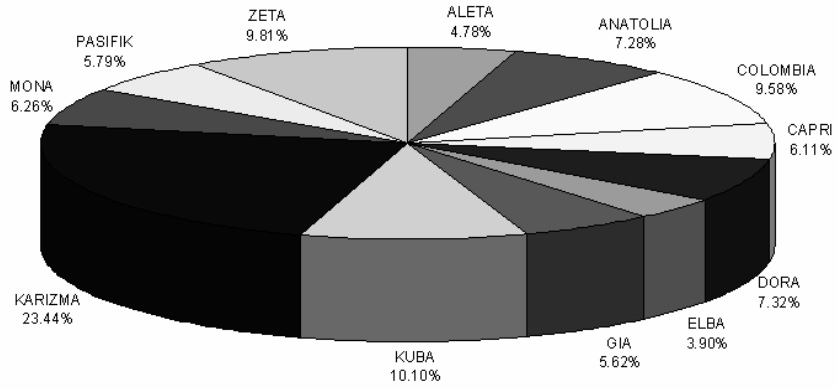


**Ek 3.** Taşıma bandı örnekleri

(a)



**Ek 4.** Depo 6'da bulunan ürünlerin satış hacim yüzdeleri



## Ek 5. Adresleme algoritması – 1. basamak

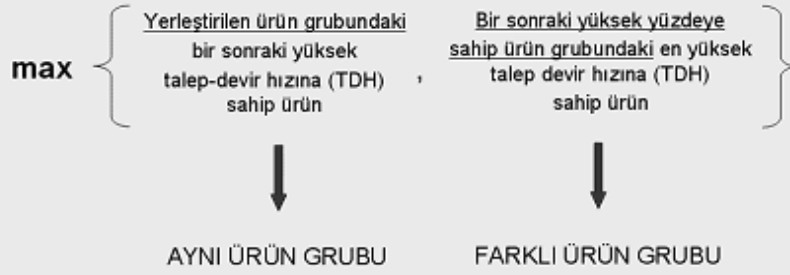
### I. Ürün Gruplarının Raf Sıralarına Atanması

Algoritmanın t=0 anında çalışmaya başlaması



### I. Ürün Gruplarının Raf Sıralarına Atanması

Talep-devir değerlerini içeren kümenin oluşturulması



### I. Ürün Gruplarının Raf Sıralarına Atanması

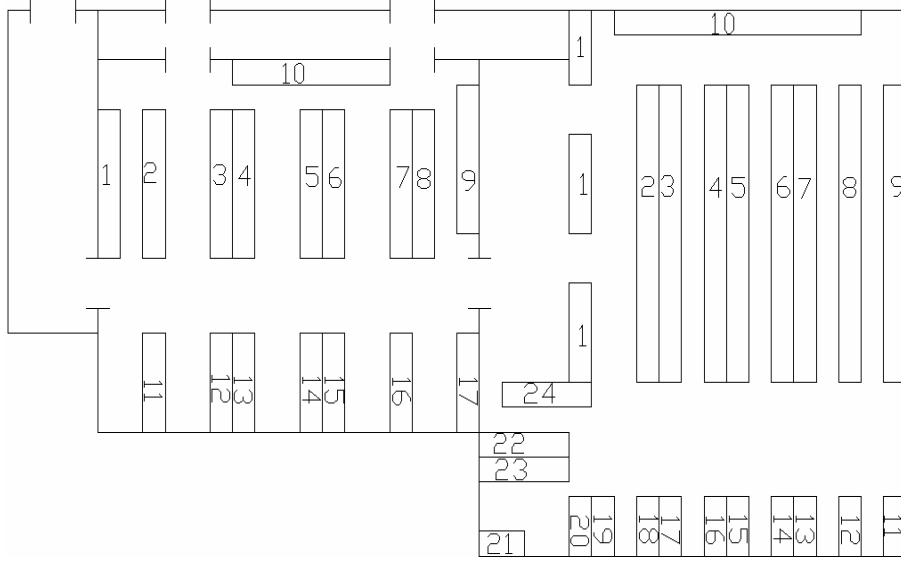
→ Depo 6 – Ürün gruplarının raf sıralarına atanması

Ürün Grubu Talep Hacmi Yüzdeleri	Karizma Ürün Grubu Talep-Devir Değerleri
• Karizma - % 23,44	• Ürün 0382 – 178
• Küba - % 10,10	• Ürün 0403 – 171
• Zeta - % 9,81	• Ürün 0328 – 158
• Colombia - % 9,58	• Ürün 0418 – 122
• Dora - % 7,32	• Ürün 0432 – 120
• Anatolia - % 7,28	• Ürün 0405 – 95
• Mona - % 6,26	• . . .
• Capri - % 6,11	• . . .
• Pasifik - % 5,79	• . . .
• Gla - % 5,62	• . . .
• Aleta - % 4,78	• . . .
• Elba - % 3,90	• . . .





**Ek 6.** Depo 6'nın kuşbakışı çizimi ve adresleme algoritması 1. basamak sonucu



1. Kısım		2. Kısım	
(1)	Karizma	(1)	Dora
(2)	Küba	(2)	Karizma
(3)	Zeta	(3)	Karizma
(4)	Colombia	(4)	Karizma
(5)	Dora	(5)	Zeta
(6)	Mona	(6)	Zeta
(7)	Capri	(7)	Anatolia
(8)	Gia	(8)	Pasifik
(9)	Karizma	(9)	Aleta
(10)	Küba	(10)	Anatolia
(11)	Colombia	(11)	Colombia
(12)	Küba	(12)	Colombia
(13)	Zeta	(13)	Gia
(14)	Dora	(14)	Dora
(15)	Anatolia	(15)	Küba
(16)	Elba	(16)	Küba
(17)	Capri	(17)	Zeta
		(18)	Pasifik
		(19)	Capri
		(20)	Mona
		(21)	Mona
		(22)	Elba
		(23)	Elba
		(24)	Gia

**Ek 7. ABC analizi altında Mona ürün grubuna rafların atanması  
(Basamak 2)**

	Raf Sırası	Raf Sayısı	Ürün Kodu	Ortalama Depoda Bekleme Süresi (Artan)	Ortalama Stok Devir Hızları (Azalan)	Raf Sırası Bazlı Ortalama Stok Devir Hızları
<b>MONA</b>	I. Kısım (6. Raf Sırası)	33	466	2	50	135.13
			463	2.36	42.37	
			464	4.5	22.22	
			471	4.87	20.53	
	II. Kısım (20. Raf Sırası)	21	473	5.25	19.05	65.29
			465	6.48	15.43	
			468	8.36	11.96	
			472	9.05	11.04	
	II. Kısım (21. Raf Sırası)	15	467	12.83	7.79	24.53
			462	13.5	7.41	
			461	15.35	6.51	
			469	17.02	5.88	
				470	21.13	4.73

Stok Devir Hızları Yüzdeleri (Azalan)	Kümülatif Stok Devir Hızları Yüzdeleri (Azalan)	ABC Analizi	ABC Analizi Yüzdeleri	Yerleştirilen Raf Sayısı Yüzdeleri	Yerleştirilen Raf Sayısı	Yerleştirilen Raf Sayısı (Yaklaşık)
37	37	A	68.36	31.65	10.44	10
31.36	68.36					
16.45	84.80	B	16.45	30	9.9	10
15.20	100	C	15.20	38.36	12.66	13
29.18	29.18	A	71.13	28.86	6.06	6
23.63	52.81					
18.32	71.13					
16.93	88.06	B	16.93	30	6.3	6
11.94	100	C	11.94	41.14	8.64	9
30.20	30.20	A	56.75	43.24	6.49	6
26.55	56.75					
23.95	80.71	B	23.95	30	4.5	5
19.29	100	C	19.29	26.76	4.01	4

**Ek 8.** Mona ürün grubu örnek ürün bazlı ABC sınıflandırması

**KISIM 1 / RAF 6**

1-2-3	4-5-6	7-8-9	10-11-12	13-14-15	16-17-18
469-3 (9)	467-2 (18)	465-1 (20)	465-1 (20)	465-1 (20)	465-2 (28)
469-1 (32)	467-3 (18)	465-2 (32)	465-2 (32)	465-2 (32)	465-2 (32)
469-2 (28)	467-1 (10)	467-1 (10)	465-1 (40)	465-1 (40)	461-1 (8)

19-20-21	22-23-24	25-26-27	28-29-30	31-32-33
461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)
461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)
461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)	461-1 (8)

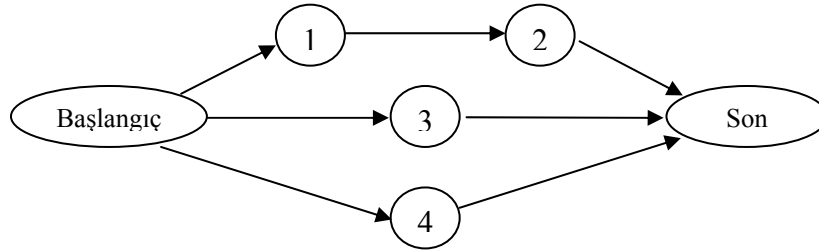
**KISIM 2 / RAF 20**

1-2-3	4-5-6	7-8-9	10-11-12	13-14-15	16-17-18	19-20-21
461-1 (8)	470-3 (18)	468-3 (19)	468-3 (19)	471-3 (26)	471-3 (26)	471-1 (15)
463-1 (54)	470-1 (17)	472-1 (43)	468-2 (19)	468-2 (19)	471-1 (36)	471-2 (10)
463-1(54)	470-2 (18)	472-1 (60)	468-1 (49)	468-2 (13)	471-2 (14)	471-2 (14)

**KISIM 2 / RAF 21**

1-2-3	4-5-6	7-8-9	10-11-12	13-14-15
473-1 (10)	462-1 (5)	464-4 (40)	464-1 (5)	466-2 (16)
473-2 (8)	462-2 (17)	464-3 (27)	464-2 (19)	466-2 (20)
471-2 (14)	462-1 (11)	464-1 (13)	466-1 (24)	466-3 (22)

**Ek 9.** Uygulanmasına karar verilen önerilerin öncüllük diyagramı ve çözüm önerilerinin uygulanması için belirlenen zaman çizelgesi



Öneri No	Öneri Adı	Onay Tarihi	Önkoşul Olan Öneriler	Planlanan Bitiş Tarihi
1	Barkod Entegrasyonu	Şubat 2007	-	Nisan 2007
2	Adresleme Yöntemi	Nisan 2007	1	Temmuz 007
3	Taşıma Bandı 1	Nisan 2007	-	Ağustos 2007
4	Taşıma Bandı 2	Nisan 2007	-	Ağustos 2007

# **Süreç İyileştirmesi ve Süreç Performans Takip Sistemi - Aktivatör**

## **Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Işın Karayel

Emine Kurt

Tuba Onay

Buğra Pekuslu

Elifcan Şahinkaya

Yiğit Tırpançeker

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Ömer Kılıç, Türksat A.Ş.

Bilgi Teknolojileri Uzman Yardımcısı

### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Mustafa Akgül,

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **ÖZET**

Türksat A.Ş. önderliğini üstlendiği e-devlet projesini hizmetlerin elektronik ortama taşınmasının ötesinde iş süreçlerinin sürekli gözlemlenebilir ve iyileştirilebilir bir yapıya dönüşmesi olarak tanımlanmıştır. Proje ekibi kurum açısından önem derecesi yüksek süreçlerde bu dönüşüm çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışma süreç analizi, performans değerlendirmesi, süreç iyileştirmesi ve performans takip sistemi kurulmasından oluşur. Ayrıca çalışmanın, diğer devlet kurumlarına elektronik ortama geçiş sürecinde ışık tutması amaçlanmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Süreç analizi, performans değerlendirmesi, Anahtar Performans Göstergesi(APG), e-dokümantasyon.

## **1.Şirket Tanıtımı**

Türkiye'nin tek uydu operatörü Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş., bir kamu teşekkülü olarak kurulmuş olmasına rağmen özel sektör mantığı ile işletilen bir şirkettir. Türksat A.Ş. ulusal egemenlik kapsamındaki uydu yörünge pozisyonlarının kullanım ve işletim haklarına, yönetimine ve işletme yetkisine sahip olmasının yanı sıra Kablo TV ve Kablo İnternet görevini de yerine getirmektedir. Türksat A.Ş., Türksat 2A'nın yapılıp fırlatılması amacıyla 1996'da Alcatel Space ortaklığıyla kurulan Eurasiasat SAM şirketinin de %75 hissesine sahiptir. 500 civarında çalışanı ve bir milyonu aşan müşteri kapasitesiyle Türksat, uydu iletişim ve uzay pazarında yeni ürünler keşfetmekte, geliştirmekte ve bunları başarılı bir şekilde pazara sunmakta, kablo TV yayıncılığında rekabetçi, yenilikçi, katma değeri yüksek teknolojik çözümler geliştirmektedir. Diğer yandan e-devlet projesini de pilot olarak yürütmekte olan Türksat, kamu kurumlarında yaşanacak e-dönüşümün ihtiyaç duyduğu altyapıyı inşa ederek, vatandaş odaklı e-kapı'yı gerçekleştirmeye çalışmaktadır. VSAT (Very Small Aperture Terminal) Türksat'ın önemli hizmetlerinden birine örnektir. VSAT sayesinde Adalet Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı gibi kamu kurumlarının kendi içlerindeki iletişimlerini sağlanmaktadır.

## **2. Projenin Tanımı ve Analizi**

### **2.1. Problem tanımı**

E-devlet kapısı projesinin Türksat'a devredilmesinden sonra proje çalışmalarının hız kazanmasına rağmen, Türksat -servis sektöründe hizmet veren bir kurum olması nedeniyle- sektörün ortak problemi olan süreçlerin gözlemlenmesi ve ölçülmesi konusunda çeşitli zorluklar yaşamıştır. Türksat diğer tüm devlet kurumları gibi elektronik ortama geçiş öncesinde süreçlerini iyileştirmeli ve süreçlerin sürekli gözlemlenebilmesini sağlamalıdır. Problem, süreçlerin gözlemlenmesinde ve süreç performansını düşüren darboğazların tespit edilmesindeki yetersizlik, dolayısıyla iş akış verimliliğinin istenilen düzeye ulaşamaması olarak tanımlanmıştır.

### **2.2. Mevcut durum**

Servis sektöründeki iş akışları üretim sektöründe olduğu kadar belirgin değildir ve iş akışları yeterince açık tanımlanmazsa takip edilmesinde zorluklar yaşanır. Türksat'ta toplam 64 ayrı iş akış süreci tespit edilmiştir. Projenin zaman kısıtı sebebiyle bu 64 iş akış sürecinden; abone sayısının 1.300.000'i geçmesi ve sürecin harici müşteriye yönelik olması sebebiyle Kablo TV departmanında akan "Kablo TV abonelik" süreci ve döküman akışının yoğun olması ve dahili müşteriye yönelik olması nedeniyle İnsan Kaynakları departmanında akan "Görevlendirme ve harcırah formu tamamlama" süreci pilot süreçler olarak seçilmiştir.

### **3. Önerilen Yöntem ve Uygulanması**

#### **3.1. Genel yaklaşım**

Kamu hizmetlerinin ortak platformda, tek kapıdan sunumunu ve vatandaşın devlet hizmetlerine elektronik ortamdan güvenli ve hızlı bir şekilde erişimini sağlamak amacıyla planlanan e-Devlet kapısının kurulması, işletilmesi ve yönetilmesi görevi 20 Nisan 2006'da Türksat A.Ş.'ye verilmiştir. E-Devlet kapısının nihai amacı, tek bir siteden bütün devlet kurumlarına ve servislerine ulaşılmasıdır. Bunun için, başta Türksat olmak üzere tüm devlet kurumları süreçlerini elektronik ortama taşımalıdır. Ancak bu e-devlet projesinin son çıktısıdır. Öncelikli olarak kurumlar bir dönüşüm programından geçmelidir; süreçlerini analiz etmeli, geliştirmeli ve gerekirse yeniden yapılandırılmalıdır. Bu projenin amacı, bu hazırlık aşamasını Türksat için gerçekleştirmektir. Projenin faaliyet alanı yukarıda belirtilen iki süreç ile sınırlandırılmıştır; fakat pilot proje çıktısının kurumdaki diğer departmanlar ve elektronik ortama geçiş yapacak diğer devlet kurumları için de bir örnek teşkil etmesi amaçlanmaktadır.

#### **3.2. Çözüm yöntemi**

Öncelikle seçilen iki departmandaki süreçlerin analizi yapılmıştır. Bu süreçlerde çeşitli iyileştirmeler sağlanmış ve gerekli görülen süreçler yeniden yapılandırılmıştır. İkinci aşama olarak, iyileştirmelerin sonuçlarının gözlemlenmesi için karşılaştırma raporu yazılmış, son aşamada da süreçlerin sürekli olarak ölçümlenebilmesi için bir veritabanı sistemi kurulmuştur.

Projenin temelde üç çıktısı olacaktır. Birinci çıktısı, çözüme ulaşmak için proje dahilinde uygulanan aşamaların genelleştirilmesiyle ve literatür araştırması ile desteklenmesiyle oluşturulan el kitabıdır. Bu kitap, elektronik ortama geçecek olan devlet kurumları için yol gösterici niteliktedir. İkinci çıktı İnsan Kaynakları departmanı için hazırlanan e-dokümantasyon sistemidir. Üçüncüsü ise servis sektöründe büyük bir sorun olan süreç performans ölçümlemesinin anlık olarak yapılması ve üst yönetime sunulması amacıyla kurulmuş, sürdürülebilir bir performans değerlendirme sistemidir. Çözüm aşamaları aşağıda anlatılmıştır.

##### **3.2.1. Süreç analizi ve performans ölçümü**

Görevlendirme-harcırah formu tamamlama ve Kablo TV abonelik süreçlerinin iş akış şemalarının oluşturulması için süreç sahipleri ve ilgili şirket yetkilileri ile görüşülerek süreç işleyişleri öğrenildi. Gözlemlere devam edilerek süreci tanımlayan ve mevcut durumu gösteren iş akışları oluşturuldu. Bu süreçlerin performansını değerlendirmek için, arttıklarında ya da azaldıklarında sürecin verimliliğini etkileyen Anahtar Performans Göstergeleri (APG) belirlendi. Her iki süreç için belirlenen APG'ler Ek 1'dedir. APG'lerin

hesaplanması için görevlendirme-harcırah formu sürecinde benzetim modeli ve arşiv taraması kullanılmıştır (Ek 2-3). Kablo TV abonelik sürecinde ise benzetim modeli (Ek 4), arşiv taraması ve müşteri anketinden yararlanılmıştır. Benzetim modelleri, süreç iş akışlarının Arena Programı'na taşınmasıyla oluşturulmuştur (Kelton, Sadowski, Sturrock, 2003). Modeli oluşturmak için gerekli veriler, görevlendirme-harcırah formu süreci için arşiv taramasıyla ve Kablo TV abonelik süreci için Türksat Otomasyon Sistemi'nden (TOS) çekilen arşiv bilgileriyle sağlanmıştır. Benzetim modellerinin oluşturulmasının temel amacı bazı kritik APG değerlerinin uzun vadeli değerlerini bulmaktır. Ayrıca önerilen sistemin yeni APG değerlerini hesaplamak için aynı benzetim modellerinden yararlanılacaktır. Müşteri memnuniyetiyle ilgili APG'ler ise 300 müşteri için yapılan anketin sonuçlarına göre hesaplanmıştır. Öncelikle son üç ayda Ankara ili için abonelik başvurusu yapmış müşteriler belirlenmiştir (toplam 3024 müşteri). Ankara'da bulunan 3 taşerondan her birinin kurduğu tesis sayısı, Ankara iline gelen toplam abonelik sayısına bölünerek her bir taşeronun oranları bulunmuştur (Örneğin: 571 tesis/3024 müşteri). Daha sonra bu oranlar 300 ile çarpılarak her taşeron grubundan kaç kişi seçileceği belirlenmiş, bu kişiler gruplardan rastsal bir şekilde seçilmiş ve müşteriler aranarak anket uygulanmıştır. (Ek 5)

### **3.2.2. Süreç iyileştirmesi ve yeniden yapılandırması**

#### **3.2.2.1. Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci**

Birinci dönem yapılan çalışmalar sonucunda görevlendirme-harcırah formu süreci için –belirlenen APG'ler doğrultusunda- tespit edilen darboğazlar şu şekildedir:

*Uzun İmza Trafiği:* Yapılan incelemeler sonucunda görevlendirme- harcırah formlarında iş akışını yavaşlatan uzun bir imza trafiği olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç Türksat yetkililerine sunulduğunda onların da bu konuda şikayetleri olduğu görülmüştür (Ek 6).

*Üst Yönetimin Görev Yoğunluğu:* İmzası gereken üst yönetimin iş yoğunluğu sebebiyle bu formları zamanında imzalayamaması sonucu mevcut sistemde görevlendirme-harcırah formlarının tamamlanma süresi uzamaktadır.

*Hesaplama Hataları:* Harcırah formunda yer alan vergi hesaplamalarıyla ilgili hatalar %10 civarındadır. Mevcut sistemde hatalı formları düzeltmek için harcanan süre ortalama olarak 5.88 saattir.

*Öneriler:* Yukarıda belirtilen darboğazları ortadan kaldırmak, mevcut sistemi hızlandırmak ve hataları azaltmak için sunulan çeşitli öneriler paralelinde, uzun imza trafiğini azaltmak amacıyla yeni bir iş akış şeması oluşturulmuş ve Türksat yetkililerine sunulmuştur. Alınan geribeslemelerin de etkisiyle oluşturulan iş akış şeması Ek 7'dedir.

İlerleyen bölümlerde yeni iş akış sisteminden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

Mevcut durumdaki görevlendirme-harcırah formunu oluşturma süreci elle ilerlemektedir. Bu yüzden üst yönetim sadece bina içinde buldukları zaman formları imzalayabilmekte, işlem uzamakta ve sonuç gecikmektedir. Bunun yanında, Fransa T3A uydu üretimi aşamasında görevli olan mühendisler gibi farklı bir bina ya da ülkede çalışanların görevlendirme-harcırah formlarının, genel merkeze ulaşımı zaman ve maddi kayba neden olmaktadır. Bir çalışanın imza eksikliği sebebiyle işlemlerini tamamlayamadığı ve çeşitli problemler yaşandığı görülmüştür. Bu problemleri çözmek amacıyla elle akan görevlendirme-harcırah formları oluşturma sürecinin elektronik ortama taşınması önerilmiştir. Diğer taraftan, e-devlet projesi kapsamında yürürlüğe giren e-imza kanunu, Türksat içinde de kabul gördüğü için süreçlerin elektronik ortama taşınmasında herhangi bir engel yoktur.

Aynı zamanda iş akışı süresini kısaltmak ve imza yetkisine sahip yöneticilerin iş yükünü hafifletmek amacıyla önerilen el bilgisayarı alımı kabul edilmiştir ve bu rapor tarihi itibarıyla üst yönetim bu bilgisayarları kullanmaktadır. Buna ek olarak, Türksat kurumu, intranet sistemine e-formları uygulamayı kabul etmiş ve gerekli çalışmaları yapmıştır. Hazırlanan örnek e-formlar Ek 8'dedir.

*Yeni İş Akış Şeması:* Yeni iş akış şeması oluşturulurken formların elektronik ortama geçirileceği göz önünde bulundurulduğundan, mevcut sistemde bulunan sıra ve tarih alma kısmı önerilen sistemde otomatik olarak hesaplanacağı için iş akış şemasından çıkarılmıştır. Çalışanın avans tahsilatının vezneden yapılması yerine, internet bankacılığı kullanılarak paranın çalışan hesabına direk yatırılması önerilmiştir. Bu nedenle, mevcut iş akış şemasında bulunan avans ödeme kısmı yeni iş akış şemasında bulunmamaktadır. Ayrıca yukarıda belirtildiği gibi hesaplama hataları önerilen sistemde ortadan kalkacağı için şemadan çıkarılmıştır.

*e-form Sisteminin İçeriği:* Türksat çalışanı sicil numarasını ve şifresini girdiğinde ekranda yetkisine göre doldurabileceği formlara ulaşabilecektir. İmza yetkisi bulunmayan bir çalışan yalnızca görevlendirme-harcırah formlarına ulaşabilmektedir. Çalışan imza yetkisine sahipse çıkacak ekranda görevlendirme-harcırah formuna ek olarak doldurulmuş olan formların onaylanması amacıyla onay butonu da bulunacaktır.

Görevlendirme-harcırah formlarının ilgili yasalar gereği Türksat arşivlerinde belli süre bulunması gerektiğinden, her görevlendirilen çalışan için en az dört sayfa kağıt gerekmektedir. Bu da bir yıl içinde ciddi bir kağıt israfına neden olmaktadır. Yapılan e-form sistemi sayesinde formlar elektronik ortamda bulunacağı için arşivlenmesi de



elektronik ortamda olacaktır. Böylece mevcut sistemde bulunan kağıt israfı engellenecektir. İmzası gereken yetkili bina içerisinde bulunmasa bile yanında el bilgisayarı bulunacağından intranet yardımıyla formları onaylayabilecektir. Bu da imza trafiğinin yoğunluğunu azaltacak ve imzası gereken yetkililere ulaşımı kolaylaştıracaktır. Ayrıca önerilen e-form sisteminde para ve vergi hesapları otomatik olarak yapılacağından hesaplama hataları yüzünden onay mercihinden geri dönen formlar ortadan tamamen kalkacaktır.

### **3.2.2.2. Kablo TV abonelik süreci**

*Alternatif Karşılaştırması:* Kablo TV süreç analizinden çıkan sonuçlar başvuru süreciyle ilgili yapılabilecek tek önerinin, personel davranışlarının iyileştirilmesi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle PTT'ye alternatif olabilecek başvuru yöntemleri kullanmanın çözüm olacağına karar verilmiştir. İlk dönem uygulanan müşteri anketinde müşterilerin %42'si internet ve telefondan da başvuru yapılabilmesini istemişlerdir (Ek 5). Zaten bu yöntemler üzerinde çalışmakta olan Türksat, bizim de öneri ve katkılarımızla başvuruların çağrı merkezi ve internet üzerinden de yapılmasını uygulamaya koymuştur. Üç başvuru alternatifinin iş akış çizelgeleri Ek 9-10-11'dedir. Bunun üzerine, alternatifler maliyet ve müşteri memnuniyeti açısından karşılaştırılmış, her birinin üzerinde iyileştirme önerileri sunulmuş ve bu öneriler uygulandığı taktirde başvuru sürecinin verimliliğinin ne derece artacağı hesaplanmıştır. Sonuç olarak hangi yöntemin, hangi taraf için (Türksat ve müşteri) daha avantajlı olduğuna karar verilmiştir. (Ek 12)

Alternatif başvuru süreçleri karşılaştırılırken, yeni alternatiflerin müşteri memnuniyeti üzerine etkisini tahmin edebilmek için daha önce yapılan müşteri memnuniyeti anketinden alınan cevaplara göre bazı faktörler belirlenmiştir. İşlem süresi, erişim maliyeti, evden başvuru yapılabilmesi, hizmet kalitesi, bilgiye ulaşım ve güvenilirlik olarak adlandırılan faktörler, anket cevaplarının yüzdelerle dilimleri göz önünde bulundurularak puanlandırılmıştır. Bu faktörlerin her birine tam puan verildiğinde sürecin alabileceği maksimum puan 20 olmuş, bütün süreçler müşteri memnuniyeti açısından 20 üzerinden değerlendirilmiştir. (Ek 13)

Müşteri, memnuniyetini en büyükten alternatifi seçerken, Türksat hem maliyet hem müşteri memnuniyetine odaklanacaktır. Buradaki varsayım Türksat'ın kararlarını verirken müşteri memnuniyetine %65, maliyete ise %35 değer verdiğidir. Bu iki değer uygun yüzdelerle çarpılmasıyla elde edilen değere "Türksat tercih endeksi" adı verilmiştir. Türksat, endeksin en yüksek değere ulaştığı opsiyonu seçecektir. Mevcut durumda hem şirket hem de müşteri açısından bakıldığında en makul alternatif internettir (Ek 12).

*Öneriler:* Karşılaştırma tablosu ışığında süreçlerin iyileştirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. TOS'tan alınan verilere bakıldığında, çağrı merkezine gelen çağrılarının ortalama %21'inin cevaplanmadığını görülmüştür. Yapılan hesaplamalar çağrı merkezine iki eleman alımının bu sorunu çözeceğini göstermiştir. Bu elemanların alımıyla işlem maliyeti 0.32 YTL'den 0.34 YTL'ye yükselirken, müşteri memnuniyetinin değeri Ek 13'deki "bekleme süresi" kriterinin 1'den 4'e yükselmesiyle 17'den 20'ye çıkacaktır. Bu durumda en yüksek memnuniyet seviyesini sağlaması nedeniyle müşteri için en uygun alternatif çağrı merkezi olacaktır. Türksat açısından bakıldığında ise müşteri memnuniyeti 3 puan yükselmiş ( $3 \times 0.65 = 1.95$ ), maliyet sadece 0.02 puan artmıştır ( $0.02 \times 0.35 = 0.007$ ). Yapılan hesaplamalar sonucu Türksat tercih endeksinin bu durumda çağrı merkezi opsiyonunda enbüyük değere ulaştığı görülmüş; böylece Türksat'ın tercihinin de çağrı merkezine kaydığı gözlemlenmiştir. Tüm Türkiye çapında telefon kullanımının internet kullanımından daha yaygın olduğu düşünüldüğünde bu iyileştirmenin gerekliliği görülecektir.

İkinci öneri PTT'deki hizmet kalitesini artırmaktır. Bunun için ilk öneri her PTT şubesinde Kablo TV aboneliği için çalışan personele verilmek üzere müşteriye karşı tutumu örnek cümlelerle kısaca anlatan eğitim kartı dağıtılmasıdır. Ayrıca personelin teknik konularda müşteriye gerektiğinde bilgilendirmesi ve müşterinin bilgiye ulaşımını kolaylaştırmak amacıyla eğitilmesi gerekmektedir. Abonelik oranının yüksek olduğu büyük şehirlerde (İstanbul, Ankara ve İzmir) bu eğitimlerin yapılması sürecin toplam performansına büyük katkıda bulunacaktır. İşlem ve bekleme süresinin azalmasını sağlayacak tek makul öneri görevlinin işini hızlı yapması konusunda bilgilendirilmesidir.

Bu gelişmeler sonucu tekrar bir alternatif karşılaştırması yapılmıştır. İşlem maliyetinin bir defa yapılacak ödeme karşılığında değişmeyeceği varsayılmıştır. Öte yandan müşteri memnuniyetinin 7'den 11'e yükselmesi beklenmektedir çünkü iyileştirmeler sonucunda "nazik bir şekilde hizmet verilmesi", "bilgiye ulaşım", "işlem süresi" ve "bekleme süresi" kriterlerinin birer puan artması öngörülmektedir. Bu durumda memnuniyet seviyesinin ve yapılan hesaplamalar sonucunda belirlenen Türksat tercih endeksinin en yüksek değerinin hala internet opsiyonunda olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak PTT için önerilen iyileştirmeler müşterinin ya da Türksat'ın tercihinin PTT'ye yöneltmeyecek, fakat müşteri memnuniyetini arttırması açısından kurum için önem teşkil edecektir.

Üçüncü öneri taşeronların performansını arttırmak hususundadır. Türksat, taşeron şirketlerin iç kararlarına müdahale edemediğinden, abonelik sisteminin kurulmasını yapan bu firmaların hizmetlerini

geliştirmek adına yapılabilecek en etkili çalışma rekabet ortamının sağlanmasıdır. Bunu sağlamak için cezalandırma-ödüllendirme yöntemleri uygundur. Mevcut durumda hizmet süresi on günü geçtiğinde taşeron şirket cezalandırılmakta, ancak bu süreç müşteri açısından değerlendirildiğinde ve ortalama hizmet süreleri göz önüne alındığında bu çok uzundur. Bu süre taşeron şirketlerle birlikte yeniden değerlendirilmeli ve düşürülmelidir.

Sistem iyileştirmesi için diğer öneri ise veri toplama işlemini kolaylaştırmak ve TOS'tan alınan verimi arttırmak adına olacaktır. Türksat'ın hali hazırda başarıyla çalışan otomasyon sistemi TOS'un kapsamının genişletilmesiyle sistem daha verimli hale gelecektir. Kablo TV'nin performansını etkileyen en önemli faktör müşteri memnuniyeti olduğundan ve APG'lerin 6 tanesi müşteri memnuniyeti değerlerinden oluştuğundan, bu bilgilerin TOS tarafından tutulması gerekmektedir. Mevcut durumda ancak belli aralıklarla yapılacak anketler sayesinde elde edilen APG bilgilerini sürekli güncellenir hale getirmek için internet üzerinden ve çağrı merkezi tarafından müşterilere uygulanacak anketlerden yararlanılabilir. İnternet üzerinden olan ankete müşteri tarafından girilen bilgiler, otomatik olarak TOS'a yerleştirilecek bir excel dosyasında toplanacaktır. Çağrı merkezi tarafından uygulanan anketler ise görevlinin sorulara aldığı cevapları yine aynı excel dosyasına girmesiyle sisteme aktarılabilir. Uygulanması önerilen anket Ek 14'tedir.

### **3.2.3. Performans değerlendirme sistemi**

Projede bu noktaya kadar süreçlerin performansları, belirlenmiş APG değerleri bulunarak hesaplanmıştır. Bu hesaplarda arşiv verileri ve benzetim modellerinden alınan değerler kullanılmıştır. Ardından iyileştirme önerileri doğrultusunda değişen süreçlerin örnek süreleri tutulmuş bu süreler öneriler doğrultusunda yenilenen benzetim modellerinde kullanılarak uzun vadeli APG'ler tekrar ölçülmüş, performanstaki değişim gözlemlenmiştir. Performans değerlendirmesinin sürekli olarak yapılabilmesi günümüzde büyük önem kazanmıştır. Bu sayede kurumlar süreçlerini kontrol edebilir ve dolayısıyla sürekli yenileyebilirler. Yukarıda da belirtildiği gibi, elektronik ortama geçiş yapacak kurumların süreç performanslarını sürekli olarak gözlemleyebilmesi şarttır. Dolayısıyla bu sistem diğer kamu kuruluşlarına örnek oluşturacak nitelikte bir sistemdir.

Performans değerlendirme sistemini oluştururken en önemli problem veri akışının sağlanma şekli konusundaydı. Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci için yararlanılabilecek elektronik veri kaynağı yoktu. Kablo TV abonelik süreci için ise TOS, veri kaynağı olarak kullanılabilirdi; ancak hesaplanacak APG'ler göz önünde bulundurulduğunda bu kaynak yeterli değildi. Sistemi oluşturmadan

önce veri akışı için kaynak oluşturulması gerekti. Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci için formlar elektronik ortama taşınınca işlem gören her form sonucunda APG için gerekli bilgilerin otomatik olarak biriktiği bir veritabanı sistemi oluşturuldu. Kablo TV abonelik sürecinde ise TOS yazılımına akan bilgilerin kapsamı sunulan iyileştirme önerileri doğrultusunda amaca uygun olarak genişletildi. Böylece veri akışı sağlanmış oldu.

Veritabanı, çeşitli yollarla aldığı verilerle önceden belirlenmiş APG'leri hesaplamakta ve raporlamaktadır. Kullanıcı karşısına çıkan ekrana performansını öğrenmek istediği zaman aralığının başlangıç ve bitiş tarihlerini girdiğinde sistem bu aralık için APG'leri hesaplar ve kullanıcıya raporlar (Ek 15). Kullanıcı Türksat'ın yetkilendirme sistemi dahilinde sadece kendisinin görme yetkisi olduğu raporlara ulaşabilmektedir.

Sistem sadece iki süreç için kurulmuş olsa da, teknik altyapısı itibariyle farklı departman entegrasyonuna ve farklı kurum ve şirketlere uyarlamaya açıktır. Ayrıca bu iki sürecin geliştirilmesi ya da değiştirilmesi durumunda, mevcut APG'lerin değişimlere uygun olarak yenilenmesi mümkündür. (APG ekleme/çıkarma/değiştirme). Bunun yanısıra ihtiyaç duyulduğunda sistem yeni veri kaynaklarına bağlanabilir ve bunlardan beslenebilir.

#### **3.2.4. Metodoloji**

Önceden söz edildiği gibi, projenin bir diğer çıktısı ise kamu kuruluşlarına örnek oluşturacak bir metodoloji oluşturulmasıdır. E-devlet projesi kapsamında tüm kamu kuruluşları elektronik ortama geçmeli ve bundan önce bir hazırlık aşamasını tamamlamalıdır. Bu hazırlık aşaması süreçlerin incelenmesi, gerektiği yerlerde iyileştirilmesi ve yeniden yapılandırılmasından oluşur. Bu çalışma, Türksat A.Ş.'de seçilmiş iki süreç için yapılmış bulunmaktadır. Bu noktada amaçlanan, bu çalışmanın standartlaştırılmasıdır. Böylece, çalışma diğer kamu kuruluşlarına da hazırlık aşamalarında yol gösterecektir. Bu amaç doğrultusunda bir metodoloji kitapçığı hazırlanmıştır (Aktivatör, 2007).

#### **4. Uygulama Planı**

Türksat tarafından proje kabul edilmiş ve öneriler uygulanmaya başlanmıştır. Görevlendirme-harcırah formu süreci için önerilen uygulamalardan formların kısalmış imza trafiği ile elektronik ortama taşınması, Bilgi Teknolojileri Direktörlüğü onayı ile hayata geçirilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalar ışığında Türksat elektronik dökümantasyon sistemini, tüm süreçleri için uygulamaya karar vermiştir. Bu nedenle, çeşitli yazılım firmalarıyla (Koç Bilgi, PaperWork, DocuArt ve Sirius) görüşmeler düzenlemiş, bu toplantılara proje ekibinin de katılmasını sağlamıştır. Toplantılarda, hazırlanan e-dökümantasyon sistemi şirketlere gösterilmiş ve karşılıklı bilgi

paylaşımı sağlanmıştır. Böylece sürdürülen çalışma, Türksat'a kurulacak olan geniş çaplı e-dokümantasyon sistemi için bir altyapı çalışması görevi görmüştür. Görüşülen firmalar Mayıs ayının ilk haftası Sayın Osman Dur'un da katılacağı bir toplantıda görevlendirme-harcırah formu süreci için hazırladıkları gösterimi sunacak, akabinde bir firmayla anlaşma imzalanacaktır.

Bir diğer öneri olan el bilgisayarları ve elektronik imzanın üst yönetim tarafından aktif şekilde kullanılması da onaylanmış ve her yetkili için el bilgisayarı temin edilmiştir. Elektronik imza sistemi bu bilgisayarlara yüklenmiş ve sistemin kullanılmaya başlaması için şartlar hazırlanmıştır.

Tüm iş akış süreçlerinin elektronik ortama taşınması için, süreçlerin üzerinde proje ekibinin uyguladığı süreç iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu nedenle Türksat, Bilkent Üniversitesi ile işbirliğine geçmiş, bu çalışmayı gerçekleştirmek için 15 adet stajyer alımı gerçekleştirmiştir.

Kablo TV Bölümünde yapılan PTT personeli için eğitici kartların dağıtılması önerisi, 15 Nisan 2007 tarihinde yapılan Kablo TV değerlendirme toplantısında Kablo TV İl Genel Müdürlükleri'nin bilgisine sunulmuştur. Eğitim kartları şu an üç pilot ilde dağıtılma aşamasındadır.

Çağrı Merkezine iki eleman alım önerisi Çağrı Merkezi'ne yapılan denetlemede gündeme getirilmiş ve Çağrı Merkezi Müdürlüğü'nün değerlendirmesine sunulmuştur. Müşteri memnuniyetinin sürekli ölçülmesi için yapılan öneri ise Kablo TV Müdürlüğü tarafından heyecanla karşılanmış ve Kablo TV Pazarlama Müdürü tarafından kabul edilmiştir.

Ek 1'de görülen APG karşılaştırmaları Başbakanlığa aylık olarak yollanan "Kaynakların Etkin ve Verimli Kullanımı Raporu"nda kullanılmıştır. Ayrıca Türksat yetkilileri tarafından, taşeron APG'lerinin senelik olarak yapılan taşeron ihalelerinde göz önünde bulundurulacağı poje ekibine bildirilmiştir.

Projenin çıktılarında biri olan Süreç Performansı Ölçüm Sistemi, Türksat tarafından onaylanmış ve kullanımına karar verilmiştir. Elektronik form sisteminin intranete yerleştirilmesinden sonra, bu sistemin de gerekli veri akışını sağlayacak bağlantının oluşturulmasıyla intranete servise açılması kararlaştırılmıştır. Bir diğer çıktı olan metodoloji kitapçığı ise e-devlet projesi kapsamında süreçlerini internete aktarmaya başlayan kamu kurumlarına el kitabı olarak dağıtılacak ve bu geçişi kolaylaştıracaktır.

## 5. Genel Değerlendirme

### 5.1. Projenin firmaya getireceği katkılar

#### 5.1.1. Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci

Önerilen iyileştirmelerin sistemde nasıl bir verimlilik artışı sağladığını görmek için APG'lerin değerleri üzerindeki değişiklikler gözlenecektir (Ek 1).

- Türksat yetkililerinin bilgilendirmesiyle, önerilen alternatif sistemde imza trafiği azami düzeyde kısaltılmıştır.
- Formların işleyişi elektronik ortamda devam edeceğinden, "Bir form için harcanan birim zaman" APG değerinin 4.02 saatten 3.53 saate düşmesini sağlamıştır.
- Alınması önerilen el bilgisayarı sayesinde, "Görevlendirmeye giden çalışan için harcanan birim zaman" APG'nin 1.52 saatten 1.32 saate düşmesini sağlamıştır.
- Formlar artık bilgisayar ortamında taşınacağından, "Günlük harcanan kağıt sayısı", "Hatalı form için harcanan birim zaman", "Vergi hatası olan form için harcanan birim zaman" APG'leri sıfıra (0) düşmüştür.

#### 5.1.2. Kablo TV abonelik süreci

Proje sonunda müşterilere PTT'ye ek olarak çağrı merkezi ve internet üzerinden de başvuru yapma fırsatı sağlanmıştır. Ayrıca bu üç başvuru yöntemi değerlendirilmiş ve üzerinde iyileştirme önerileri sunulmuştur.

- İyileştirmelerden sonra sisteme Ek 1'de (\*) ile belirtilen 4 yeni APG eklenmiştir. Sistemdeki iyileştirmeyi gözlemek amacıyla bir müşterinin başvuru süresi tek bir APG olarak alınırsa (APG 1,2 ve 3 birleşirse) müşterinin başvuru süresinin 3.92 dakikadan 2.66 ya da 3.52 dakikaya düşeceği görülebilir. Aynı şekilde müşteri memnuniyet seviyesi 7'den 18'e yükselebilecektir.
- Çağrı merkezine 2 adet çalışan alınmasıyla çağrı merkezindeki memnuniyet APG değerinin 17'den 20'ye yükselmesi, PTT'deki iyileştirmeler sonucunda ise PTT'deki müşteri memnuniyet seviyesinin 11'e yükselmesi öngörülmektedir.

### 5.2. İleriye dönük geliştirme olanakları

Türkiye gücünü bilgidan alan bir topluma dönüşmenin değerini gün be gün daha fazla önemsemektedir. Bu ideal doğrultusunda ilerlemeyi amaçlayan Türkiye için e-devlet kapısı çok önemli bir projedir. e-devlet kapısı projesinin amacı, sadece işlemleri elektronik ortama taşımak değil, teknolojinin imkanlarından da yararlanarak süreçlerin sürekli gelişimini sağlamaktır. Başka bir deyişle e-devlet kapısı projesi kapsamında devletin her organının kurumsal bir dönüşümden geçmesi gerekmektedir. Günümüzde dünya çapında büyük bir pazar oluşturan danışmanlık şirketlerinin yürüttüğü bu kurumsal

dönüşüm çalışmalarının Türkiye Cumhuriyeti devleti kapsamındaki ilk örneği tarafımızca Türksat için başarıyla gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kurumda Bilgi Teknoloji Direktörlüğü ve Toplam Kalite Direktörlüğü birimlerinde projenin her aşaması denetimden geçmiş, kuruma kazandıracığı katma değerler taraflarca sabit görülmüş ve ardından uygulamalara başlanmıştır. Bu proje Türksat'ın yürüttüğü e-devlet kapısı projesi için bir taban oluşturabilme niteliğindedir. Yapılan çalışmalar, bugün tüm devlet kurumlarının e-devlet projesi kapsamında geçirmesi gereken bir hazırlık sürecidir. Bu bağlamda, önerilen sistem uzun vadede yalnızca kurumun iş kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kamu reformuna ciddi bir katkı sağlayacaktır.

## **KAYNAKÇA**

- Kelton David W, Sadowski Randall, Sturrock David. (2003),  
“Simulation with Arena”, McGraw-Hill Science / Engineering /  
Math.
- Aktivatör: Süreç İyileştirmesi ve Süreç Performans Takip Sistemi El  
Kitapçığı (2007).



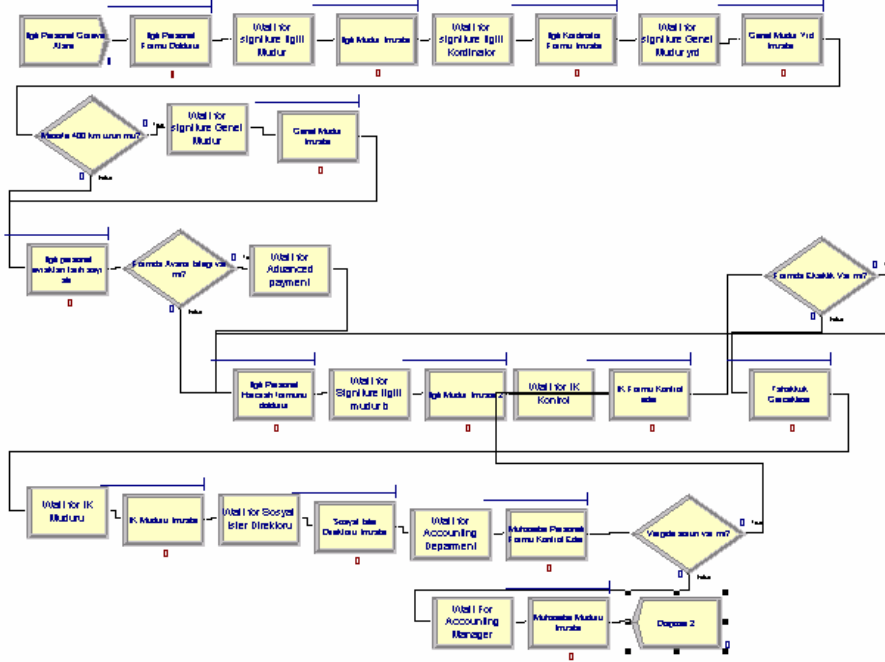
## EKLER

**Ek 1. Görevlendirme-harcırah formu tamamlama ve Kablo TV abonelik süreçleri için APG değerleri:**

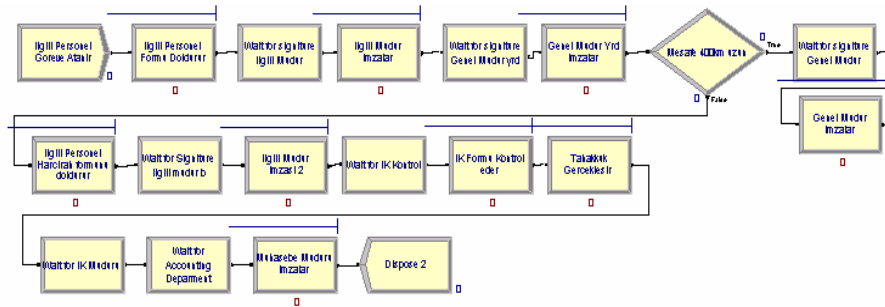
APG No	Görevlendirme-Harcırah formu tamamlama süreci	Eski Değer	Yeni Değer
1	Görevlendirmeye giden çalışan için harcanan birim zaman	1.52 saat/çalışan	1.32 saat/çalışan
2	Süreçle ilgilenen insan sayısı	14 çalışan	7 çalışan
3	Bir form için harcanan birim zaman	4.02 saat/form	3.53 saat/form
4	Avans isteği olan form için harcanan zaman (100 form için)	249.02 saat	217.29 saat
5	Uçak isteği olan form için harcanan zaman (100 form için)	152.73 saat	136.38 saat
6	Aylık hazırlanan form sayısı	38/45 form	44/45 form
7	Aylık harcanan kağıt sayısı	152 kağıt	0
8	Hatalı form düzeltmek için harcanan zaman	2.58 saat/form	0
9	Hatalı form yüzünden kaybolan zaman	15.27 saat/form	0
10	Vergi hatalı form için kaybolan zaman	15.27 saat/form	0

APG No	Kablo TV abonelik süreci	Değer
1	Bir müşterinin başvuru için PTT 'de harcadığı zaman	3.92 dakika
2*	Bir müşterinin başvuru için çağrı merkezinde harcadığı zaman	2.66 dakika
3*	Bir müşterinin başvuru için internet sitesinde harcadığı zaman	3.52 dakika
4	Bir müşterinin başvurusundan itibaren, evine taşeron firma ALFA'nın tesisi kurmasına kadar geçen süre	3 gün
5	Bir müşterinin başvurusundan itibaren, evine taşeron firma BETAN'ın tesisi kurmasına kadar geçen süre	3 gün
6	Bir müşterinin başvurusundan itibaren, evine taşeron firma TESIS'in tesisi kurmasına kadar geçen süre	3 gün
7	Taşeron firma ALFA'nın müşteri memnuniyet seviyesi	17/20
8	Taşeron firma BETAN'ın müşteri memnuniyet seviyesi	18/20
9	Taşeron firma TESIS'in müşteri memnuniyet seviyesi	17/20
10	PTT'deki müşteri memnuniyet seviyesi	7/20
11*	Müşterinin çağrı merkezinden memnuniyet seviyesi	17/20
12*	Müşterinin internet yoluyla başvurudan memnuniyet seviyesi	18/20

**Ek 2.** Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci benzetim modeli:

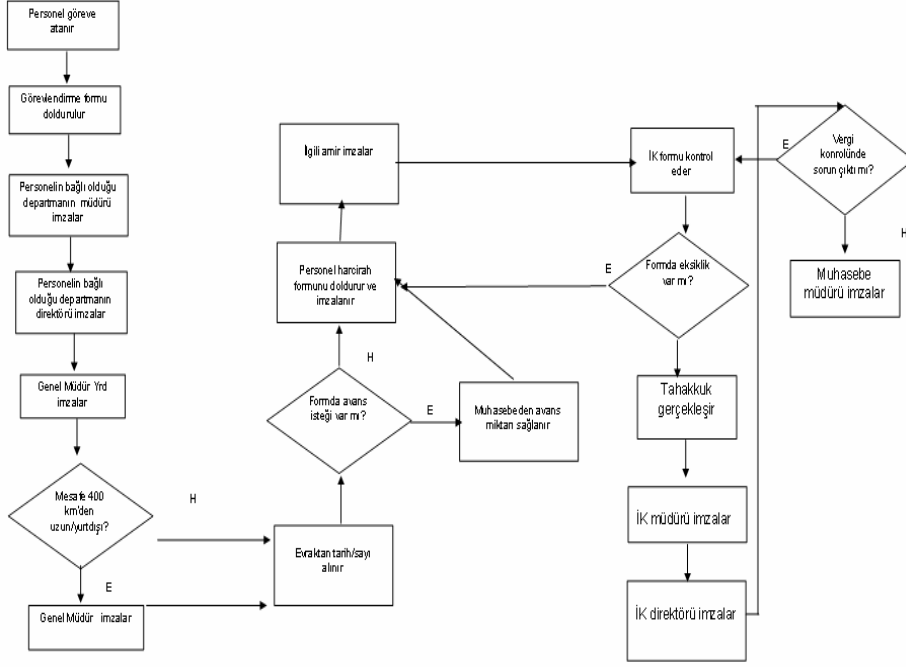


**Ek 3.** Görevlendirme-harcırah formu tamamlama süreci için önerilen benzetim modeli:

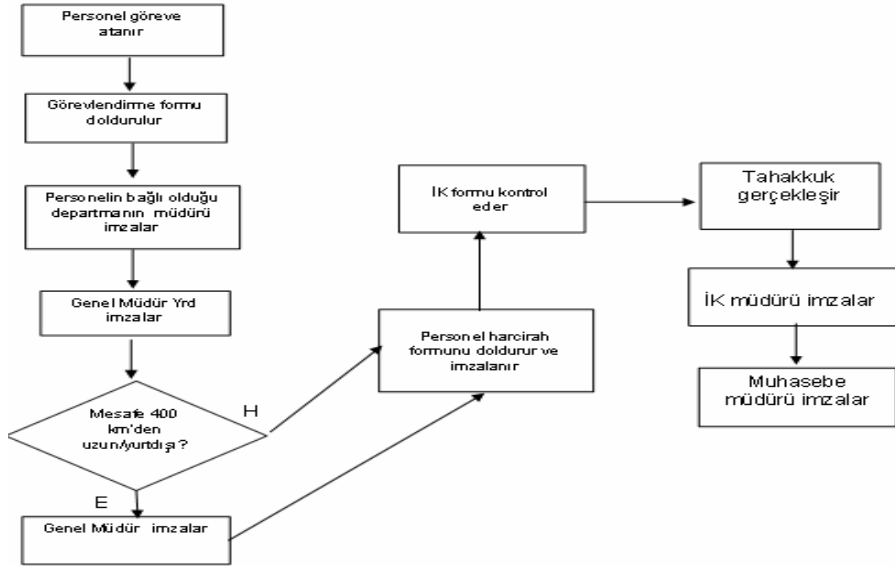




**Ek 6. Mevcut sistemin iş akış şeması:**



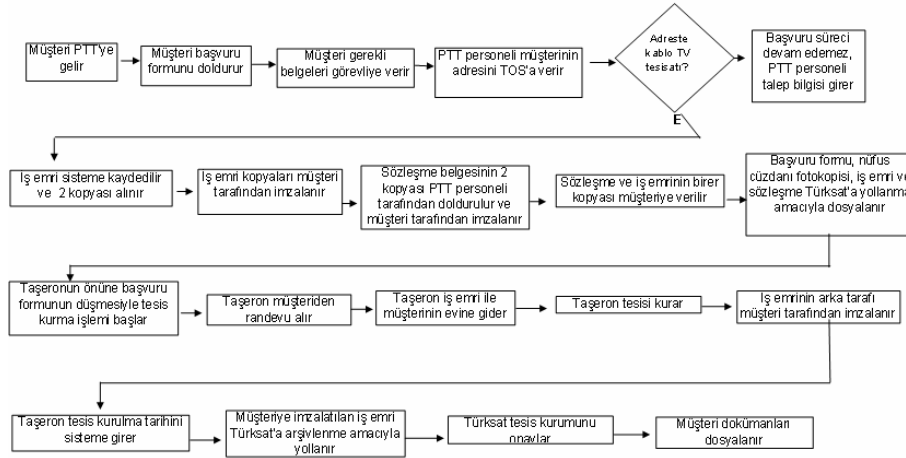
**Ek 7. Önerilen iş akış şeması:**



## Ek 8. Örnek görevlendirme-harcirah e-formları:

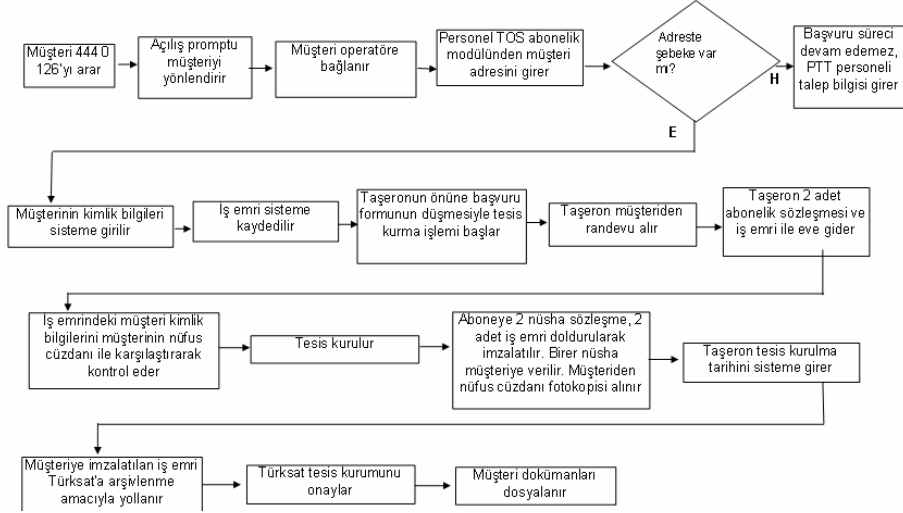
TÜRKSAT GÖREVLENDİRME VE HARCIRAH SİSTEMİ		TÜRKSAT GÖREVLENDİRME VE HARCIRAH SİSTEMİ	
<b>GÖREVLENDİRME E-FORMU</b>		<b>HARCIRAH E-FORMU</b>	
Tarih: 24/3/2007		Tarih: 24/3/2007	
Sayı: 7		Sayı: 7	
Adı: Burcin		Adı: Burcin	
Soyadı: Turkmenoglu		Soyadı: Turkmenoglu	
Sicil No: 101		Sicil No: 101	
Gideceği Yer: <input type="text"/>		Gideceği Yer: <input type="text"/>	
Avans İsteği: <input type="checkbox"/>		Avans İsteği: <input type="checkbox"/>	
Varsa Miktarı: <input type="text"/>		Varsa Miktarı: <input type="text"/>	
Uçakla Ulaşım: <input type="checkbox"/>		Uçakla Ulaşım: <input type="checkbox"/>	
Gidiş Tarihi: AA/GG/YYYY AY/GÜN/YIL		Gidiş Tarihi: <input type="text"/> AY/GÜN/YIL	
Dönüş Tarihi: <input type="text"/> AY/GÜN/YIL		Dönüş Tarihi: <input type="text"/> AY/GÜN/YIL	
<input type="button" value="Gönder"/>		<input type="button" value="Gönder"/>	

## Ek 9. PTT başvuru süreci:

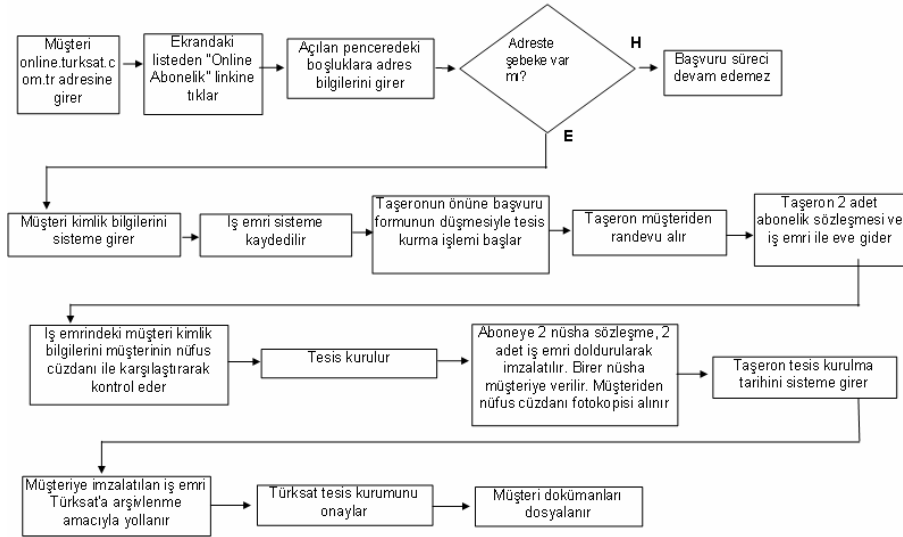


## Ek 10. Çağrı merkezi başvuru süreci:

Ek-B-2: Çağrı Merkezi üzerinden başvuru iş akış şeması



## Ek 11. İnternet üzerinden başvuru süreci :



**Ek 12. Kablo TV başvuru süreci için alternatif karşılaştırması:**

	PTT	Çağrı Merkezi	İnternet	
İşlem Maliyeti	4,46 YTL	0.32 YTL	1.29 YTL	Türksat
İşlem Süresi	3,97 minutes	2,66 minutes	3,52 minutes	
Müşteri Ulaşım Maliyeti	2.4 YTL	0.215 YTL	0.0029 YTL	
Evden Başvuru Yapılabilmesi	Yok	Var	Var	
Hizmet Kalitesi	Orta	İyi	İyi	
Bilgiye Ulaşım	İyi	Çok İyi	Çok İyi	
Güvenirlilik	Güveli	Güvenli	Riskli	
Müşteri Memnuniyeti	7	17	18	Türksat Müşteri

**Türksat**

	İşlem Maliyeti (35%)	Oran	Müşteri Memnuniyeti (65%)	Toplam Değer
PTT	1.561	0.734	4.55	4.6030
Çağrı Merkezi	0.112	0.053	11.05	11.7840
İnternet	0.4515	0.213	11.7	11.9130

**Müşteri**

	Müşteri Memnuniyeti (100%)
PTT	6
Çağrı Merkezi	17
İnternet	18

**Ek 13. Alternatif karşılaştırması için müşteri memnuniyetinin hesaplanması: (Mevcut durum)**

Kriter	Müşteri Anket yüzdesi	Önemlilik Derecesi	PTT	Çağrı Merkezi	İnternet
Evinden başvuru yapabilmemesi	%42	5	0	5	5
İşlem süresi	%38	4	2	4	3
Bekleme süresi	%33	4	1	1	4
Nazık bir şekilde hizmet verilmesi	%24	3	2	3	3
bilgiye ulaşımı	%11	2	1	2	2
güvenirlilik	%4	1	1	1	0
erişim maliyeti	%4	1	0	1	1
<b>Toplam</b>	-	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

#### Ek 14. TOS'a konulması önerilen müşteri anketi:

1. Kablo TV abonelik başvuru numaranızı girer misiniz?

2. 3. Eğer PTT ya da Çağrı Merkezinden başvuru yaptıysanız görevlinin davranışlarından memnun kaldınız mı?


- Evet  
 Hayır

3. 4. Başvuru işlemi için bekletildiyse bu sürenin gereğinden fazla uzun olduğunu düşünüyor musunuz? (Bekletilmediyse lütfen "Hayır"ı işaretleyiniz.)

- Evet  
 Hayır

4. 5. Sistemi kurmaya gelen görevliyi 1 ile 5 arasında bir puanla değerlendirir misiniz? (5: Çok iyi, 1: Çok kötü)

#### Ek 15. Performans değerlendirme sistemi; hesaplanan değerler:



Türksat Performans Takip Sistemi

KPI	Açıklama	Değer	Grafik
1	Bir müşterinin başvuru için PTT'de harcadığı zaman	3.92	Tıklayın
2	Bir müşterinin başvuru için çağrı merkezinde harcadığı zaman	2.66	Tıklayın
3	Bir müşterinin başvuru için internet sitesinde harcadığı zaman	3.52	Tıklayın
4	Bir müşterinin başvurmasından itibaren, evine taşeron firma ALFA'nın tesisi kurmasına kadar geçen süre	3	Tıklayın
5	Bir müşterinin başvurmasından itibaren, evine taşeron firma BETAN'ın tesisi kurmasına kadar geçen süre	3	Tıklayın
6	Bir müşterinin başvurmasından itibaren, evine taşeron firma TESİS'in tesisi kurmasına kadar geçen süre	3	Tıklayın
7	Taşeron firma ALFA'nın müşteri memnuniyet seviyesi	17	Tıklayın
8	Taşeron firma BETAN'ın müşteri memnuniyet seviyesi	18	Tıklayın
9	Taşeron firma TESİS'in müşteri memnuniyet seviyesi	17	Tıklayın
10	PTT'deki müşteri memnuniyet seviyesi	7	Tıklayın
11	Müşterinin çağrı merkezinden memnuniyet seviyesi	17	Tıklayın
12	Müşterinin internet yoluyla başvurudan memnuniyet seviyesi	18	Tıklayın



# **Cirosu Düşük Perakende Noktalarına Unilever Ürünlerinin Dağıtımını İçin Karma Sistem Tasarımı**

## **Unilever Türkiye**

### **Proje Ekibi**

Efe Burak Bozkaya  
Tevfik Burak Erdem  
Ersin Körpeoğlu  
Emre Nadar  
Derya Sever  
Adnan Tula

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Uğur Göksel, Unilever Türkiye  
Ankara ve Doğu Anadolu Bölge Müdürü

### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Oya Ekin Kardeşan,  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

## **ÖZET**

Unilever'in doğrudan ulaşamadığı düşük potansiyelli perakendecilere Unilever ürünlerini ulaştırmayı amaçlayan projemizde öncelikle bu noktalara hizmet vermeyi engelleyen etkenler belirlenmiştir. Sistemdeki bu etkenleri ortadan kaldırmak üzere Unilever istekleri doğrultusunda tasarlanan ve sıcak satış, telefonla satış ve depodan satış gibi bölümlere ayrılan karma dağıtım sistemi, matematiksel programlama teknikleriyle modellenmiş ve çözüm için yöntemler geliştirilmiştir. Veritabanı tasarımı ve müşteri kartı dizaynı gibi yan uygulamalarla da desteklenen projemiz Unilever yönetimi tarafından pilot uygulamaya alınmış, modelleme sonucunda önerilen noktaların büyük çoğunluğuna doğrudan ulaşılmaya başlanmıştır. Bunun yanında depodan satış işlemleri için GİMAT'ta depo kurulum çalışmalarına da başlanmıştır. Sonuç olarak Unilever'e karlı ve esnek bir dağıtım kanalı oluşturulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Doğrusal olmayan tamsayı programlama, hızlı tüketim mamulleri dağıtım sistemi, sıcak satış, benzetim çalışması.

## **1. Firma Tanıtımı**

Unilever, 1930 yılında sabun üreticisi Lever Bros. ve margarin üreticisi Unie'nin ortaklığı ile kurulmuştur. Gıda, kişisel bakım ve ev bakımı ürünlerinden oluşan çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Dünyanın yaklaşık 150 ülkesinde her gün 150 milyon tüketiciye ulaşan Unilever, 2006 yılındaki 39.6 milyar Avro cirosu ile dünyanın önde gelen şirketleri arasındadır. Faaliyet gösterdiği ülkelerde yerel köklere bağlı bir şirket olan Unilever, 1952'den beri Türkiye pazarında aktif rol oynamaktadır. Birçoğu bulunduğu pazarlarda lider konumda olan Omo, Rinso, Domestos, Yumoş, Cif, Elidor, Dove, Rexona, Lux, Axe, Signal, Sana, Becel, Knorr, Komili, Lipton, Algida ve Amaze markalarının üreticisidir.

Unilever, araştırma geliştirme faaliyetlerine her yıl ayırdığı ortalama bir milyar Avro ile tüketicilerine en iyi ve en kaliteli ürünleri sunmakta, bilimsel çalışmalara öncülük ederek piyasadaki rekabet ortamını hareketlendirmektedir. Sosyal sorumluluk çalışmalarına ayırdığı yıllık 60 milyon Avro ile yarına yatırım yapmakta ve var olduğu toplumların sosyal gelişimlerine katkıda bulunmaktadır.

## **2. Projenin Tanımı ve Analiz**

### ***2.1. Mevcut sistem analizi ve firma beklentileri***

Mevcut dağıtım sisteminde, Unilever'e sağladıkları gelirlere göre sınıflandırılan talep noktalarına farklı dağıtım yöntemleri uygulanmaktadır. Bu gelir sınıflarından en küçüğü olan BA2 sınıfı, küçük çaplı perakendecilerden oluşmaktadır ve Unilever'in en düşük öncelikli sınıfıdır. Unilever'in BA2 sınıfındaki dağıtım bölgesel dağıtıcılarla sağlanmakta, satış temsilcileri aracılığıyla sipariş alma ve bunları müşteriye ulaştırma gibi iki aşamadan oluşmaktadır.

Ayrıca, Unilever, talep potansiyellerine göre BA2 sınıfı ile benzerlik gösteren ama mevcut sistem ile ulaşılamayan noktalar tespit etmiştir. Unilever bu noktalara doğrudan bir dağıtım hizmeti vermese de, bu noktalar Unilever ürünlerini toptancılar gibi farklı dağıtım kanallarından temin edebilmektedirler. Türkiye genelinde bu nitelikteki noktaların sayısı yaklaşık 65.000 olarak tespit edilmiştir. Unilever'in amacı, bu noktalara karlılığı korumak suretiyle doğrudan ulaşmayı sağlayacak yeni bir dağıtım sistemi oluşturmak ve satış potansiyeli düşük ama sayıca fazla bu noktalardan gelir elde etmektir.

Mevcut sistemde talep noktalarına ulaşılırken oluşan maliyeti karşılamak için bir ciro limiti belirlenmiştir. Bir talep noktasının sisteme dahil edilebilmesi için en az bu limit kadar sipariş vermesi gerekmektedir. Bu noktalara mevcut sistemde ulaşılamamasının sebebi olarak iki temel bulgu tespit edilmiştir. İlk bulgu olarak, BA2 sınıfındaki perakendecilerin Unilever dağıtım sistemine gösterdikleri bağlılık düzeyindeki değişkenlik ve satın alma yöntemlerindeki

tutarsızlıklar gösterilebilir. Bunun yanında cazip fiyatlar öneren toptancıların varlığı, Unilever’i bu fiyatlarla rekabet edebilecek ücret politikaları sunmaya zorlamaktadır. Diğer bir bulgu ise malların müşteriye ulaştırılması sürecinde siparişin reddedilmesi, bazı durumlarda ulaştırılan ürünlerin satın alınmasının ertelenmesi ve sonuçta ulaşım ve işçi maliyetlerinin artmasıdır.

## **2.2. Problem tanımı**

Mevcut sistemin analizi sonucunda problemimiz, ulaşılamayan noktalara erişmeyi hedefleyen karlı bir dağıtım sistemi geliştirmek, böyle bir sisteme dahil olabilmek için yeterli ciroya sahip noktaları belirlemek ve dahil edilmesi halinde en büyük sistem karlılığını sağlamak olarak tanımlanabilir. Zaman kısıtı nedeniyle pilot bölge olarak Ankara Bölgesi seçilmiştir. Bu bölgedeki ulaşılamayan perakendeci sayısı yaklaşık 4500’dür.

Bu proje birtakım kısıtlar içermektedir. Öncelikle, ulaşılamayan noktalardaki müşterilerin satış potansiyelleri düşük olduğu için bu noktalardan beklenen ciro bir şekilde sınırlıdır ve bu noktaları, önerilecek dağıtım sistemine karlı bir şekilde dahil etmek için maliyeti düşürerek kazancı arttıracak bir dağıtım yöntemi geliştirilmelidir. Önerdiğimiz sistem için diğer bir kısıt ise perakendecilerin tek seferde alabilecekleri ürün miktarlarının sınırlı olmasıdır. Bunun dışında belli bir müşteri grubu için dağıtım sisteminde ürün stoğunun takip edilebilmesi için satış temsilcisinin varlığı gerekmektedir.

Problem tanımı ve kısıtlamaları dahilinde, karlılığı koruyan bir dağıtım sistemi için, en az maliyetli bir depo konumunun belirlenmesi ve bu depodan dağıtılacak malların en az dağıtım maliyetiyle belirlenen noktalara aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle, literatür taramasında depo konumlama ve taşıt güzergâhı ataması modelleri incelenmiştir. Ancak, verilen perakende noktalarının tam konumlarının bilinmemesi ve Unilever’in rotalama işlemini kendi yazılımıyla (LOGO) gerçekleştirmek istemesi sebebiyle bu modellerin kullanılması uygun görülmemiştir. Bunun yanında, Fischer ve Jaikumar (1980)’in “Önce Kümele Sonra Güzergâh Ata” algoritması modelimizin kurulumu esnasında fikir kaynağı olarak kullanılmıştır.

## **3. Önerilen Yöntem ve Uygulaması**

### **3.1. Genel yaklaşım**

Unilever’in tüm ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir sistem tasarlamak amacıyla ilk adım olarak perakendecilerle irtibata geçerek onların bakış açısını inceledik. Bunun için önde gelen bazı firmaların dağıtım sistemlerini ve bu sistemler hakkında müşterilerin görüşlerini öğrenmek amacıyla ufak çaplı bir anket çalışması yaptık. Bu çalışma esnasında Ülker, Eti, Philip-Morris gibi firmaların sıcak satış yaptığını öğrenmemiz, sıcak satışın uygulanabilirliğine olan inancımızı artırdı ve

bu satış sistemini değerlendirmemizi sağladı. Sıcak satış sistemi (raporda kısaca SSS olarak adlandırılacaktır), bir firmanın daha önceden sipariş almaksızın ve talep tahminine dayalı bir şekilde müşteriye ulaşması ve ürün teslimini satış anında yapmasıdır. Unilever'in siparişe dayalı sistemini incelediğimizde, veritabanında kayıtlı perakendecilere ulaşmak için satış temsilcileri kullanıldığını, siparişlerin bu ziyaretler esnasında toplandığını ve ardından alınan siparişlerin teslimi için bu noktalara tekrar gidildiğini gördük. Bu gözlemlerin ışığında SSS'nin uygulanmasıyla nakliye ve işçi maliyetlerinin azalacağını düşündük. SSS'nin uygulanmasını makul kılacak bir diğer nokta ise mevcut sistemdeki müşterinin malı teslim alamadığı zaman malı geri gönderip, Unilever'e ek maliyet oluşturmasını engellemesiydi. SSS verimli tahmin ve envanter yönetimiyle desteklenirse, bu sistemin Unilever'in mevcut sisteminde karşılaştığı maliyetleri düşürmekte etkili olacağını öngördük.

Anketimiz sonucunda ürünlerin teslimatı için başka seçeneklerin de uygulanabilir olduğunu gözlemledik. Örneğin, Efes Pilsen gibi bazı firmaların telefonla sipariş alarak teslimat yaptıklarını öğrendik. Satış temsilcilerini elemenin işgücü maliyetlerini ciddi şekilde düşüreceğini ve bunun sonucunda telefona dayalı bir sistemde oluşacak toplam maliyetin mevcut sisteminin üstüne çıkamayacağını göz önünde bulundurarak, telefonla sipariş sistemini (raporda kısaca TSS olarak adlandırılacaktır) de bir alternatif olarak düşünmeye karar verdik.

Yapmış olduğumuz anket, aynı zamanda bazı müşterilerin Unilever ürünlerini devamlı olarak Yenimahalle'deki toptan satış merkezi GİMAT'tan aldıklarını ortaya çıkardı. Bunun sebebi GİMAT'ta Unilever ürünlerinin dışındaki diğer markaların da satılması ve bazı durumlarda Unilever ürünlerinin fiyatlarının GİMAT'ta daha hesaplı olabilmesiydi. Bu veri ışığında depolamada kullanılan merkezin aynı zamanda satış için de kullanılabilmesi fikri ortaya çıktı.

Son olarak, Unilever'e kurulacak sistemde müşteriyle olan temasın firma öncelikleri açısından önemini sorduk. Unilever'in bu konudaki yaklaşımı, o noktaya ulaşmadaki karlılık garantilendiği sürece müşteriye mümkün olduğunca fazla hizmet götürülmesi ve müşteriyle temasın mümkün olduğunca çoğaltılması yönündeydi.

Tüm bilgiler ışığında farklı müşterilerin Unilever'e sağladıkları ciroya göre gruplandırıldığı ve yukarıda vurguladığımız üç dağıtım yönteminden uygun olanla hizmet alacağı bir karma sistem kurmaya karar verdik (Ek 1). Sistem oluşumuna ilk olarak dağıtım ve depolamanın yürütüleceği depo planlamasıyla başladık. Bu depoların yer seçimini, tesis yer seçimi problemi çözerek belirlemek mümkün olsa da Unilever'in bu konudaki isteğini ve müşterilerin diğer ürünleri almak için zaten GİMAT'a gidiyor olmasını göz önünde bulundurarak deponun GİMAT'a kurulmasına karar verdik. Bu deponun, hem

ürünlerin depolanabileceği, hem de müşterilerin ziyaret edip Unilever ürünlerini alabilecekleri bir merkez olarak kullanılmasını planladık.

### **3.2. Modelleme süreci**

#### **3.2.1. Sıcak satış sisteminin modellenmesi**

SSS ile hizmet verilecek noktaları belirleyen ve perakendecilere göre kamyonları en iyi şekilde tahsis eden modelimiz Ek 2'de görülmektedir.

Modelin hedefi, ilk önerilen SSS'ye dahil edilecek noktalardan kaynaklanan cironun enbüyültülmesidir. Burada model amacı kar enbüyültülmesi olarak belirlenmemiştir. Bunun nedeni ileride sistemin bazı noktalardan zarar eder hale gelmemesi için her noktanın belirli bir ciro alt limitini aşması kısıtıyla ve cironun enbüyültülmesiyle sağlanacak olmasıdır. Bu konunun netlik kazanması için ufak bir örnek üstünden geçelim. GİMAT Deposu'na çok uzak mesafelerde ve aynı komşuluk içindeki yegâne 3 perakendeci A,B ve C'yi ele alalım. A'nın cirosu bu gruba ait ciro limitinin iki katından fazla, B ve C'ninki ciro limitinin yarısı kadar olsun. Eğer kar enbüyültülmesi amacı güdülse, A perakendecisi yanında B ve C de sisteme dahil edilecektir. Model çözümünün her durumda tekrar edilemeyeceği göz önünde bulundurulduğunda ilerleyen zamanlarda noktaları eklemeye ya da çıkartmaya yarayan sabit bir ciro limitine ihtiyaç olacaktır. Bu durumda iki olası senaryo mevcuttur. Birinci senaryo, B ve C'nin sabit limitin altında kalarak sistemin dışına itilmesi ve bu sebeple modelin etkisizleşmesidir. İkinci senaryo ise B ve C'nin sistem dışına itilmemesi ama ileride A'nın cirosunda bir düşüş olması durumunda A'nın cirosu düştüğü için SSS'den çıkartılması, fakat B ve C'nin sistemde kalmasıdır. Bu da B ve C'den zarar edilmesine sebep olacaktır. Bu nedenle sisteme başlangıçta dahil edilecek tüm noktaların belirli bir ciro limitini sağlıyor olması ve toplam ciroyu enbüyültme fikri öne çıkmaktadır.

Modeli kısıtlayan unsurlar, araç kapasitesi, bir aracın bir gün içerisinde gideceği noktaların aynı komşulukta (belirli bir yakınlıkta) olması, bir noktanın sisteme dahil edilebilmesi için yalnız bir araç tarafından hizmet görmesi ve son olarak sisteme dahil edilecek noktaların kendine özel ciro limitini sağlamasıdır. Model, bir noktanın SSS'ye dahil edilip edilmeyeceğini, edilirse ona hangi araçla hizmet verileceğini belirlemektedir. Bunun yanında bir aracın bir gün içerisinde hangi perakendecilere gideceğini ve toplamda kaç araca ihtiyaç olacağını model sonucunda öğrenmek mümkündür.

Herhangi bir müşterinin alacağı ürün miktarları tam olarak bilinmediğinden, başlangıç talep miktarlarını tahmin etmeye gerek duyulmuştur. Bunun için de 48 haftalık BA2 satış verileri toplanarak istatistiksel analiz yapılmıştır. Projemizde talep miktarları rassal olarak

kabul edilmediğinden envanter modeli olarak Ekonomik Sipariş Miktarı modelinin uygun olduğu düşünülmüştür. Uygulanacak yöntemde haftada iki kez üç günlük sipariş verilmesine (Pazar günü tatil olduğu varsayımıyla) karar verilmiştir. Ayrıca depoda bir günlük güvenlik stoğu tutulması öngörülmüştür. Envanter tutma masrafları ve sevkiyat masrafları toplamı sistemdeki yeni nokta sayısına bölünerek nokta başına düşen ortalama sabit maliyet değeri hesaplanmıştır. Bu değer, modeldeki ciro kısıtında girdi olarak kullanılmıştır.

### **3.2.2. Sıcak satışla ulaşılabilecek perakendecilerin belirlenmesi**

Daha önce de belirttiğimiz gibi Ankara Bölgesi'nde karma sisteme dahil edilip edilmeyeceği belirlenecek olan yaklaşık 4500 adet perakendeci bulunmaktadır. Yukarıda ayrıntılı olarak verilen modelle 4500 nokta içeren büyük bir problemi çözemeyeceğimizi göz önünde bulundurarak, modele katılacak nokta sayısının düşürülmesi gerektiğine karar verdik. Bu sayının düşürülmesi ve çözüme ulaşılması için dört aşamadan oluşan bir algoritma tasarladık. Bu aşamalar ve içerikleri şu şekilde özetlenebilir:

- a. *İlk Eleme:* Eleme Kodu ile noktalar arasından olabilecek en küçük limiti sağlamayanlar elenir. Bu eleme için bir GAMS kodu kullanılır.
- b. *İkincil Eleme:* Nokta sayısı günlük hizmet limiti 36'dan fazla olan mahalleler, ikincil eleme algoritması uygulanarak küçültülür. İkincil eleminin yaptığı bir diğer işlem ise tüm mahallelerdeki nokta sayısının (en büyük ortak bölen) 3'e bölünerek modelin daraltılmasıdır. Böylece, modeldeki bir nokta gerçekte 3 perakendeciye temsil etmektedir. Bir aracın bir günde hizmet verebileceği en fazla nokta sayısı 36'dan 12'ye düşmüştür.
- c. *Dizinleme:* Kalan mahalleler yeniden dizinlenir ve içerdiği perakendeci sayılarına göre genişletilerek son modele verilmeye hazır hale getirilir.
- d. *Buluşsal Algoritma:* İlk ve ikincil elemelere rağmen nokta sayısı asıl modelle çözülebilecek kadar küçülmediği için buluşsal bir algoritma üretilmiş ve bu algoritma kullanılarak SSS'ye dahil edilen noktalar belirlenmiştir. Algoritmanın iki ana çıkış noktası vardır:
  1. Birinci model doğrusal olmayan tamsayı programlama gerektirmektedir ve bu durum ciro sınır kısıtındaki nokta başına düşen araç maliyeti ile ilgili bir ifadeden kaynaklanmaktadır. Bu ifadenin amacı bir araç maliyetinin hizmet verdiği noktalara bölüştürülmesidir. Bu nedenle eğer bir aracın gittiği nokta sayısı sabitlenirse problem, daha kolay olan tamsayı programlama ile çözülebilecek hale gelir.
  2. Bir kamyonun bir günde gidebileceği en fazla nokta sayısı (L) daima tamsayıdır ve bu sayı kırk-elli gibi bir sayının üstüne

çıkamaz (servis süresi kısıtından dolayı). Ayrıca L değeri ikincil elemelerde EBOB ile model küçültülürken 36/EBOB yani 12'ye dönüşür. Yani bir aracın gidebileceği nokta sayısı için mümkün olan 13 tane değer vardır (0'dan 12'ye).

Bu çıkış noktaları doğrultusunda hazırlanan algoritma Ek 3'tedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, matematiksel model sistemin ilk kurulum aşamasında kullanılmış, sistemin daha sonra kolay işleyebilmesi için sabit bir SSS ciro limiti kullanılması kararlaştırılmıştır. Sabit ciro limiti belirlenirken bir noktaya ulaşmanın maliyeti, günlük maliyetin aracın günlük gittiği nokta sayısına bölünmesiyle hesaplanmış ve bu maliyet %5'lik bir asgari komisyon oranına (dağıtım maliyeti / ciro) bölünmüştür. Burada tasarlanan sistemin asgari komisyon oranı olan %6,3 kullanılmamış, onun yerine %5'lik sabit bir komisyon oranı kullanılmıştır. Amaç, SSS'de hesaplama dışında kalan envanter, kayıp satış gibi birtakım maliyet kalemlerinin olması nedeniyle bir tampon maliyet oluşturmaktır. Bu şekilde 50.64 YTL'lik bir ciro limiti elde edilmiş bu da uygulama kolaylığı açısından 50 YTL'ye yuvarlanmıştır. Modelden çıkan bütün noktalar zaten bu değeri sağlamaktadır ve yeni eklenecek noktalar bu değer göz önünde bulundurularak sisteme dahil edilecektir.

### **3.2.3. Telefonla sipariş ve depo sistemlerine dahil edilecek noktaların belirlenmesi**

Önerilen karma sistemde, ciro seviyeleri SSS'ye dahil edilemeyecek kadar düşük olan satış noktalarından cirosu ikinci bir alt seviyenin üstünde olanlara, ürünlerin TSS ile ulaştırılmasına karar verilmiştir. Bu noktada telefonla sipariş için gerekli en düşük sipariş miktarı şu şekilde hesaplanmıştır:

1. Bu sistemde yer alacak bir noktanın tüm sisteme ortalama ne kadar maliyet getireceği bulunur. Bunun için aylık kamyon ve aylık kamyon şoförü maliyetleri toplanıp önce 30 güne bölünür. Böylece ortalama günlük kamyon ve şoför maliyeti bulunur. Bu sayı günlük ulaşım maliyeti ile toplanıp bir kamyonun bir günde gidebileceği nokta sayısına bölünür. Dağıtım maliyeti 1,91 YTL/birim olarak hesaplanır.
2. Başlangıç değeri olarak, asgari komisyon oranı %5 alınır. Burada hesaplanan ciro değeri bir siparişin kabul edilmesi için gerekli alt seviyeyi verir.
3. 2'de bulunan ciro seviyesi kullanılarak hangi noktaların telefonla sipariş verebileceği bulunur. Bulunan nokta sayısı tek bir kamyonun iki haftada gidebileceği nokta sayısından ( $12 \times 40 = 480$ ) azdır. Bu nedenle, asgari komisyon oranı %6,3'e çekilerek tek bir kamyonun bu sistem için yeterli olacağı uygun bir ciro seviyesi bulunmuş olur. TSS Alt Ciro Seviyesi = 30 YTL'dir.

Bir seferde en az 30 YTL'lik sipariş veremeyecek müşteriler müşteri hizmet kartları olmak koşuluyla, Unilever Deposu'ndan ürün alma hakkına sahiptirler.

### **3.3. Model çıktıları**

Modelin çalıştırılması sonucu SSS'ye 1215 perakendecinin dahil edileceği öngörülmüştür. Toplam 304 mahalleden 58'ine SSS ile hizmet verilmesi kararlaştırılmıştır. Bunun yanında, üç araca ve satış temsilcisine ihtiyaç olacağı öngörülmüştür. SSS'den elde edilecek toplam yıllık ciro 1,933,684.09 YTL'dir. TSS hesaplamaları sonucunda iki haftalık toplam 480 noktaya hizmet verileceği öngörülmüştür. Bu sistem için bir araç ve araç şoförü gerekmektedir. Ayrıca telefonlara bakması amacıyla bir telefon operatörüne ihtiyaç vardır. Bunun yanında hem yükleme, hem depo işleriyle uğraşması amacıyla üç eleman çalıştırılacaktır.

### **3.4. Benzetim çalışmasının sonuçları**

Önerilen karma sistemin, gerçek hayata uygunluğunu kontrol etmek, uygulama sırasında olası satış kayıplarının ve envanterin maliyet analizlerini yapmak ve farklı parametre değerlerinin sistem üzerindeki etkilerini araştırmak için bir benzetim çalışması yapılmıştır. SSS'de kullanılan araç ve personellerin, TSS'de kullanılan araç ve personelden bağımsız çalışacağı göz önünde bulundurulmuş, her iki sistem için farklı benzetim modelleri geliştirilmiştir.

#### **3.4.1. Telefonla sipariş sistemi benzetim çalışması**

Perakendecilerin depoyu telefonla arama sürelerinin rassal olması halinde, TSS'deki maliyet yapısını incelemek ve bu sistemde yer alan bir telefon operatörü ve bir araçtan faydalanma oranlarını hesaplamak amacıyla benzetim modeli geliştirilmiştir. Bu modelde, telefon meşgulken yaşanabilecek olası sipariş kayıpları ve telefondan alınan siparişlerin aracın üç gün içinde taşıyabileceği miktardan fazla olması halinde yaşanacak kayıp satışlar dikkate alınmıştır. Üssel dağılım gösterdiğini varsaydığımız telefonla aranma süresinin farklı ortalama değerleri için benzetim modeli 312 gün (toplam yıllık çalışma zamanı) süreyle çalıştırılmış ve her bir ortalama değer için maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek 4). Araç doluluk oranının fazla olduğu ortalama arama zaman aralıkları (5 ve 10 dak.) için araç sayısı artırmanın sisteme getireceği kazanç araştırılmış, ortalama değer 5 ve daha az olduğu durumlarda ikinci araç alımının toplam kayıp satışı sıfırlayacağı ve sisteme getireceği ek maliyet / ek ciro oranının önceden hesaplanmış olduğumuz asgari komisyon oranından küçük olacağı görülmüştür. Sonuç olarak bu durumda ikinci bir aracın alımı önerilmektedir. Bu durum daha büyük ortalama değerler için geçerli değildir. Son olarak benzetim çalışmasında telefon operatörünün yoğunluğu ölçülmüş ve sık aramalarda dahi bir operatörün yeterli olacağı görülmüştür.



### **3.4.2. Sıcak satış sistemi benzetim çalışması**

Modelleme sürecinde, perakendecilerin sipariş miktarları sabit kabul edilmiş ve araçların takip edeceği rotaların şirket tarafından belirleneceği göz önünde tutularak modelde yaklaşık bir rotalama mesafesi kullanılmıştır. Bu verilerin SSS'nin işleyişine etkisini araştırmak ve bunu maliyet açısından analiz etmek için sabit parametreler yerine rassal değerler tercih edilerek benzetim modeli oluşturulmuştur. Gerçek hayatta sipariş miktarları perakendecilere ve zamana göre farklılık göstereceğinden, benzetim modelinde normal dağılım gösteren rassal sipariş miktarları kullanılmaktadır. Nokta başına düşen iki haftalık tahmin verilerinin ortalamalarının özekselsel limit teoreminin uygulamasına yetecek çoklukta olması, bu dağılımın kullanılmasını haklı çıkarmaktadır. Bunun yanı sıra, herhangi bir aracın herhangi bir günde takip edeceği rotalama mesafesinin tam olarak bilinmeyeceği, farklı mahalleler için bu mesafelerin değişiklik göstereceği hesaba katılarak, belli bir büyüklükteki bölge için noktalar arası mesafelerin ve aracın hızının birbiriçimli bir dağılımdan alınması ve birbirine oranlanmasıyla ulaşımda harcanan süre hesaplanmıştır. Bu süre, farklı büyüklükteki bölgelere hizmet veren araçlar için, perakendeciler arası uzaklık katsayısı ile çarpılmıştır. Böylece, geniş bir alana hizmet veren bir aracın ulaşımda harcayacağı süre, daha büyük bir büyüklük katsayısı ile çarpılarak gerçek hayata uygun hale getirilmiştir. Bu model, bir araç için 312 gün süreyle çalıştırılarak toplam yıllık ciro, kayıp satış ve envanter bilgileri kaydedilmiştir (Ek 4). Benzetim çalışması sonucunda, rassal talep ve mesafe değerlerinin kazanılan ciroyu büyük oranda etkilemediği, kayıp satışın ciroya göre oranının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar, matematiksel modelde kullanılan sabit talep ve uzaklık varsayımının geçerliliğini destekler niteliktedir.

## **4. Uygulama Planı**

### **4.1. Önerilen sistemin işleyişi**

#### **4.1.1. Sıcak satış sistemi**

SSS iki haftalık devirler halinde işlemektedir. Her periyotta bu sisteme dahil noktalar sadece bir defa ziyaret edilecektir. Bu sistemde en fazla 36 noktadan oluşan her bir perakendeci grubuna bir gün ve bir araç atanacak, bu araç bu grup içindeki bir perakendeciye hep aynı gün ve yaklaşık aynı saatte ziyaret edecektir. Araçta yalnızca bir satış temsilcisi bulunacak; bu satış temsilcisi, promosyonlardan bahsettikten ve rafta bulunabilirlik kontrolünü yaptıktan sonra sipariş alacak ve siparişi anında teslim edecektir. Eğer sipariş edilen ürün o an araçta yoksa satış kaybı söz konusu olacak, fakat satış temsilcisi daha sonraki talep tahminleri için bu satış kaybını bildirecektir.

#### **4.1.2. Telefonla sipariş sistemi**

TSS’de periyodik bir uygulama bulunmamaktadır. Burada 30 YTL üzerinde verilen siparişler kaydedilecektir (siparişlerin saklanması Veritabanı Tasarımı Bölümü’nde anlatılmaktadır). Öncelikle, kaydedilen siparişler kronolojik olarak sıralanacak ve 40’lık gruplar oluşturulacaktır. Bu gruplama işlemi en çok üç gün içinde yapılacak ve eğer üç gün içerisinde 40 rakamına ulaşamadıysa geri kalan noktalar için 40’tan küçük bir grup oluşturulacaktır. Oluşturulan grubun rotalaması yapılacak ve bir gün içerisinde bütün noktaların siparişleri dağıtılacaktır. Üç günlük devir için toplam 120 siparişe ulaşıldıysa bundan sonra gelen siparişler kabul edilmeyecek ama sistem genişletme hesaplamaları için kaydedilecektir.

#### **4.1.3. Depoda yapılan işlemler**

Depoda bütün sistem için gerekli ürünlerin siparişi, teslim alınması, raflara ve araçlara yerleştirilmesi iki eleman tarafından yapılacaktır. Bir eleman kasada duracak ve tahmin yenileme işlemlerini yürütecektir. Telefon operatörü telefon siparişlerini alacak ve veritabanına satış bilgilerini girecektir. Depoya gelen perakendeci, alışverişini yaptıktan sonra UniCard Müşteri Kartını okutacak ve çeşitli promosyon ve indirimlerden faydalanacaktır. Bu sayede hem depodan alım teşvik edilecek, hem de müşteri bilgileri tutularak ilerideki promosyonlar için veri oluşturulacaktır.

#### **4.2. Veritabanı tasarımı**

Karma dağıtım sistemindeki müşteri izlenebilirliğini artırmak, olası promosyonlardaki verimliliği artırmak, sipariş alımında operatöre kolaylık sağlamak, talep tahmini için veri kaynağı oluşturmak amacıyla Microsoft Access’te uygulanabilecek bir veritabanı tasarlanmıştır.

Bu veritabanında, müşteriye özel kullanıcı kimlik numarası, her müşterinin sipariş alma kategorisi (SSS, TSS veya depo), adresi, telefon numarası, sipariş tarihleri, miktarları, sipariş edilen ürün, aylık birikmiş sipariş miktarları ve sipariş şekli bulunacaktır.

#### **4.3. Müşteri hizmet kartı uygulaması**

Veritabanını desteklemek ve sıcak satış, telefonla sipariş ve depo sistemlerinin işleyebilirliğini arttırmak için “UniCard” isimli bir müşteri kartı tasarlanmıştır. Bu kartta, her müşterinin veritabanında da kullanılan kullanıcı numarası bulunmaktadır. Bu kartla müşteri izlenebilirliği sağlanacaktır ve sipariş alımları hızlanacaktır.

#### **4.4. İlk sipariş miktarları**

İlk sipariş miktarlarını belirlemek için SSS’de yer alan 1215 noktanın üç günlük talebi kadar ürün siparişi verilmelidir. Bunlar sadece genel talebi yüksek olan seçilmiş SKU’larla sınırlı tutulacaktır. Uygulamanın ilk zamanlarında TSS’nin ve deponun tam verimlilikle çalışmayacağı dikkate alınarak, bu sistemler için her bir ürün

çeşidinden bir koli sipariş verilecektir. Bunun nedeni, rafta bulunabilirliği sağlayan ve dağıtıcıdan sipariş edilebilen en küçük miktarın bir koli olmasıdır. Ayrıca, bir stok tükenmesi durumunda, dağıtıcıdan bir gün içinde mal çekimi yapılabileceği için minimum miktarda sipariş verilmesinin riski düşüreceği öngörülmüştür.

#### **4.5. Maliyet analizi**

Sistemin öngörülen ciroları ve maliyetleri EK 5'te görülmektedir. Asgari komisyon oranı (toplam maliyet / toplam ciro) X 100 formülü ile bulunmuştur. Unilever proje başarısını bu oranla ölçmektedir. Bu yüzden, burada karlılık ya da yatırımın geri dönüşü analizi yapılmamıştır. Asgari komisyon oranı olarak hesaplanan %6,3, Unilever ölçütlerine göre başarılı bir değerdir. Sistemin oturmasıyla birlikte ciroların yükseleceği de göz önünde bulundurularak bu limitin daha da düşeceği tahmin edilmektedir.

#### **4.6. Uygulama adımları**

Uygulama esnasında izlenecek adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Gimat'ta depo kurulması, gerekli eleman alımı
2. Gerekli olan araçların kiralanması/alınması
3. Müşterilerin kaydının yapılması ve sistem hakkında bilgilendirilmesi
4. Müşteri kartlarının basılması ve dağıtılması
5. Veritabanı için gerekli sistemlerin edinilmesi, veri yüklenmesi
6. İlk siparişin belirlenmiş oranlarda verilmesi
7. Unilever'in karma sistemimizce belirlenmiş olan nokta ve miktarlara göre rotalama yapması
8. Sistemin genişleme ve daralma prosedürlerinin belirlenmesi (sistemden sisteme transfer için yöntem belirlenmesi)

Sistemin çok geniş çaplı olması ve büyük bir yatırım gerektirmesi nedeniyle uygulamanın adım adım yapılmasına karar verilmiştir. Bu uygulama Unilever'in çalışmakta olduğu GT1 kodlu bir toptancı yoluyla gerçekleştirilecektir. Şu ana kadar yukarıda sayılan işlemlerden şunlar gerçekleştirilmiştir:

1. Gimat'ta GT1'in deposu satış yapılabilecek şekilde düzenlenmiştir.
2. Sistem için GT1'in bir adet çalışanına ek olarak iki adet eleman alımı yapılmıştır. Üç adet satış temsilcisi alımı gerçekleştirilmiştir.
3. Gerekli araçların GT1 tarafından atanması sağlanmıştır. Uygulama için önerilen 1215 müşterinin ilk etapta 1182'sine gidilmesine karar verilmiş, bu müşteriler için güzergâh atama işlemi tamamlanmış ve müşterilere hizmet vermeye başlanmıştır.
4. Gidilecek noktalar için, öncelikli SKU'lar baz alınarak özel promosyon ve ürün kataloğu hazırlanmıştır.

Uygulamanın ilk aşamalarında telefonla sipariş, kart aracılığıyla yapılamayacaktır. Bunun nedeni, sistemin kuruluş aşamasında UniCard

gibi ciddi bir taahhüdün verilmek istenmemesidir. Veri tabanı ve kart sistemi kullanımı sistem oturduktan sonra başlayacaktır.

### **5. Genel Değerlendirme**

Projemizde, Unilever'in şu anki dağıtım sisteminde ulaşamadığı cirosu düşük perakendecilere ulaşabilmesi için ciro seviyelerinin göz önünde bulundurulduğu karma bir dağıtım sistemi önerilmiştir. Bu karma sistemde sıcak satışla ulaşılacak noktaları belirlemek için doğrusal olmayan tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Nokta sayısının büyüklüğü nedeniyle modele girilecek nokta sayısı iki farklı eleme algoritmasıyla azaltılmış, buna rağmen model çözülemediği için, buluşsal algoritma geliştirilmiştir. Sonuç olarak, Ankara'nın 58 mahallesindeki 1215 perakendeciye satış temsilcisi aracılığıyla ulaşılması kararlaştırılmış; bu noktalardan 1182'sine ulaşılmaya başlanmıştır. Bunun yanında TSS'de 30 YTL'lik sipariş alt limiti belirlenmiş, fakat sistem tam oturmadığı için henüz telefonla siparişe başlanmamıştır. Depo, gerekli düzenlemeler yapılarak satışa hazır hale getirilmektedir ve yakın zamanda satışa açılacaktır.

Önerilen sistemdeki ulaşım, işgücü, envanter ve depo maliyetleri, bu sistemden gelecek toplam ciroya bölüldüğünde Unilever'in proje başarı ölçütü olan asgari komisyon oranını %6,3 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ışığında projemizin daha önceden bahsedilmiş faydaları yanında şunları da sağladığı söylenebilir:

- Projemiz Hızlı Tüketim Mamulleri Sektörü'nde çok büyük önem taşıyan perakendeci haritasını örtmeyi, yani potansiyel müşterilerin çoğunluğuna ulaşmayı başarmaktadır.
- Daha önce toplam cironun %5'ini oluşturmasına rağmen toplam maliyetin %30'unu oluşturan bu düşük cirolu müşterilere %6,3 gibi düşük bir komisyon oranıyla hizmet vermeyi mümkün kılmıştır.
- Sistem yapısı, başka firmalarla anlaşarak bu firmaların da mamullerinin satılabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu tarz bir anlaşmanın yapılması halinde, toplam ciro büyük ölçüde artarken, maliyetlerde belirgin bir artış gözlenmeyecektir. Böylece asgari komisyon oranı daha da düşürülebilecektir.

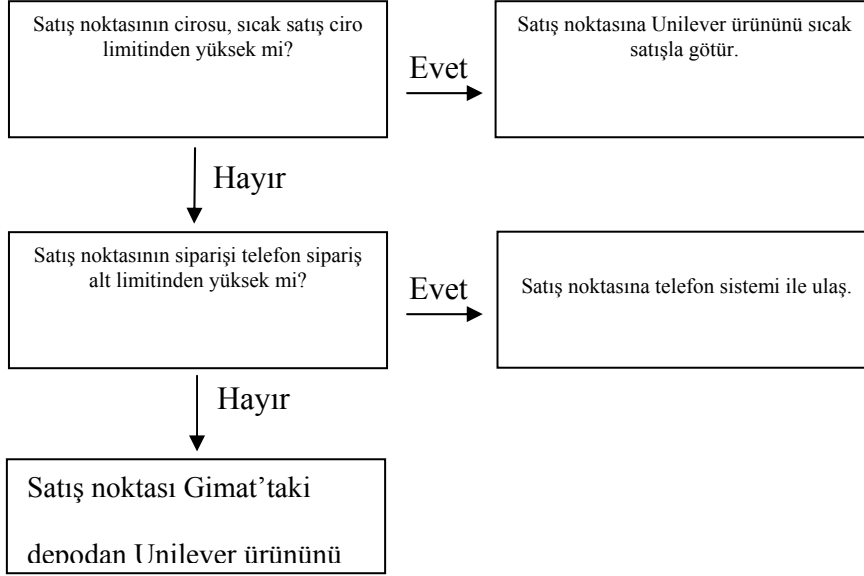
Perakendecilerin mal alım süreçlerinde yaşanan yüksek rekabet ve yine dükkân sahiplerinin bu süreçlerde ortaya koyduğu farklı tedarik yöntemleri göz önüne alındığında, önerilen karma sistem, Unilever'in mevcut sistemle ulaşamadığı satış potansiyeli düşük ama sayıca fazla noktalara düşük maliyetle gidilebilmesini sağlarken; aynı zamanda müşteri memnuniyetinin ve müşteriyle temasın üst düzeyde tutulmasını sağlayacaktır. Ulaşılamayan talep noktalarının karma sistemle dağıtım sistemine dahil edilmesi, Unilever'in ülke genelinde daha karlı ve daha verimli bir dağıtım sistemine sahip olmasını sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Baita, F.; Daganzo C. ve Ukovich, V. (1999), "The design of a new freight distribution system in Venice", University of Trieste, Italy.
- Clarke, G. ve J.R. Wright. (1964), "Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points", *Operations Research*, 12, 568-581.
- Cordeau, J.F.; Gendreau, M.; Laporte, G.; Potvin, J.Y. ve Semet, F. (2002), "A guide to vehicle routing heuristics", *Journal of Operational Research Society*, 53, 512-522.
- Ghiani, G.; Laporte, G. ve Musmanno, R. (2003), *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*, Wiley, England.
- Gillett, B.E. ve Miller, L.R. (1974), "A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem", *Operations Research*, 22, 340-349.
- Fisher, M.L. ve Jaikumar, R. (1981), "A generalized assignment heuristic for vehicle routing", *Networks*, 11, 109-124.
- Kim, J.G.; Sun, D.W.; He, X.J. ve Hayya, J.C. (2004), "The (s,Q) inventory model with Erlang lead time and deterministic demand", *Naval Research Logistics*, 51 (6), 906-923.
- Nahmias, S. (2005), "Production and Operations Analysis", Irwin, Illinois.
- Özyurt, P. ve Aksen, D. (2006), "Solving multi-depot location routing problem with lagrangean relaxation", *ICS 2007 Conference Volume*, Springer Verlag.
- Porteus, E.L. (1985), "Numerical comparisons of inventory policies for periodic review systems", *Operations Research*, 33, 134-152.
- Yano, C.A. ve Lee, H.L. (1995), "Lot sizing with random yields: A review", *Operations Research*, 43, 311-334.

## EKLER

### Ek 1. Önerilen karma sistemin şematik gösterimi



### Ek 2. Model gösterimi

Parametreler :

$S$  = ciro limitleri için emniyet faktörü ( $S = 1 + MARR + \text{tampon maliyet yüzdesi}$ )

$L$  = bir aracın bir günde ziyaret edebileceği maksimum perakendeci sayısı

$C_f$  = perakendeci başına düşen sabit maliyet (envanter ve tedarik masraflarını içerir)

$C_v$  = iki haftalık toplam araç ve satış temsilcisi masrafı

$N$  = perakendeci sayısı

$M$  = büyük  $M$  değeri

$R_i$  =  $i$ 'ninci perakendecinin cirosu  $\forall i = 1, 2, \dots, N$

$V$  = başlangıç araç x sefer sayısı,  $\lceil N/L \rceil$  formülü ile hesaplanır

$C_t$  = kilometre başına düşen yakıt masrafı

$d_i$  =  $i$ 'ninci perakendecinin depoya uzaklığı  $\forall i = 1, 2, \dots, N$

$N_{ij} = \begin{cases} 1 & i\text{'ninci perakendeci } j \text{ ile aynı mahallede veya } j\text{'ye en fazla 2.5 km uzaklıkta komşu bir mahallede ise} \\ 0 & \text{aksi durumda. } \forall i, j = 1, 2, \dots, N \end{cases}$

Karar değişkenleri :

$g_v$  =  $v$  aracının katettiği mesafe

$x_{iv} = \begin{cases} 1 & i\text{'ninci perakendeciye } v \text{ aracı tarafından hizmet veriliyorsa} \\ 0 & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad \forall i = 1, 2, \dots, N; \forall v = 1, 2, \dots, V$

$y_j = \begin{cases} 1 & j\text{'ninci perakendeci sitemede dahil edilirse} \\ 0 & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad \forall j = 1, 2, \dots, N$

$z_{mv} = \begin{cases} 1 & v \text{ aracı toplam } n \text{ tane perakendeciye ulaşıyorsa} \\ 0 & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad \forall j = 1, 2, \dots, N$

$t_{imv}$  = bir kısıt doğrusal hale getirmek için tanımlı değişken

$u_{iv}$  = bir kısıt doğrusal hale getirmek için tanımlı değişken

En çoğalt  $\sum_{i=1}^N R_i \times y_i$

$$\text{Öyle ki } \sum_{i=1}^N x_{iv} \leq L \quad \forall v = 1, \dots, V \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^N (1 - N_{ij}) \times x_{jv} \leq M \times (1 - x_{iv}) \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall v = 1, \dots, V \quad (2)$$

$$\sum_{v=1}^V x_{iv} = y_i \quad \forall i = 1, \dots, N \quad (3)$$

$$g_v \geq \frac{2.5 \times x_{iv} \times d_i}{L} \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall v = 1, \dots, V \quad (4)$$

$$R_i \geq S \times \left( C_f + \frac{C_v \times x_{iv}}{\sum_{j=1}^N x_{jv}} + g_v \times C_t \right) - M \times (1 - y_i) \quad (5)$$

(5)'i doğrusal hale getirmek için aşağıdaki kısıtlar kullanılmaktadır:

$$R_i \geq S \times (C_f + u_{iv} + g_v \times C_t) - M \times (1 - y_i) \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall v = 1, \dots, V \quad (5.1)$$

$$t_{inv} \geq n \times u_{iv} - M \times (1 - z_{nv}) \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall n = 1, \dots, L; \forall v = 1, \dots, V \quad (5.2)$$

$$t_{inv} \leq n \times u_{iv} + M \times (1 - z_{nv}) \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall n = 1, \dots, L; \forall v = 1, \dots, V \quad (5.3)$$

$$t_{inv} \leq M \times z_{nv} \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall n = 1, \dots, L; \forall v = 1, \dots, V \quad (5.4)$$

$$\sum_{n=1}^N t_{inv} = C_v \times x_{iv} \quad \forall i = 1, \dots, N; \forall v = 1, \dots, V \quad (5.5)$$

Modeldeki kısıtların açıklamaları şu şekildedir:

- (1) Bu kısıt kamyonlar için bir kapasite kısıtıdır ve bir kamyonun birim zamanda (bir günde) gidebileceği müşteri sayısının sınırlı olduğunu gösterir.
- (2) Bu kısıt, aynı kamyonun komşu olmayan iki mahalleye aynı gün içinde ürün götürmesini engeller.
- (3) Bu kısıta göre eğer bir nokta sisteme dahilse, bu noktaya sadece bir kamyon gider ve bir noktanın sisteme girebilmesi için en az bir kamyon tarafından hizmet görmesi gerekir.
- (4) Bu kısıt, bize herhangi bir kamyonun toplam tur mesafesinin, hizmet götürdüğü noktaların en uzağındakinden daha uzun olması gerektiğini söyler. Gerçek tur mesafesine yakın bir değer hesaplayabilmek için bir aracın gittiği en uzak noktanın GİMAT'a uzaklığı 2,5 ile çarpılmıştır. Burada, bir aracın noktalar arası dolaşma mesafesinin GİMAT'a olan uzaklığın yarısı şeklinde olacağı varsayılmıştır.
- (5) Bu kısıt, modelde cirosu nokta başına belirlediğimiz masraf miktarından fazla olan noktaları seçmeye zorlamaktadır. Bu masraf miktarı çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlardan ikisi  $C_f$ ,  $C_v$  ve üçüncü bileşen de  $g_v \times C_t$ ,  $v$  kamyonu için müşteri noktası başına hesaplanan yakıt masrafıdır. Modelde görüldüğü üzere, bu kısıt denklemi doğrusal değildir ve denklemi doğrusallaştırmak için 5'inci kısıt yerine 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ve 5.5 no'lu denklemler modele eklenmiştir.

### Ek 3. Buluşsal algoritma

Buluşsal algoritmada kullanılan ifadeler şu şekildedir.

**Doluluk:** Araçların bir turdaki doluluk miktarını belirtir. Bu ifade modeldeki ciro sınırındaki  $\frac{C_v \times x_{iv}}{\sum_j x_{jv}}$  ifadesinin paydasına yazılmıştır.

**S:** Sıcak satış sistemi nokta kümesi

**Ciro:** Toplam ciro

**İ:** Araç endeksi

**V:** İlk araç sayısı

Bu ifadeler doğrultusunda, algoritma aşağıdaki şekilde tasarlanmıştır.

**Adım 0:** (İlk tanımlamalar) Doluluk=L, i=1;

**Adım 1:** Doluluk oranını NIP (doğrusal olmayan tamsayılı programlama) modeline yerleştir yani tüm noktalara giden araçların Doluluk kadar dolu olduğunu varsay. Adım 2'ye geç.

**Adım 2:** Oluşan IP(tamsayılı programlama)'yi çöz, Adım 3'e geç.

**Adım 3:** IP sonucunda i aracının kaç noktaya gittiğini belirten  $Z_i$  değişkenine bak.  $Z_i \geq$  Doluluk ise Adım 4'e, değilse Adım 5'e geç.

**Adım 4:** i aracının hizmet verdiği perakendecileri S'e ekle. Bu noktaların cirolarını Ciro'ya ekle. Adım 5'e geç.

**Adım 5:** i = V ise Adım 6'ya geç. Değilse i=i+1 yap ve Adım 3'e dön.

**Adım 6:** Doluluk > 0 ise Doluluk = Doluluk - 1 yap, i=1 yap; Adım 1'e dön. Değilse Adım 7'ye geç.

**Adım 7:** Algoritmayı sonlandır. Son "Ciro" değerini ve "S" kümesindeki noktaları göster.



#### Ek 4. SSS ve TSS benzetim çalışması (312 gün)

##### TELEFONLA SİPARİŞ SİSTEMİ BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Ortalama Arama Zaman Aralığı (dk.)	Araç Sayısı	İşletmen Yararlanma Oranı (%)	Araç Doluluk Oranı (%)	Toplam Yıllık Ciro (C)	Toplam Kayıp Satış (K)	K/C Oranı (%)
5	1	66	100	502969	464195	92
	2		96,5	970231	0	0
10	1	46	100	501701	173100	34,5
	2		67,6	678114	0	0
15	1	34	99,7	500867	4862	1
20	1	28	81,3	408508	0	0
25	1	23	69,1	348111	0	0
30	1	20	59,1	297302	0	0

##### Öneriler:

- Ortalama arama zaman aralığı 5 dakikadan az ise ikinci aracın alınması %5 komisyon oranında karlılık sağlamaktadır bu nedenle ikinci araç alımı önerilmektedir.
- Ortalama arama zaman aralığı 5 ile 10 dakika arasında ise ikinci aracın alınması %5 komisyon oranında karlılık sağlamamaktadır bu nedenle ikinci araç alımı önerilmez.
- Ortalama arama zaman aralığı 10 dakikadan fazla ise 1 araç yeterli olup işletmenin diğer depo işlemlerinde de kullanılabilir.

##### SICAK SATIŞ SİSTEMİ BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI (1 ARAÇ VE 15 ÜRÜNLE SINIRLIDIR)

Perakendeciler Arası Uzaklık Katsayısı	Toplam Yıllık Ciro (C)	Toplam Kayıp Satış (K)	Envantere Bağlanan Toplam Para (H)	K/C (%)	H/C (%)
0,5	226084	7497	59260	3,3	26,2
1	225994	7562	59326	3,3	26,3
1,5	225228	8174	59938	3,6	26,6
2	224874	8423	60187	3,7	26,8
2,5	224275	8846	60609	3,9	27,0
3	223977	9816	61579	4,4	27,5
3,5	222044	10699	62462	4,8	28,1
4	220050	12293	64056	5,6	29,1
4,5	218549	13521	65285	6,2	29,9
5	217129	14676	66440	6,8	30,6

##### Yorumlar:

- Perakendeciler arası uzaklık arttıkça toplam ciro azalmakta, kayıp satış ve tutulan envanter artmaktadır. Mesafelerin 10 kat artmasına karşın cirodaki değişikliğin az olması ve envanter miktarındaki değişimin azlığı model esnasındaki sabit mesafe uygulamasının sonuca çok belirgin etkisi olmadığını belirtmektedir

**Ek 5.** Ciro ve maliyet tablosu

<b><u>Ciolar</u></b>		(YTL / yıl)
	Sıcak satış	1,933,684
	Telefonla sipariş	479,653
	Depodan alma	885,982
<b>Toplam Ciro</b>		<b>3,299,319</b>
<b><u>Maliyetler</u></b>		(YTL / yıl)
Araç	Araç bakım ve diğerleri(4)	25,104
İşgücü	Satış temsilcisi (3)	68,400
	Araç şoförü (1)	13,800
	Telefon operatörü (1)	11,760
Depo	Depo personeli (3)	35,280
	Kira	18,000
	Diğer (elektrik, su, vb.)	6,000
Envanter		6,363
Ulaşım		22,464
<b>Toplam Maliyet</b>		<b>207,171</b>
<b>Asgari Komisyon oranı</b>		<b>%6,3</b>