

**BİLKENT ÜNİVERSİTESİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ÜNİVERSİTE - SANAYİ/İŞ DÜNYASI  
İŞBİRLİĞİ PROJELERİ  
2013**

**Derleyenler**

Prof. Dr. Selim Aktürk

Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara

Yeşim Erdoğan

ISBN: 978-975-6090-81-7  
BASKI: Meteksan Matbaacılık, Mayıs 2013.





## İÇİNDEKİLER

Önsöz -----	i
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkan Vekili'nden-----	ii
Mağazaların Sipariş Politikaları Etkilerinin İncelenmesi A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. -----	1
Ürünlerde İkame Oranı ve Sıfır Satmadan Kaynaklanan Ciro Kaybının Hesaplanması A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. -----	5
A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. Teşekkür Mesajı A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. -----	9
Havayolu Ulaşımında Tarife Eniyilemesi ve Otomasyonu Anadolu Jet-----	10
Anadolu Jet Teşekkür Mesajı Anadolu Jet-----	14
Tedarikçi Firmalar için Rampa Randevu Sistemi Tasarımı ve Uygulanması Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası -----	15
Mal Kabul Rampaları İçin Dinamik Randevu Sistemi Tasarımı Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi -----	19
Kutu Tiplerinin Standardize Edilmesi ve Paketleme Sisteminin Geliştirilmesi Arlight A.Ş. -----	23
Kart Üretimde RFID Teknolojisi Uygulaması Aselsan -----	27
FRFI2 Fabrika İçi Hat Besleme ve Taşıma Sistemi Optimizasyonu Bosch ve Siemens Beyaz Eşya Üretim Fabrikası -----	31

İçecek Kategorisi Teşhirlerinin Mağaza İçinde Etkili ve Stratejik Konumlandırılması Coca-Cola İçecek A.Ş.- -----	37
Coca-Cola Teşekkür Mesajı Coca-Cola İçecek A.Ş.- -----	41
Geleneksel Satış Kanalındaki İş Süreçleri ve Rotalama için Sistem Tasarımı Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	42
Coca-Cola Teşekkür Mesajı Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	46
Yerinde Tüketim Kanalı Satış Temsilcisi İş Geliştirme Projesi Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	47
Coca-Cola Teşekkür Mesajı Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	51
Haber Merkezi Operasyonlarının İyileştirilmesi için Etkin İş Akış Süreci ve Sistem Tasarımı Doğuş Yayın Grubu A.Ş. -----	52
Stoka ve Siparişe göre Birleşik Üretim Sistemi Tasarımı Eczacıbaşı-Vitra -----	56
Kayıp Satışı Önlemeye Yönelik Karar Destek Sistemi Tasarımı EHM Mağazacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş. -----	60
Otomotiv Endüstrisinde Montaj Hattı Dengeleme Çalışması Erkunt Traktör -----	64
İkinci İşem Üretim Planlama Bölümü için Karar Destek Sistemi Tasarımı ve Uygulanması Eti Gıda A.Ş. -----	68
Acil Serviste Personel Çizelgelemesi Ankara Güven Hastanesi -----	72
Ankara Güven Hastanesi Teşekkür Mesajı Ankara Güven Hastanesi -----	76

Karar Destek Sistemiyle Host Çizelgeleme Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. -----	78
Milk-run Süreçleri için Karar Destek Sistemi Man Türkiye A.Ş. -----	82
Müşteri Sevkiyat Birimi Depo Yönetim Sistem Tasarımı Mudo Mağazaları -----	86
P&G Ürünlerinin Beğendik Marketlerinde Rafta Bulunabilirlik Oranının Artırılması Projesi Procter&Gamble - Beğendik A.Ş.-----	90
İşgücü Verimliliğinin Artırılması Bilkent Coffee Company -----	94
Benzetimin ve Sezgisel Yöntemlerin Araç Rotalama Probleminin Çözümü İçin Entegre Kullanımı Aselsan-Simsoft -----	98
Simsoft Teşekkür Mesajı Simsoft-----	102
Panel Hattı RFID Takip Sistemi Tasarımı ve Kesim Operasyonu Çizelgelemesi Tepe Home-Mobilya-----	103
Tepe Home Teşekkür Mesajı Tepe Home-Mobilya-----	107
Havayolları Yer Hizmetlerinde Kalite Standartlarının Fark Analizi (Gap Analizi) ile İyileştirilmesi Türk Hava Yolları -----	108
Türk Hava Yolları Teşekkür Mesajı Türk Hava Yolları -----	112
Uçağa Alım ve Yerleşim Süreçlerinin İyileştirilmesi ve El Bagajı Kontrol Sistemlerinin Geliştirilmesi Türk Hava Yolları -----	113

Türk Hava Yolları Teşekkür Mesajı	
Türk Hava Yolları-----	117
Turkcell İletişim Merkezleri'ndeki Müşterilerin Bekleme Sürelerinin Ölçülmesi ve İyileştirilmesi	
Turkcell-----	118
Gebze Depo Ürün Yerleştirme ve Sevkiyat Hazırlık Süreçlerinin İyileştirilmesi	
Unilever Türkiye – Gebze Anadepo -----	120



2012-2013 öğretim yılında gerçekleştirilen Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrenci projeleri, USİM (Üniversite-Sanayi İşbirliği Uygulama ve Araştırma Merkezi) koordinasyonunda yürütülmektedir. (<http://usim.bilkent.edu.tr/>)

Bugüne kadar bu programa katılarak katkıda bulunan kuruluşlar:



**2012-2013 döneminde bu programa katkıda bulunan kişilere  
teşekkür ederiz...**

***Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden***

Doç. Dr. İbrahim Akgün  
Prof. Dr. Selim Aktürk  
Doç. Dr. Oğuzhan Alagöz  
Yrd. Doç. Dr. Özlem Çavuş  
Yrd. Doç. Dr. Savaş Dayanık  
Prof. Dr. Nesim Erkip  
Prof. Dr. Ülkü Gürler  
Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara  
Doç. Dr. Oya Ekin Kardeşan  
Doç. Dr. Osman Oğuz  
Yrd. Doç. Dr. Emre Nadar  
Prof. Dr. Mustafa Pınar  
Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu  
Yrd. Doç. Dr. Alper Şen  
Prof. Dr. Barbaros Tansel  
Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal  
Dr. Hünkar Toyoğlu  
Dr. Oğuzhan Vıçıl  
Doç. Dr. Hande Yaman

***Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü'nden***

Prof. Dr. Erdal Erel  
Yrd. Doç. Dr. Nagihan Çömez  
Yrd. Doç. Dr. Destan Kandemir  
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıyıkolu  
Yrd. Doç. Dr. Deniz Yenigün

***Bilkent Üniversitesi, Üniversite-Sanayi İşbirliği, Uygulama ve Araştırma  
Merkezi – USİM Koordinatörü***

Yeşim Erdoğan

### *İş Dünyasından Değerli Temsilciler*

Erhan Bostan	A101 Yeni Mağazacılık
Esra Özpolat	A101 Yeni Mağazacılık
Orhan Dağlıoğluguil	A101 Yeni Mağazacılık
Korhan Dönmez	A101 Yeni Mağazacılık
Gürhan Özesenli	A101 Yeni Mağazacılık
Zekeriya Coştu	Anadolu Jet
İbrahim Doğan	Anadolu Jet
Melih Akif Gürbüz	Anadolu Jet
Tanzer Tunçalp	Arçelik Bulaşık Mak. İşl.
Ali Altuncu	Arçelik Bulaşık Mak. İşl.
Tamer Yıldırım	Arçelik Bulaşık Mak. İşl.
Nevzat Can Güngör	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Serkan Islak	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Murat Deniz	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Altuğ Hocaoğlu	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Yalçın Kapor	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Cenk Tigin	Arçelik Buzdolabı İşletmesi
Şeyda Tan Yazıcı	Arlight
Fahri Babaoğlu	Arlight
Cemil Arlı	Arlight
Gülseren Arlı	Arlight
Nihat İrkörücü	Aselsan
Tuncay İbiş	Aselsan
Mustafa Çelik	Aselsan
Sibel Şahin	Aselsan
Emre Özgenç Ekici	Aselsan
Elif Akbulut	Aselsan
Dilek Demiryakan	Beğendik
Fikriye Taşdemir	Beğendik
Hacı Beğendik	Beğendik
Murat Yücel	B/S/H Ev Aletleri
Caner Duran	B/S/H Ev Aletleri
Hakan Mandalı	B/S/H Ev Aletleri
Erhan Kan	B/S/H Ev Aletleri

Havva Karabulut	B/S/H Ev Aletleri
Bilgehan Tamkoç	B/S/H Ev Aletleri
Ender Kudiaki	Coca Cola İçecek
Ahmet Bilgiç	Coca Cola İçecek
Hamit Cansizoglu	Coca Cola İçecek
Murat Demir	Coca Cola İçecek
Murat Yapıcı	Coca Cola İçecek
Çağlar Eser	Coca Cola İçecek
Alper Ardiçoglu	Coca Cola İçecek
Özerk Vardarös	Coca Cola İçecek
Turgay Boyar	Coca Cola İçecek
Barış Karaman	Coca Cola İçecek
Bilge Özsoy	Coca Cola İçecek
Sevgi Bolel	Coca Cola İçecek
Ahmet Emin Yılmaz	Coca Cola İçecek
Müjdat Akman	Coca Cola İçecek
Sunay Şanlı	Coca Cola İçecek
Onur Umut Aladinler	Doğuş Yayın Grubu
Serap Yetiş	Doğuş Yayın Grubu
Ceyhun Dönmez	Eczacıbaşı Vitra
Doğukan Sarıkaya	Eczacıbaşı Vitra
Erdem Gündüz	English Home Mağazacılık
Mesut Uçkun	English Home Mağazacılık
Gökhan Aydın	English Home Mağazacılık
Tuba Küçük	English Home Mağazacılık
Ceyhun Ergün	Erkunt Traktör Sanayi.
Cenk Çivici	Erkunt Traktör Sanayi.
İlker Koç	Erkunt Traktör Sanayi
Ezgi Gül Ulu	Erkunt Traktör Sanayi
Hakan Polatoğlu	ETİ Gıda
Erman Atak	ETİ Gıda
Anıl Kızıldemir	ETİ Gıda
Mehmet Emin Erginöz	Güven Hastanesi
Ayfer Tunçay Çalışkan	Güven Hastanesi
Ersan Özdeş	Güven Hastanesi
Dr. Mahir Şahin	Güven Hastanesi
Ayşe Dağtekin	Güven Hastanesi
Dilruba Başak Aydın	Güven Hastanesi

Çağatay Kepek	Kamil Koç Otobüsleri
Kemal Erdoğan	Kamil Koç Otobüsleri
Niyazi Akceylan	MAN Türkiye
Ramazan Gafur	MAN Türkiye
Cemil Demir	MAN Türkiye
Ufuk Doğrusöz	MAN Türkiye
Ertuğrul Çiftçi	MAN Türkiye
Barış Karakullukçu	Mudo
Kürşat Erdoğan	Mudo
Ebru Öztürk	Özgün
Cenap Uzunhasanoğlu	Özgün
Zafer Şenili	P&G
Emir N. Şeremet	P&G
Hakan Öğütlü	P&G
Şelale Akça	P&G
Ayşegül Hamarat	P&G
Dilek Ergüz	Shaya
Feliks Boynuinceoğlu	Shaya
Ahmet Konur	Shaya
Bilgen Süllü	Shaya
Veysi İşler	Simsoft
Mert Aktaş	Simsoft
Damla Aslan	Simsoft
İlhan İl	Tepe Home
Çiğdem Özgül	Tepe Home
Süleyman Uyar	Tepe Home
Songül Anıl	Tepe Home
Nuray Işık	Tepe Home
Temel Kotil	THY
Kemal Babuşçu	THY
Elif Balaban Yakay	THY
Abdulkadir Gür	THY
Emrullah Kirişçi	THY
Aysen Sönmez	THY
Gülçin Alıcı Gökçe	Turkcell
Tamer Bakan	Turkcell
Murat Çelik	Turkcell
Serhat Arıcıoğlu	Turkcell

Ansı Deniz Rona	Turkcell
Cem Sakarya	Turkcell
Dilara Durak	Turkcell
Meltem Şahin	Turkcell
Neslihan Peker	Turkcell
Özgür Baba	Turkcell
Esra Ramazanoğulları	Turkcell
Güliz Şenok	Turkcell
Bahtiyar Karagöz	Unilever
Batuhan Can Aydın	Unilever
Burak Yıldırım	Unilever
Can Öneş	Unilever
Derya Aydın	Unilever
Derya Er	Unilever
Elif Çakır	Unilever
Erinç Toktaş	Unilever
Erkin Aysun	Unilever
Onur Karnabat	Unilever
Ömer Kutsal	Unilever
Sıla Kurt	Unilever
Taner Kandemir	Unilever
Tuğba Serez	Unilever
Yiğit Öğretmengil	Unilever

## ÖNSÖZ

Bu kitap, 2012-2013 öğretim yılında Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen Üniversite-Sanayi İşbirliği, Bitirme Projeleri özetlerini kapsamaktadır. Programımız 19 yıl önce sistem tasarımı derslerinin sanayi projelerine dönüştürülmesi ile başlamıştır. Bu zamana kadar 72 şirketle toplam 319 proje gerçekleştirilmiştir.

Son sınıf öğrencilerinden oluşan proje ekipleri, şirket yetkilileri, ve üniversite akademik danışmanları, USİM'in koordinasyonunda firmanın belirlediği gerçek problemler üzerinde çalışmaktadır. Projeler sonucunda ortaya çıkan ürün, yöntem veya hizmet, ilgili firmaya önemli yarar ve katma değer sağlamaktadır. Endüstri Mühendisliği Proje Fuarı ve Yarışması da 2002 yılında yapılan projelerin ilgili tüm firma, kuruluş ve üniversitelerle paylaşılması, iş dünyasının seçkin kuruluşlarının birbirleriyle ve üniversite ile olan etkileşiminin artırılması ve öğrencilerimizin iş hayatına daha donanımlı hazırlanmasını sağlamak amacıyla başlatılmıştır. Her yıl sistematik ve etkin bir şekilde yapılan bu çalışmaların daha kalıcı ve yaygın olarak paylaşılması amacıyla da "Endüstri Projeleri" kitabı serisi hazırlanmıştır. Bu yıl da gerçekleştirilen projeler yine gizlilik ilkesine bağlı kalınarak özet halinde bu kitapta sizlere sunulmaktadır.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'nin uzun yıllardır başarı ile yürüttüğü bu sürece değerli emek ve katkıları bulunan Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu ve her zaman sevgiyle anacağımız Prof. Dr. Barbaros Tansel hocalarımıza, kitaba girecek olan projelerin seçim aşamasında desteklerini esirgemeyen "Değerlendirme Kurulu"muza, fuar jürisinde görev alan Anıl Yılmaz (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), Aydemir Özbek (Eczacıbaşı), Murat Özoğlu (Tübitak), Orhan Dağlıoğlugil (A101), Doç. Dr. Osman Oğuz hocamıza (Bilkent Üniversitesi ) ve sürece katkılarından dolayı Tübitak'a teşekkür ederiz.

Ayrıca sağlamış olduğu tüm destek ve katkılardan dolayı Mütevelli Heyeti Başkanımız Prof. Dr. Ali Doğramacı'ya ve Rektörümüz Prof. Dr. Abdullah Atalar'a çok teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Selim Aktürk  
Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara

*Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü*

## **Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkan Vekili'nden**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 2007 yılında Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) adlı bağımsız kuruluş tarafından eğitim kalitesini belgeleyen tam akreditasyonu Türkiye'de ilk alan mühendisliği bölümüdür.

Eğitimde dünya çapında kalite standartlarını kullanan Bilkent Endüstri Mühendisliği Bölümü, **Üniversite-Sanayi İşbirliği** adı altında ülkemizde örnek gösterilen programını 19 yıldır başarılı bir şekilde uygulamaktadır. Bu programın ana hedefi son sınıf öğrencilerine kapsamlı ve derinlikli bir mesleki deneyim kazandırmaktır. Bu kapsamda 4-6 kişilik proje ekipleri, akademik ve iş dünyasından danışmanların gözetiminde firmanın gündemine girmiş olan ve çözüm bekleyen gerçek problemlerini çözmektedirler. USİM (Üniversite-Sanayi İşbirliği Uygulama ve Araştırma Merkezi) de yapılan tüm çalışmaları sistematik olarak takip etmekte ve projenin hedeflerine ulaşmasında önemli rol oynamaktadır.

Bu yıl 11.sini düzenlediğimiz Endüstri Mühendisliği Proje Fuarı ve Yarışması'nda 28 proje yer almaktadır. Bu organizasyonda bütün bir yıl boyunca projeleri üzerinde özveri ile çalışan öğrencilerimizin çalışmaları sergilenmekte ve projelerine ait sunumlar yapılmaktadır. Öğrencilerimizi bu vesile ile kutluyor ve programa büyük katkıları olan tüm firma yetkililerine teşekkür ediyorum.

Ayrıca bütün bu süreç boyunca yoğun ve özverili çalışmalarıyla programın hedeflerine uygun şekilde yürümesi için büyük çaba gösteren program koordinatörleri Prof. Dr. Selim Aktürk, Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara hocalarımıza, USİM Koordinatörümüz Yeşim Erdoğan'a, asistanlarımız Nihal Berktaş, Hüseyin Gürkan, Burcu Tekin'e ve emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum.

Saygılarımla,

Doç Dr. Osman Oğuz  
Bilkent Üniversitesi  
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Vekili



# Mağazaların Sipariş Politikaları Etkilerinin İncelenmesi

## A101 Yeni Mağazacılık A.Ş.

### Proje Ekibi

Salih Ahzem Topal  
Hüseyin Abdullah Karayumak  
Abdullah Bestil  
Halil İbrahim Bayrak  
Mehmet Atal  
Çiler Aydın

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Esra Özpolat, A101 Yeni Mağazacılık Merkez Ofisi  
Sistem Geliştirme Müdürü

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Alper Şen  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

### Firma Tanıtımı

Mart 2008’de kurulan ve 1 aydan kısa bir süre içerisinde 100. mağazasının açılışını gerçekleştiren A101 Yeni Mağazacılık A.Ş., bugün 2000 mağazası, 15 ana dağıtım deposu ve yaklaşık 800 çeşit ürünü ile “hard discount” perakendecilik sektöründe faaliyet göstermektedir. Şirketin amacı; her gelir düzeyinden potansiyel müşterilere, düşük fiyatlarla ve düşük maliyette kaliteli gıda ve tüketim malzemeleri sunmaktır.

## Proje Tanıtımı

A101 mağazaları, ihtiyaç duyduğu ürünleri bağlı olduğu bölge depolarından haftalık sipariş etmekte ve depolardan bu mağazalara sevkiyat 2 gün içerisinde gerçekleşmektedir. Fakat A101 yönetimi, mağazalarının haftada sipariş verebileceği gün sayısını, depodaki verimliliği artırmak ve maliyetleri azaltmak için kısıtlı tutmaktadır. 800 çeşit ürününü 16 ürün grubuna ayıran A101, belirli günlerde sadece belirli tip ürünlerin siparişine izin vermektedir. Örneğin, “Bisküviler ve Kurabiyeler” grubu ürünler haftada 3 kez sipariş edilebilirken, “Kahvaltılık Ürünler” sadece 1 kez sipariş edilebilmektedir. Burada da amaç daha sık satılan ürünleri daha sık, daha az satılanları ise daha az sıklıkla sipariş ederek verimliliği korumaktır.

İstanbul’da bulunan A101 Merkez Ofisi, mevcut sipariş sistemindeki kısıtların müşteri talebini karşılayamama (müşterinin almak istediği ürünü, stok tükenmesi ya da başka bir sebeple rafta bulamaması) maliyetini ve farklı alternatif sipariş politikalarının talep karşılamaya ve depo maliyetlerine etkisini araştırmak istemektedir. Bu bağlamda, proje kapsamında A101 Ankara bölgesinden seçilen pilot mağazalarda ve Ankara bölge deposunda farklı sipariş sistemlerinin A101 performans kriterlerine etkileri incelenmiştir.

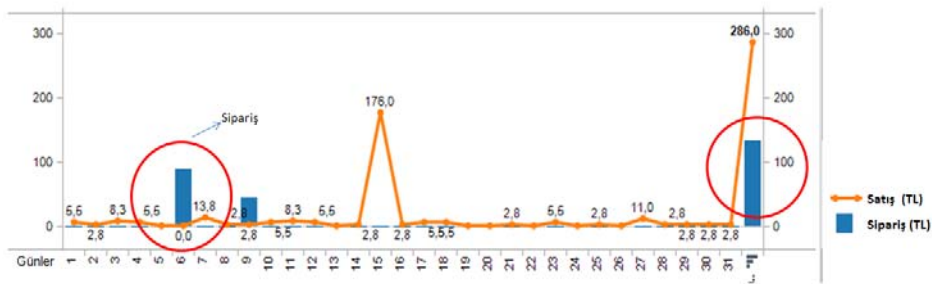
Şirket, proje kapsamında incelenen farklı muhtemel sipariş politikalarının mağazalardaki sıfır satma ve depodaki maliyetlere olan etkilerini karşılaştırarak projeyi bir karar destek sistemi olarak kullanabileceği gibi, kendi mevcut sipariş sisteminin iyileştirmesinde bir yardımcı araç olarak da faydalanabilir.

Yapılan çalışma ve yöntembilim ile A101 için farklı sipariş sistemlerinin avantaj ve dezavantajları bir arada incelenerek, firma bazında etkili bir maliyet-kazanç analizi yapılmıştır. Projenin A101 sipariş politikası üzerine önceden yapılan çalışmalardan ana farkı, hedef kullanıcıya bir sipariş sisteminin avantaj ve dezavantajlarını aynı anda değerlendirebilme olanağı sunmasıdır. Bir başka deyişle, proje katı bir şekilde yeni bir sipariş sistemi kurmaya çalışmak yerine A101’in mevcut uygulamasını ikame edebilecek herhangi bir sistemin maliyetlere etkisini ve getireceği kazançları incelemiştir. Örneğin, mevcut sipariş sistemine alternatif olabilecek “Gün kısıtı olmadan istenilen ürün grubundan 3 sipariş gününde de sipariş verebilme” şeklinde bir politika ele alındığında; “Kısıtların kaldırılması A101’e müşteri talebini karşılamada ne kadar katkı getirebilir?”, “Aynı zamanda bu yeni sipariş sistemi depoya ne kadar ek maliyet getirmesi beklenmektedir?” gibi soruların cevabı aranmıştır.

Bu bağlamda proje süresince kullanılan yöntembilim, geliştirilen iki farklı model yardımıyla muhtemel sipariş politikalarının olumlu ve

olumsuz etkilerinin bir arada incelemesidir. Bir tarafta sipariş politikasına bağlı olarak mağazaların sıfır satma yüzdesindeki değişim ile elde edilen gelir kazancını hesaplayan “Talep Yüzdesi Hesaplama modeli”, diğer tarafta ise yeni sipariş politikasının depoda meydana getireceği ek sipariş toplama maliyetini tahmin eden “Depo Çoklu Regresyon” modeli, muhtemel bir sipariş politikasının avantajlı ve dezavantajlı yönlerini karşılaştırma imkanı sunmaktadır. Burada avantaj ile kastedilen müşterilerin talebini daha iyi karşılamak bir başka deyişle sıfır satma miktarını azaltmak ile elde edilecek ek gelir, dezavantaj ile kastedilen ise daha etkili bir sipariş politikasının depoda yaratacağı ek maliyetlerdir. Bir terazi misali, ek faydalar ek maliyet miktarını geçtiği takdirde şirket, incelenen sipariş politikasını uygulamaya değer görebilir.

Proje kapsamında öncelikle mevcut sipariş sistemini anlamaya yönelik Ankara Bölge Depo ve pilot mağaza ziyaretleri gerçekleştirilmiştir. A101 Bölge Depo’nun mağazalara uyguladığı ürün gruplarına yönelik sipariş verme kısıtları incelenmiştir. Daha sonrasında makaleler (Van Ryzin, 2001) ve akademik danışman Yrd. Doç. Alper Şen’in önerileri ile “Talep Karşılama Yüzdesi Hesaplama” modeli oluşturulmuştur. Bu model sonucunda muhtemel sipariş politikaları sonucunda elde edilecek talep karşılama yüzdeleri ürün ve grup bazında bulunmuştur. Modeli geçermek amacıyla pilot mağazalardaki satış-sipariş verileri incelenmiştir. Bu verilerdeki ürün bitmesi dolayısıyla verilen siparişler kullanılarak ürün grupları bazında tahmini sıfır satma, diğer adıyla müşteri talebini karşılayamama oranları hesaplanmıştır (Şekil-1). Sonuç olarak satış-sipariş verilerinden yapılan çıkarımlar, talep karşılama yüzdesini tahmin etmek için kullanılan modelin sonuçları ile örtüşmekte olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1. 1 Kilo pirinç için yapılan sıfır satma oranı analizi

Talep karşılama yüzdesini artırmak amaçlı değiştirilebilecek kısıtların depo ayağına getirmesi beklenen ek maliyetlerin tahmini içinse bir çoklu regresyon modeli kullanılmıştır. Öncelikle depo ziyaretlerinde gerek saha şeflerinden gerekse Ankara Bölge Depo

Müdürü Sn. İsmail Çiçek'den alınan bilgiler ve öneriler doğrultusunda, değişik sipariş politikaları sonucunda en çok etkilenmesi beklenen kalemler araştırılmış ve sonuçta mağazalara gönderilecek siparişlerin hazırlanma zamanlarındaki değişimlerin (artışların) en çok hangi hangi performans göstergelerinin etkileneceği saptanmıştır. Sonrasında sipariş toplama zamanlarını etkileyen siparişteki ürün adeti, toplam palet sayısı gibi depodaki maliyetleri etkileyen faktörler tespit edilmiş ve geçmiş sipariş verileri kullanılarak muhtemel yeni bir sipariş politikasında ortaya çıkacak depodaki yeni sipariş toplama zamanını en iyi şekilde tahmin eden bir çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur.

İki farklı model yardımı ile çeşitli sipariş politikaları çok yönlü incelenmiştir. İncelenen farklı sipariş politikalarının sonucunda ürün ve grup bazında tahmini talep karşılama yüzdeleri ve karşılanamayan talepten dolayı oluşan maliyetler hesaplanmıştır. Depo tarafında ise siparişlerin toplama zamanlarına bağlı oluşan maliyet değişimleri regresyon modeli yardımı ile farklı senaryolar için hesaplanmıştır. Şu anda gelinen aşamada, yapılan tahmini kazanç ve maliyet hesaplarının gerçeğe ne kadar olduğu şirket yetkilileriyle paylaşılarak geri bildirim alınacaktır.

İncelenen çeşitli sipariş politikaları son adım olarak birbirleri ile karşılaştırılacak ve hesaplamalar gerçeğe uygun olduğu takdirde, şirket tarafından uygun görülen ve en çok iyileştirmeyi sağlaması beklenen sipariş politikaları değerlendirmeye alınacaktır.

Proje sonucunda iki ayrı model yardımıyla mevcut sipariş politikasında yapılacak muhtemel değişikliklerin etkilerinin en tutarlı biçimde hesaplanmasına çalışılmış ve uygulanması muhtemel yeni bir sipariş politikasının getirdiği kazanç ve maliyetler ortaya çıkarılmıştır. Proje kapsamında incelenen senaryolarla ulaşılmak istenen nihai hedef, A101 Mağazaları için ürün grupları bazında müşteri talebini maksimum oranda karşılayabilen aynı zamanda da depoya mümkün olan en az ek maliyeti getirecek bir sipariş politikasının seçilebilmesi ve uygulamaya alınmasıdır.

#### **Kaynakça**

- Chao, Zipkin. 2008. Optimal Policy for a Periodic-Review Inventory System Under a Supply Capacity Contract 59–68.
- Guijarro, Ester, Manuel Cardos, and Eugenia Babiloni. 2008. "On the exact calculation of the fill rate in a periodic review inventory policy under discrete demand patterns." European Journal of Operational Research, 442-447.
- Nahmias, Steven. (2003) "Service Levels." Production and Operations Analysis. McGraw Hill, Amerika Birleşik Devletleri. van Ryzin, Garrett J. 2001. Analyzing Inventory Cost and Service in Supply Chains. Columbia School of Business.

# Ürünlerde İkame Oranı ve Sıfır Satmadan Kaynaklanan Ciro Kaybının Hesaplanması

## A101 Yeni Mağazacılık A.Ş

### Proje Ekibi

Anıl Öntaş  
Burak Çelik  
Çağrı Celal Akgündüz  
Dilara Albayrak  
Emre Dalarslan  
İbrahim Yamanlar

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Esra Özpolat  
A101 Yeni Mağazacılık, Sistem Geliştirme Müdürü

### Akademik Danışman

Doç. Dr. Savaş Dayanık  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

### Firma Tanıtımı

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş 2008 yılında kurulduğundan bu yana sürekli büyümekte olan bir süpermarketler zinciridir. Şu anda 79 şehirde 2000'den fazla mağazasıyla müşterilerine ulaşan A101 Yeni Mağazacılık 15 farklı ürün grubu ve 800'den fazla ürünle müşterilerine hizmet vermektedir. Türkiye'de indirim mağazacılığı pazarında en yüksek ikinci market payına sahip olan firma operasyon Antalya, Trakya, Sakarya, İzmir, Tuzla, Ankara, Kırşehir, Samsun, Bursa, Kayseri, Adana, Konya, Trabzon, Diyarbakır ve Aydın bölgeleri depo-ofis ve İstanbul Merkez Ofisi tarafından yürütülmektedir. Firma dağıtım operasyonlarını bu depolardan 79 şehirdeki mağazalarına sevkiyat yaparak gerçekleştirmektedir.

## Proje Tanıtımı

Projenin amacı, A101 market zincirindeki stok düzeyi sıfıra düşen ürünlerin sebep olduğu ciro kaybının hesaplanması ve gerekli aksiyonların proje kapsamında saptanan veriler ışığında alınmasıdır. Projenin başarılı olması durumunda sıfır satış maliyetleri hesaplanabilecek olup, şirketin sıfır stoktan kaynaklanan kar-zarar durumu analiz edilebilecektir. A101 2008 yılında kurulmuş olan Türkiye'de faaliyet gösteren ikinci büyük indirim marketleri zinciridir. Şirketin iş modeli Alman ALDI firması baz alınarak ülke şartlarına göre oluşturulmuştur. İş modelinin esas amacı reklam, raf, stok, personel ve ürün çeşitliliği gibi masraf kalemlerinin en aza indirilmesi sağlanarak, burada elde edilen tasarrufun müşteriye indirim olarak yansıtılmasıdır.

Projenin çıktısı bu şirketin geçmiş dönemlere ait satış ve envanter verilerini kullanarak geçmiş dönem analizini içermektedir. Bu analiz kullanılarak gelecek dönem stok ve dağıtım politikası doğru şekilde hazırlanabilecektir. Bu süreç kapsamında şirketin karşılaşılabileceği olası maliyetler; günlük olarak envanter verilerinin tutulması, veya buna alternatif olarak var olan verilerden günlük envanterin çıkarılması ve son olarak da bu sistemin uygulama kısmında çalışacak olan kalifiye istihdamların yaratacağı ekstra maliyet göz önünde bulundurulması gereken önemli bir kalemdir. Projedeki tasarlanan model ve karar destek mekanizması, tüm hızlı tüketim malları sektörlerinde ve perakende satış yapılan noktalarda kullanılabilir. Model, envanter ve satış verileri üzerinden ürünler arası ikame oranlarını hesaplayarak sıfır stok durumlarında şirketin kar-zarar düzeyini hesaplamaktadır. Bu sayede ülke içindeki perakende şirketlerimizin karlılık düzeyi artırılarak ulusal ve uluslararası arenada önemli birer oyuncu olmaları sağlanacaktır. Buradan hareketle, işsizlik ve ekonomiye olan olumlu katkısı yadsınmaz.

Projenin içerdiği yenilik firma düzeyinde; satış, envanter ve dağıtım politikalarında iyileştirme sağlayacak yöndedir. Projemizin üstün olan yanları şu şekildedir: Şirket ürünlerin sıfır stok durumlarındaki kar-zarar oranları hesaplanabiliyor, ürünlerin birbirine olan ikame oranları hesaplanabiliyor ve bu hesaplamalara göre şirket daha önceden gerekli düzenlemeleri yapabilecektir. Diğer taraftan projemizin olumsuz tarafları ise hiçbir zaman yüzde yüz doğrulukta sonuç sağlamaması ve tahminleme yöntemleri üzerine kurulu bir model olması ve bu yüzden de tam ve gerçekçi rakamlara sadece en yakın tahminlere erişilebilmektedir. Modelimiz matematiksel hesaplama ve algoritma kullanarak gerekli olan ikame ve sıfır satma oranlarını sağlamaktadır. Literatürde üzerinde çalışılmış bir konu bizim

projemizde de kullanıldığı için hiçbir patent, endüstriyel tasarım, fikri/sınai mülkiyet hakkının kullanılması söz konusu değildir.

Projede, hedeflenen katkıyı sağlamak için, multinomiyal logit (MNL) seçim modeli ve beklentiyi en üst düzeye çıkarma (expectation maximization) metodu esas alınmıştır. Bu model ve metodu baz alarak geliştirilen matematiksel modelimiz günlük envanter ve satış verisine ihtiyaç duymaktadır. Elimizdeki sağlıklı olmayan verilerin temizlenmesi de iş kapsamlarımızdan biri oldu. Öncelikle modelimizin kullanılabilirliğini test etmek için çay ve süt ürünleri verileri üzerinde incelemeler yaptık. Modelin verdiği sonuçla inceleme sonuçlarımızın tutarlı olduğunu gördük. Matematiksel modelimizi daha kullanışlı hale getirmek için ve veri temizlemek için kullandığımız bilgisayar programları şu şekilde sıralanabilir: Microsoft Office Excel, Matlab, Microsoft Visual Studio(C#.NET yazılımı için), R (istatistiksel programlama).

Şirket yöneticisi ve akademisyenlerle yaptığımız toplantılarda gerekli fikir alışverişleri yapılarak proje ve kapsamı hakkında gerekli programlama ve yol haritası çizildi. Ankara bölgesindeki farklı sosyo-ekonomik yapıdaki 3 farklı bölgeden birer şube seçilerek gerekli ziyaretler yapıldı. Bu ziyaretlerde sorunun kaynağıyla ilgili araştırma yapıp olağan dağıtım ve mağaza stok sistemleri hakkında bilgi alındı. Sıfır satmanın sebepleri olarak mağazadan mağazaya ürün transferinin kayıt dışı olması, personelin mağaza içi güncel envantere erişimi olmaması, akıllı bir sipariş sistemi olmaması(personel insiyatifinde) olarak gözlenmiştir. Edindiğimiz bilgiler ışığında gerekli olan aliteratür araştırmaları yapılarak, bulunan olası modeller ve yöntemler mağazada edinilen bilgilerle beraber tekrardan yönetici ve akademisyenlerle yapılan toplantıda sunulmuştur. Buradaki bilgi alışverişi neticesinde gerekli model seçilip üzerinde çalışmalara başlanılmıştır. Buradan alınan geri bildirimlerle beraber, datalar ve algoritmalar üzerinde revizyona gidilmiştir ve ihtiyaç duyulan model elde edilmiştir. Bu nihai modelin hesaplamalarını yapabilmek için Matlab, Microsoft Office Excel ve R programlarını kullandık. Kullanıcı dostu bir ara yüz hazırlama çalışmaları başlamıştır. Bu safhada C# yazılım dilinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Temizlenen verilerde beklenen sonuç ve hassasiyete ulaşıldı. Ancak verilerin çoğunun direk kullanılamayacak durumda olması ve kullanılabilir hale getirilmesi için varsayım gerektirmesi süreci zorlaştırmaktadır. Bahsedildiği üzere modelimiz günlük satış ve envanter verilerine ihtiyaç duymaktadır. Elimizde günlük envanter verileri olmadığından depoya ürün giriş-çıkış verilerinden envanter verilerini elde etmeye çalıştık. Yani doğrudan kullanamayacağımız verileri modelin ihtiyaç duyduğu verilere çevirdik. Ancak elde ettiğimiz

veriler sonuçları itibariyle kullanılmaya müsait değildi; faydalanmak için birtakım varsayımlarda bulunmak gerekti. Şirketin satış ve envanter verilerini güvenilir ve günlük tutması halinde oluşturduğumuz modelin ve sonuca ulaşma sürecinin daha sağlıklı olacağı beklenmektedir.

Sonuç olarak, proje kapsamında yaratılan modelin çıktısı göz önünde bulundurularak performans kıstasları değerlendirildiğinde satış, dağıtım, sipariş ve depolama politikaları tekrar yapılandırılabilir. Elde edilen veriler ışığında ilk yapılması gereken şey, sıfır satma oranının en çok görüldüğü ürünler tespit edilip bunların sipariş politikası gözden geçirilmelidir. Örneğin raf ömrü uzun olan çay gibi ürünlerde, sıfır satma oranı yok sayılabilecek kadar azken(ciroya oranı %1den az), günlük tüketim ürünleri ve tüketicinin marka sadakati gösterdiği ürünlerde yüksek sıfır satma oranları(%5-%8) gözlenmiştir. Sipariş politikası birbirini yüksek oranda ikame eden ürünlerin aynı anda stokta sıfıra düşmesini engelleyecek yönde düzenlenmelidir. Sıfır satma oranı yüksek olan ürünlerin teslimatı dış tedarikçilerden kaynaklanıyorsa bunun önüne geçebilecek gerekli yaptırımlar alınmalıdır. Performans değerleri iyi olan ürünlerde uygulanan depolama, sipariş ve dağıtım politikası incelenerek standart hale getirilmeli ve sıfır satma oranı yüksek olan ürünler için de uygulanabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Dağıtım, sipariş ve depolama politikalarındaki öngörülen değişikliklerin maliyeti ile sıfır satmadan kaynaklanan ciro kaybının giderilmesinden oluşacak katma değer kıyaslanarak uygulamaya geçirilmelidir.

Matematiksel modelimizi kullanacağımız satış ve envanter verileri kaynak olarak kullanıldı. Modelimizi bilgisayar ortamında uygulanabilir hale getirmek için Microsoft Office Excel, Matlab, Microsoft Visual Studio(C#.NET yazılımı için), R (istatistiksel programlama) kullanıldı. Projemiz kapsamında matematiksel modelimiz için literatür kaynakları kullanıldı, bunlardan başlıcaları:

- Vulcano, G., G. Ryzin, R. Ratliff. Estimating Primary Demand for Substitutable Products from Sales Transaction Data. New York: New York University, 2011.
- Conlon, C., J. H. Mortimer. Demand Estimation Under Incomplete Product Availability. Cambridge: Harvard University, 2008.
- Anupindi, R., M. Dada, S. Gupta. Estimation of Consumer Demand with Stock-Out Based Substitution: An Application to Vending Machine Products. Illinois: Northwestern University, 1998.



## TEŞEKKÜR MESAJI

### A101 Yeni Mağazacılık Sistem Geliştirme Müdürü'nden

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü ile işbirliğimiz 2013 yılında da devam ediyor. Rekabetin yoğun olarak yaşandığı perakende sektöründe, A101 pazar payını sürekli büyüten ve sektöre yenilikçi bakış açısıyla yön veren, hızlı adımlarla hedeflerine yürüyen bir oyuncu. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü ile olan işbirliğimiz sayesinde süreçlerimizi yönetmekte bilimsel bakış açısından, literatür çalışmaları vasıtasıyla kabul ve test edilmiş tekniklerden, uygulamalardan faydalanmayı ve bunları şirket kültürüne dahil etmeyi hedefliyoruz. Aynı zamanda da proje ekibi öğrencilerimize teorik bilgilerini pratiğe aktarmaları, perakende sektörünü tanımaları için uygun bir ortam sağlıyoruz. Bu sene proje ekiplerimiz ile, perakende için oldukça önemli iki konu olan “sıfır satma maliyeti” ve “sipariş politikalarının sisteme etkisi” konuları üzerine çalıştık. Projeler kapsamında Ankara bölgemiz için yapılan uygulamaları bütün bölgelerimize yaygınlaştırmayı planlıyor, katma değerli geri dönüşler olacağını öngörüyoruz.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği akademisyenlerine ve öğrencilerine gayretli çalışmaları ve katkıları için teşekkürlerimizi sunarız.

H. Esra Özpolat  
A101 Yeni Mağazacılık A.Ş  
Sistem Geliştirme Müdürü

## **Havayolu Ulaşımında Tarife Eniyilemesi ve Otomasyonu**

### **AnadoluJet**

#### **Proje Ekibi**

Nazlı Akar  
Başak Kepir  
Çağıl Koçyiğit  
Işıl Koyuncu  
Melis Beren Özer  
Tunca Türkoğlu

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Melih Akif Gürbüz  
AnadoluJet, Tarife ve Network Planlama Mühendisi

#### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Türk Hava Yolları'na ait bir marka olan AnadoluJet, 23 Nisan 2008 tarihinde Ankara merkezli olarak 5 uçaklı filosuyla hizmet vermeye başlamıştır. AnadoluJet uygun ücretlerle güvenli, hızlı ve zamanında uçuşlarla düşük maliyetli hava taşımacılığı iş modelini benimsemesinin yanı sıra, Anadolu'da mümkün olan en fazla noktaya uçuş hizmeti vermeyi amaçlamaktadır. Bu anlayışla, aynı zamanda Türkiye'de hava taşımacılığına olan talebi arttırmayı hedeflemiştir. Günümüzde 18 uçaklık filosuyla, İstanbul merkezli uçuşlar dahil olmak üzere yurtiçinde 39 farklı noktaya uçarak sektörünün liderlerinden biri konumuna gelmiştir.

## Proje Tanıtımı

AnadoluJet'in vizyonu ve misyonu göz önüne alındığında, uçuş ağı planlaması şirket için önemli bir faaliyettir. Var olan sistem analiz edildiğinde, şirketin uçuş ağı yapısının "Hub&Spoke" modeline dayandığı ve günlük dört dalga formunu benimsediği görülmektedir. Hub&Spoke modeli, en az bir uçuş noktasının merkez ("hub") olarak alındığı ve diğer uçuş noktalarının ("spoke") bu merkeze bağlı olarak gidiş geliş trafiğinin oluşturulduğu ağ modelidir. "Dalga" ise uçuş ağı merkeziyle uçuş noktası arasındaki bir gidiş-geliş hareketidir. Dalgaların senkronize edilmesi, aktarmalı yolcuların uçuş ağı merkezinde bekleme süresinin azaltılması açısından önemli bir operasyondur.

Şirketin mevcut uçuş ağı incelendiğinde iki temel konuda iyileştirmeye gereksinim duyulduğu ortaya çıkmaktadır: i) günlük ortalama uçak kullanım oranlarının ve ii) aktarma yapan yolcu memnuniyetinin artırılması. Geliştirilen projenin amacı, mevcut durumda yoğun çalışmalar neticesinde manuel olarak hazırlanan sezonsal uçuş tarifelerini çıktı olarak veren, tarife oluşturma aşamasında uçak kullanım oranlarını ve önceki yıllardan elde edilen aktarmalı yolcu istatistiklerini temel ölçüt olarak alan bir model tasarlamaktır.

Proje kapsamında geliştirilen sistem çıktısı, şirketin Uçuş Ağı Bölümü'nün tarife oluşturma sürecinde kullanılacaktır. Oluşturulan yazılımın, tarife oluşturma sürecini hızlandırması, tarife eniyilemesiyle görevli şirket çalışanı için karar destek sistemi görevi görmesi, aktarma yapan yolcuların uçuş ağı merkezinde ("hub") bekleme sürelerinin azaltılması ve kaynak kullanımının eniyilenmesi projenin temel kazanımlarıdır.

Geliştirilen proje fikrinin firma düzeyinde ve uluslararası düzeyde önerdiği yenilikler sırasıyla şu şekildedir: i) Mevcut sistemde uçuşları uçaklara atama işlemi elle yapılırken, oluşturulan sezgisel algoritma Java ile kodlanarak firmada insan eliyle yapılagelen işler için bir karar destek sistemi oluşturulmuştur ve ii) düşük fiyatla hizmet veren havayolu taşımacılığı firmaları (low cost carrier) maliyeti enazlamayı amaçlarken, önerilen model müşterilerin uçuş aktarma tercihlerini ve uçak erişilebilirliğini temel kısıtlar olarak almış, aktarma yapan yolcu memnuniyetini arttırmayı amaçlamıştır.

Proje, matematiksel model oluşturulması ve bu modelin çalışma prensibinden yola çıkarak sezgisel bir yöntemin geliştirilmesi olmak üzere iki koldan yürütülmüştür. Matematiksel model ile maksimum

kullanım oranı ve aktarma yapan yolcu memnuniyeti artışı amaçlanmış; bu doğrultuda en iyi çizelgeyi çıkaracak yeterliliğin sağlanması için bir günü 5 dakikalık periyotlara bölerek uçuş saatlerini çıktı olarak veren bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model ile, yukarıda bahsi geçen yenilikler açısından ilgili literatüre katkı sağlanmıştır. Modelin çözümünde Xpress programı kullanılmıştır. Matematiksel modelin amaçlarını ve çalışma prensibini temel alan ve buna ek olarak performans değerlerini hesaplayarak tarifeler arasında karşılaştırma yapma olanağı sağlayan sezgisel yöntem ise Java ile kodlanarak, “Opschedular” olarak adlandırılan şirket kullanımına uygun bir arayüz yazılımı ile tamamlanmıştır.

Matematiksel ve sezgisel modeller AnadoluJet 2012 yaz tarifesinin cumartesi günü verileri girdi alınarak çözülmüştür. Xpress çıktısı ve şirketin projeden önceki 2012 yaz tarifesi çizelgesi saat-uçak numarası ile birlikte sırasıyla gösterilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. Matematiksel Model ve şirket çizelgeleri



Şekildeki çizelgelerde matematiksel model ile elde edilen uçak sayısı ve günlük dört dalga yapısındaki değişimler görülmektedir. Matematiksel ve sezgisel metotların sonuçlarına göre; uçak kullanımında sağlanan iyileştirmeler ile 2012 Yaz Tarifesi'nde 8.91 saat olan ortalama uçak kullanım sürelerinde matematiksel model ile %31.6, sezgisel model ile %20.4 iyileştirme sağlanmıştır. Elde edilen kullanım süreleri, Ryanair ve Easyjet gibi Avrupa'da maliyeti enazlamayı amaçlayan sektör liderleriyle karşılaştırılmıştır. Sırası ile 11 (Boesch, 2005) ve 10.9 saat (EasyJet, 2009) olan bu süreler, projenin başarısını ölçmek açısından önemli göstergelerdir. Bahsi geçen firmaların birincil ölçüt olarak maliyeti enazlamayı amaçladıkları bilinmektedir. Karşılaştırma sırasında proje kapsamında geliştirilen modelin aktarma

yapan yolcu memnuniyetini arttırmayı da temel hedefleri arasına kattığı göz önünde bulundurulmalıdır. İlgili veriler Tablo 2’de görülebilir.

Tablo 2. Günlük Uçak Sayıları ve Ortalama Uçak Kullanımları

	Kullanılan Uçak Sayısı	Ortalama Uçak Kullanımı (saat/gün)
Mevcut Durum	14	8.91
Matematiksel Model	11	11.7
Sezgisel Model	12	10.7

Aktarma yapan yolcu memnuniyetindeki artışı belirlemek için aktarma süreleri ve bu süreler içerisinde aktarma yapan yolcu sayıları incelenmiştir (Tablo 3):

Tablo 3. Günlük Aktarma Yapan Yolcu Sayıları

Aktarma Yapan Kişi Sayısı		
Aktarma Süresi	Matematiksel Model	Sezgisel Model
35-45 dakika	217	366
46-60 dakika	361	244
61-90 dakika	29	67
35-90 dakika	607	677

Matematiksel model günlük 1 buçuk saat içinde 607 (toplam aktarma yolcularının %62’si) yolcuya aktarma verirken, sezgisel yöntem 677 (toplam aktarma yolcularının %69’u) yolcuya aktarma olanağı sağlamıştır.

Proje kapsamında geliştirilen matematiksel ve sezgisel modeller, bağlantı sürelerini iyileştirerek aktarma yapan yolcu memnuniyetini arttırmakla birlikte, uçak kullanım oranlarını da eniyilemektedir.

Proje modeli, havayolu sektöründe tarife oluşturma faaliyetlerinde ya da kargo taşımacılığı gibi ulaşımda sürenin, eşlemenin ve taşımacılık hareketleri arası uyumluluğun önemsendiği benzer sektörlere uyarlanarak kullanılabilir niteliktedir.

### Kaynakça

Boesch, Frederick. *Ryan Air Modeli - Avrupa Havacılık Pazarındaki Başarısı ve Etkisi*. 2005

EasyJet. 2009. “6 aylık sonuçlar 31 March 2009'a kadar”  
[http://www.easyjet.com/common/img/interim\\_results\\_2009\\_statement.pdf](http://www.easyjet.com/common/img/interim_results_2009_statement.pdf)  
PDF 21.11.2012 tarihinde erişildi.

## TEŐEKKÖR MEKTUBU

### **ANADOLUJET Tarife ve Network Planlama MÖdÖrÖ'nden**

Dinamik havayolu sektÖründe TÖrk Hava Yolları bÖnyesinde 5. yaŐını kutlayan AnadoluJet markası olarak sÖrekli yenilenme ve gelişim ihtiyaçı hissediyoruz. Bilkent Üniversitesi EndÖstri MÖhendisliği BÖlÖmÖ organizasyonunda gerÖekleŐen üniversite sanayi işbirliği projelerinde yer almaktan mutluluk duyuyoruz.

“Havayolu Ulaşımında Tarife Eniyilemesi ve Otomasyonu” baŐlıklı proje ile oluşturulan karar destek sistemi tarife planlama sÖrecinde daha etkin ve verimli ÖalıŐma imkânı oluŐturacaktır. Projede geliştirilen Öok amaÖlı eniyileme yÖntemleri yaklaşım olarak sektÖrde daha sonra yapılacak araŐtırmalara ışık tutması yÖnÖyle değer oluşturmaktadır.

AnadoluJet ailesi olarak proje sÖresince keyifli ve verimli bir Şekilde ÖalıŐma imkanı bulduğumuz Bilkent Üniversitesi EndÖstri MÖhendisliği ailesine ve proje ekibimize Özverili ÖalıŐmaları iÖin teşekkür ediyoruz ve işbirliğimizin devamını temenni ediyoruz.

Zekeriya Coştu  
AnadoluJet Tarife ve Network Planlama MÖdÖrÖ

# **Tedarikçi Firmalar için Rampa Randevu Sistemi Tasarımı ve Uygulanması**

## **Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası**

### **Proje Ekibi**

Sinan Altuğ Ataş  
Cemre Emralioğlu  
Serpil İkiz  
Yiğit Özaslan  
Ömer Şirin  
Tolga Tansi

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi, 06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

N. Tanzer Tunçalp  
Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, Üretim Yöneticisi

### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. M. Selim Aktürk  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **Firma Tanıtımı**

1992 yılında Ankara'da temeli atılan Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, 1993 yılının Eylül ayında ilk denetim üretimini yaptıktan sonra aynı yılın Ekim ayında seri üretime başlamıştır. Senelerin verdiği deneyimin etkisi ile günlük üretim miktarı yıllar geçtikçe büyük bir artış göstermiştir. Toplam 109,000 m<sup>2</sup> alanı kaplayan işletme, sahip olduğu yenilikçi depolama ve modern üretim sistemleri ile günlük üretim miktarını daha da arttırmaya uygun bir ortam oluşturmaktadır. İşletme, 720'ye yakın ürün gamına sahiptir. İşletme, sahip olduğu bu geniş ürün yelpazesi sayesinde müşterilerine farklı bulaşık makineleri sunmakta ve daha geniş bir kitleye hitap etmeyi başarmaktadır. Dünya bulaşık makinesi pazarının %9'u Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesinde üretilmektedir. 81 farklı ülkeye ihracat yapmakta olan işletme, sahip olduğu büyüme potansiyeli ve konuçlandığı bölge itibari ile dünya bulaşık makinesi pazarında basamakları hızla tırmanmakta ve ülkemizin en önemli üretim tesislerinden biri haline gelmektedir.

## Proje Tanıtımı

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi'nde, tedarikçi kamyonlarının belli bir sisteme göre hareket etmemesi, araç boşaltımı sırasında uzun bekleme sürelerine yol açarak, üretimde ihtiyaç duyulan malzemelerin üretime girmesi sırasında riske ve tedarikçileri zor durumda bırakabilecek gecikmelere neden olmaktadır. Ürün kabul alanındaki yetkililerin problem üzerindeki incelemeleri, fabrikaya gelen kamyonların, düzensizlikten dolayı uzun süreleri aşan bekleme süreleri yaşadığını göstermektedir. İşletmenin, halihazırda, tedarikçileri için kullandığı bir randevulama sistemi bulunmamaktadır; şirketler teslimatlarını tecrübeye dayalı zaman dilimlerinde fabrikaya göndermektedirler. Fakat tecrübeye dayalı sistemde birden fazla tedarikçi aynı zaman diliminde kamyonlarını gönderdiğinde mal kabul sırasında uzun bekleme süreleri oluşmaktadır. Bu sistemin hem fenni hem de sürdürülemez olması, geliştirilen çözümlerin gözle görülür iyileştirmeler getireceğini öngörmemizi sağlamaktadır. Bu projenin amacı, zaman kaybının önüne geçerek, malzeme stok düzeyini düşürebilecek ve üretimin durmamasını garantileyecek bir şekilde tedarikçi firmalar için rampa randevu sistemi tasarlayıp uygulamaktır. Geliştirilen sistemler dinamik ve statik randevulama sistemleri olmak üzere iki başlıkta toplanmaktadır. Statik randevu sistemi Excel programı üzerinden VisualBasic kodu ile macro yazmak sureti ile geliştirilmiştir. Dinamik sistem ise üretim planı ve tedarikçi bilgilerini içeren Excel tablolarından verilerin çekilerek Java platformu üzerine aktarılması ile gerçekleştirilmiştir.

Proje başarılı olduğu takdirde, kamyonların boşaltım için uzun saatler beklemesinin önüne geçilecek, ihtiyaç duyulan ürünlerin ihtiyaç duyulduğu saatlerde tedarik edilmesi sonucu tutulan malzeme stok miktarında düşüş sağlanacaktır. Proje çıktısı ile Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, tedarikçi firmalar için geliş saatlerini belirlemiş olacak, olası araç bekleme sürelerinin ve eksik dağıtımların önüne geçecektir.

Proje çıktıları, özellikle kurulum süreleri yüksek üretim yapan, birçok tedarikçiye sahip ve envanter düzeyini düşük seviyelerde tutarak kârını artırmak isteyen fabrikalar için büyük katkı sağlayacaktır.

Proje fikrinin içerdiği yenilik unsuru, özellikle, firmanın kullanacağı düzeydedir. Proje yöntemi, belirli etkenlere göre tedarikçileri önceliklendirir ve risk faktörlerini göz önünde bulundurarak randevu saatlerini sunar. Sistem her tedarikçi için, günlük ihtiyaca göre, yapması gereken teslimat sayısını ve teslimatın yapılması gereken zaman aralığını sunar. Sistemin, günlük üretim gereksinimini baz alarak çalışması, onun en büyük üstünlüklerinden biridir.

Statik randevu sisteminin en önemli özelliği, tedarikçilerin sayısı ve günlük üretim sayısı değişmediği sürece, tedarikçi firmaların kamyonlarının ve tırlarının geliş düzenlerinin aynı kalmasıdır. Sistem



geliştirilirken, herbir tedarikçiye öncelik değeri tayin edildi. Bu değer, her bir tedarikçinin geliş sıklığının geçmiş bilgilerine bakılarak verildi; tedarikçi ne kadar sık geldiyse, öncelik değeri de o kadar yüksek tayin edildi. Excel programında VisualBasic kodu yazılarak tedarikçilerin araçları öncelik değerlerine göre sıraya konuldu. Halihazırda bulunan iki indirme rampası zaman aralıklarına bölündü. Zaman aralıkları sabit tayin edilmekle beraber, tedarikçi kamyonlarının geçmiş boşaltım sürelerinin regresyon analizi yapılarak en makul zaman aralığı bulundu. Tedarikçilerin gün içerisinde geliş sayısının, sahip oldukları araç sayılarından büyük olma ihtimaline karşı, aynı firma kamyonlarının aynı zaman diliminde gelmeleri VisualBasic kodu ile engellendi. Makro çalıştırıldığında, tedarikçi firmalar, sabit zaman dilimlerini dolduracak şekilde zaman çizelgesine yerleştirildi. Makro günlük veri verecek şekilde çalıştırıldı.

Dinamik randevu sistemi, fabrikanın üretim planını, ürün ağaçlarını, malzeme stok seviyeleri bilgisini, herbir malzemenin sipariş miktarlarını ve tedarikçi bilgilerini değişken olarak kullanarak günlük ihtiyacın randevu çizelgesini oluşturmaktadır. Günlük üretilen bulaşık makinesi modelleri, ürün ağaçları ve envanterdeki malzeme miktarları, Java'da ilgili sınıf tarafından, Excel dosyalarından okundu ve her bir malzemeye öncelik değeri atandı. Öncelik değeri alan malzemeler, tedarik edildikleri firmalar ile eşleştirilerek tedarikçi firmalara öncelik değerleri verildi. Bu sayede randevu sistemi için firmaların geliş sırası belirlendi. Varolan iki indirme rampası zaman aralıklarına bölündü ve aralık uzunlukları Statik Randevu Sisteminde kullanılan hesaplama metodu ile hesaplandı. Aynı zaman aralığında aynı firmanın kamyonlarının bulunmaması için öncelik değerleri dinamik hale getirildi; bir kez rampaya giren tedarikçi firmanın öncelik değeri program sayesinde düşürüldü. Ek olarak, malzeme indirme alanının fiziksel kapasitesi, kısıt olarak, Java programlama dilinde tanımlandı. Kamyonlar alana indirme yaparken, indirilen malzeme hacmi indirme alanının kapasitesini aştığında program bir sonraki zaman aralığına tedarikçi firma kamyonunu atamamaktadır. Program çıktısı amacına uygun bir şekilde farklı üretim planlarında ve farklı envanter değerlerine tepki verecek şekilde randevu çizelgesi çıkardı.

Arçelik yetkilileri iki sistem için de tedarikçilerin randevularına uyma noktasında sorun yaşamayacaklarını öngördüklerini belirttiler. Zira, geliştirilen sistemler de oluşturulan randevu zamanlarına kendilerini hazırlayabilecek kadar süre tanımaktadır. Zaman çizelgesinde bulunan zaman aralıklarının hesabı için, Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi'nden, tedarikçi firmaların kamyonlarının geçmiş boşaltım sürelerinin bilgileri alındı. Hassas bir zaman dilimi hesabı için, eldeki bilgiler, regresyon analizinde kullanıldı. Çizelgede sapma

olmaması için belirlenen zaman aralığında indirme süresine güvenlik süresi eklendi. Ayrıca, indirme alan kısıtı yazılırken, bir zaman aralığı süresi içerisinde, malzeme indirme alanının görevliler tarafından hacimsel olarak ne kadar boşaltıldığına bilgisi gözlemlendi.

Sonuç olarak, iki farklı çözüm yolu düşünülerek yaratılan randevu sistemleri, tedarikçi firmalar için, günlük veri sağlayacak şekilde, belirli saatlerde belirli indirme rampalarına randevular atayacaktır. Projenin başlangıç zamanlarında indirme rampalarında görülen ve tedarikçi firmaların kamyonlarının, vardiya zaman aralığını dahi geçen, sıra bekleme süreleri son bulacaktır. Statik ve dinamik randevu sistemlerinin kendilerine özgü avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Statik sistemde üretim planı, tedarikçi bilgileri ve sipariş bilgileri girdi olarak kullanılmadığından, olası üretim planı değişikliğinde, sistem istenilen randevu sırasını veremeyebilir. Fakat bu sistem tedarikçilere sabit randevular verdiğinden, firmalar üzerindeki tedarik baskısını azaltacaktır ve randevularını kaçırma ihtimallerini en aza indirecektir. Dinamik sistem, tedarikçilerin Arçelik İşletmesi'ne sağladığı ürün miktarı gibi değişkenlere hassas olduğundan, olası değişimlere adapte olacak ve tedarikçiler için doğru ve güvenilir randevular verecektir. Ek olarak, Java programlama dilinde geliştirilen algoritma, girdileri kendi sınıfları içerisinde almayıp, Arçelik İşletmesi tarafından sağlanan Excel dosyalarından aldığından, yeni tedarikçi eklemeleri ve tedarik edilen ürünlerdeki değişimler gibi durumlara tepki vermekte, ve yeni düzene ayak uyduracak şekilde çalışmaya devam etmektedir. Bir başka deyiş ile, programı kullanacak olan görevlinin yeni koşulları sisteme adapte etmesi gerekirse, Java programlama dilini öğrenmesi gerekmeyecek, tüm işlemler Excel üzerinden gerçekleştirilebilmektedir; zira kullanılacak Excel dosyaları, Arçelik İşletme'sinin ERP programından çekilmektedir. Ayrıca programda takvim üzerinden istenilen gün seçilerek, o günkü randevu saatleri kolayca görüntülenebilmektedir. Arçelik İşletmesi istediği takdirde, randevu gününden önce, istenilen firmaların zaman çizelgesindeki yerleri elle değiştirilebilmektedir. Fakat değişen üretim planından dolayı, randevular tedarikçiler için günden güne değişecektir, ve bu durum firmalar üzerinde ürün yetiştirme stresi yaratabilme potansiyeline sahip olup, randevuların yetişmesi konusunda sorunlara yol açabilir.

#### **Kaynakça**

- ARÇELİK A.Ş.. (2011). İşletmeler. Retrieved from <http://www.arcelik.com/sayfa/57/Isletmeler>
- Mohammadi, R. Tavakkoli-Moghaddam, and J. Ramzi. "A New Model for Cross Dock Scheduling Considering Product Arrangement." Singapore: IACSIT Press, 2012. 46-49. Print.

## **Mal Kabul Rampaları İçin Dinamik Randevu Sistemi Tasarımı**

### **Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi**

#### **Proje Ekibi**

B. Aybüke Tekgöl  
Gökhan Ayaz  
Berkay Karatan  
H. Samet Akça  
Selin Atalay  
Gökhan Günkan

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Nevzat Can Güngör  
Arçelik Eskişehir Buzdolabı İşletmesi Endüstri Mühendisi

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu

#### **Firma Tanıtımı**

Koç Holding bünyesinde bulunan Arçelik A. Ş., 1955 yılında İstanbul'da kurulmuştur. Dayanıklı tüketim ve tüketici elektroniği sektörlerinde üretim, pazarlama ve satış sonrası destek hizmetleri ile faaliyet gösteren Arçelik A.Ş., yaklaşık 22.000 çalışanı; Türkiye, Romanya, Rusya, Çin ve Güney Afrika'da 14 üretim tesisi; dünyanın dört bir yanındaki satış ve pazarlama organizasyonu ve kendisine ait 10 markasıyla (Arçelik, Beko, Grundig, Blomberg, Elektrabregenz, Arctic, Leisure, Flavel, Defy ve Altus) 100'den fazla ülkede ürün ve hizmet sunmaktadır.

1975 yılında faaliyete geçen Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi (EBİ), 354,000 m<sup>2</sup>'lik yerleşkesi ve 80,000 m<sup>2</sup> kapalı alanı ile Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde hizmet vermektedir. bir çatı altında en yüksek kapasiteye sahip tek buzdolabı üretim tesisi olan EBİ, Arçelik A.Ş.'yi buzdolabı alanında Türkiye, Birleşik Krallık, Romanya ve Litvanya'da pazar lideri konumuna taşımıştır.

## Proje Tanıtımı

Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi, Türkiye dâhil pek çok bölge ülkesinin buzdolabı ihtiyacını karşılamaktadır. Üretilecek buzdolabının bazı parça ve malzemeleri yurtiçi ya da yurtdışında yer alan yardımcı sanayilerce karşılanmaktadır. Kasa ve/veya konteynır olmak üzere iki farklı kutu tipiyle teslimat yapan Eskişehir içi yardımcı sanayiler, tedariki iki farklı mal kabul rampasına teslim edebilmektedirler. Bu yardımcı sanayileri sağladıkları mal açısından *kablo grubu* ve *plastik grubu* olarak ikiye ayırmak mümkündür. Yardımcı sanayilerin teslim ettikleri malzeme, otomatik depolama ve çekme sistemi (AS/RS) tarafından geçici olarak tutulmaktadır. AS/RS'nin 4 konteynır, 3 kasa vinci bulunmakta; bu sisteme gönderilen malın konteynır/kasa oranında dengeli olması gerekmektedir. Şu an işletme, yardımcı sanayilerin teslimat yapma sıklığı verisine dayanarak, bir yardımcı sanayinin, günlük teslimat miktarına bakılmaksızın her gün sabit sayıda teslimatı aynı saat dilimlerinde yaptığı, randevuların birer saat olduğu, AS/RS gereklerinin karşılanmakta zorlanıldığı statik bir çizelge kullanmaktadır. Problem, kullanılan çizelgede, tedarikçilerin *i)* değişen randevu sayısı ihtiyaçlarının, *ii)* bir araçta getirdiği malın kutu tipinin, *iii)* sahip olduğu araç sayı ve kapasitelerinin ve *iv)* “bir aracın boşaltılması” olarak tanımlanan servis sürelerinin göz ardı ediliyor olmasıdır. Bu proje, çizelgelemenin dinamik bir yapıya kavuşturulmasıyla, *i)* her bir tedarikçinin günlük randevu sayısının belirlenmesini, *ii)* aynı zaman aralığında iki rampadan indirilen kutu sayılarının kutu tipine göre dengelenmesini, *iii)* iki rampada aynı anda kablo grubu tedarikçi bulunmamasını, *iv)* tedarikçinin iki teslimatı arasında ihtiyaç duyduğu sürenin göz önüne alınmasını, *v)* servis sürelerinin o teslimatta kullanılacak araç kapasitesine göre belirlenerek atanmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

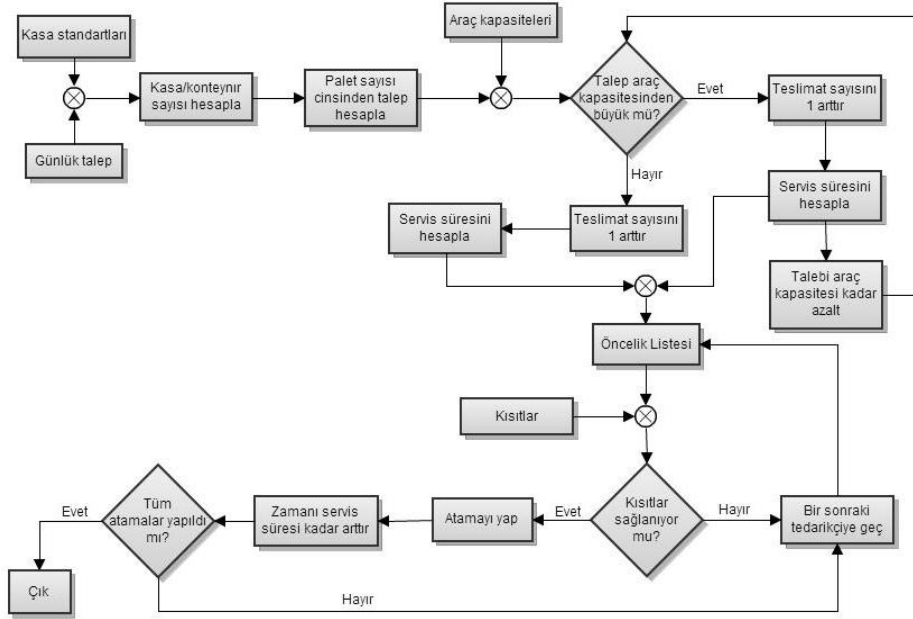
Çizelgeleme yönteminin bu amaçlarla yeniden düzenlenmesi, işletme düzeyinde zamandan tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Literatür taraması doğrultusunda daha önce benzer çalışmalar yapıldığı sonucuna varılmış; ancak yürütülen projenin bu çalışmalarla temel birtakım farklılıkları olduğu gözlenmiştir: Örneğin, Yarman vd. tarafından yapılan çalışmada yalnız araç boşaltma değil, boş kasa yükleme zamanları da göz önüne alınmış; boşaltmalara forklift ataması gerçekleştirilmiştir. Bu rapora konu olan projede ise mal indirme işlemi bir çalışan tarafından el transpaleti ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, bu projeye, hazırlanan algoritma doğrultusunda çalışan bir program da hazırlanmıştır. Bu program işletmenin ticarî ürün olarak satılan benzer çizelgeleme sistemlerini satın alma ihtiyacını ortadan kaldırmıştır.

Bununla birlikte, piyasada benzer ticarî ürünler bulunduğundan, hazırlanan programın telif haklarının alınması söz konusu değildir.

Projeye konu olan problemin çözülebilmesi için, öncelikle problemin niceliksel tanısı konulmuştur. Buna göre, işletmenin kullandığı ve teslimat bilgilerinin tutulduğu çevrimiçi portal aracılığıyla veri ayıklaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla, her bir sevkiyatta aracın rampaya yanaşmak için randevu saatinden itibaren ortalama 22 dakika beklediği ve rampadan ayrılmada yaşanan gecikmenin de ortalama 15 dakika olduğu belirlenmiştir. Buna göre, sevkiyat büyüklüğünü yansıtmayan bir saatlik sabit boşaltma süresi, gün içinde tedarikçi kamyonlarının vakit kaybetmesine yol açmaktadır. Bu motivasyonla, her bir kutu tipi için kamyonlardan indirme ve AS/RS'ye gönderme süreleri üzerine zaman etüdü uygulanmıştır. Kutu tiplerinin servis süresinde önemli bir fark yaratmadığı görülmüş; dolayısıyla servis süreleri palet başına (bir palet = üç konteynır ya da on kasa) 3 dakika olarak standardize edilmiştir. Veri ayıklaması aracılığıyla bir tedarikçinin en çok hangi kutu tipi ile teslimat yaptığı da belirlenmiştir. Projenin vereceği bir aylık çizelge çıktısı çevrimiçi portal üzerinden tedarikçilerle paylaşılacak ve proje hedeflerinin gerçekleşip gerçekleşmediği, kamyonların bekleme ve gecikme yaşayıp yaşamadığı bu portalda tutulan veri yardımıyla takip edilecektir.

İşletmeye ilişkin verilerin derlenmesinin ardından, öncelikle problemin türü belirlenmiştir. Proje çıktısının birinci paragrafta özetlenen tüm hedeflerin (kısıtların) sağlandığı, uygulanabilir bir çizelge olması beklendiğinden; sorunun kısıt sağlama problemi olduğuna karar verilmiştir. Ardından, çizelgeleme probleminin modellenmesi gerçekleştirilmiş ve amaç fonksiyonu, her tedarikçinin yapacağı teslimatın, günlük ihtiyacı geçmemesi kaydıyla, maksimize edilmesi olarak belirlenmiştir. Model *XPress-MP* aracılığıyla çözülmüş; küçük örneklemeler için sonuç alınmıştır. Daha sonra, bilgisayar programının *VisualBasic.Net* üzerinden kodlanması aşamasına geçilmiş; bu aşamada proje ekibi tarafından geliştirilen algoritmadan faydalanılmıştır (Şekil 1). Geliştirilen programla çevrimiçi portal arasındaki veri akışı *SQL Server* ile sağlanmıştır.

Proje kapsamında bugüne kadar, öncelikle veri toplama ve etütleri gerçekleştirilmiş; ardından matematiksel modelleme yapılmış ve algoritmanın kodlanmasına geçilmiştir. *VisualBasic.Net* platformunda yapılan kodlama, şirket tarafından beklenen çıktıyı vermektedir: Hangi tedarikçinin, saat kaçta, hangi aracıyla, hangi rampaya yanaşacağı hesaplanmaktadır. Bugüne kadar, herhangi bir günün verileri ile çalışıldığında, güncel durumda 3 vardiya/24 saat boyunca çalışan rampaların, yeni sistemde iş yükünü ortalama 15 saat/rampa çalışarak tamamlayabileceği görülmüştür.



Şekil 1. Geliştirilen çözüm akış şeması.

Proje kapsamında işletmenin elde edeceği potansiyel faydalar şunlardır:

- Her iki rampanın kullanım saati dengelenerek, kamyon boşaltmaya ayrılan işgücünün optimal şekilde kullanılması.
- Acil durum rampasına duyulan ihtiyacın giderilmesi.
- Kutu sayısının kasa/konteynır tipine göre dengelenmesiyle geçici indirme alanlarında yoğunluğun önüne geçilmesi.
- Yardımcı sanayilerin uzun bekleme süreleri ve kuyruklara maruz kalmaması.

Bu anlamda, projenin işletmeye insan gücü, verimlilik ve etkililik anlamında fayda sağlayacağını ifade etmek mümkündür.

### Kaynakça

M. Yarman, G. Ertek, A. C. Tombuş, Ö. Tombuş. Rampa Çizelgelemesi için Model Bazlı Yaklaşımlar. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 30. Ulusal Kongresi Bildiri Özeti [Çevrimiçi], s. 271. [http://www.yaem2010.org/bildiri\\_ozeti.pdf](http://www.yaem2010.org/bildiri_ozeti.pdf)

CarrierPoint DockMaster.

<http://www.carrierpoint.com/solutions/schedule.html>

Arçelik A.Ş. İşletmeler. Erişim: 25 Nisan 2013.

<http://www.arcelikas.com/sayfa/57/Isletmeler>

## **Kutu Tiplerinin Standardize Edilmesi ve Paketleme Sisteminin Geliştirilmesi**

**Arlight A. Ş.**

### **Proje Ekibi**

İdil Damla Bingöl  
Ömer Faruk Candemir  
Zeynep Karaman  
Baran Özkan  
Cem Zaimoğlu

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Şeyda Tan Yazıcı

### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Oya Ekin Karaşan  
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### **Firma Tanımı**

Arlight 1991 yılında Ankara'da kurulmuştur. 10.000 m<sup>2</sup> iç alanı ve 14.000 m<sup>2</sup> dış alanı ile Kazan'da bulunmaktadır. Şirketin yurt içinde ve yurt dışında geniş bir müşteri kitlesi bulunmakta, müşterileri hastaneler, alışveriş merkezleri, çeşitli banka şubeleri gibi çok farklı sektörlerden olabilmektedir. Arlight ortalama olarak aylık 30.000 – 35.000, günlük 1800 birim ürün üretim kapasitesi ile sektöründe fark yaratmaktadır.

## Proje Tanıtımı

Arlight, temel olarak aydınlatma armatürleri, kablo taşıma sistemleri, acil aydınlatma ürünleri, spotlar ve led ürünleri üreten bir şirkettir. Müşteri isteğine bağlı olarak özel tasarım ürünler de üretilmektedir.

Kutu tiplerinin standardize edilmesi ve paketleme sisteminin geliştirilmesi projesinin ortaya çıkmasının iki ana sebebi vardır. Bunların ilki, şirketin geniş ürün yelpazesi dolayısıyla paketleme için çok sayıda farklı kutu tipi kullanması ve ikincisi kutu envanter kayıtlarının manuel listeleme yöntemiyle tutulması ile ortaya çıkan departmanlar arası koordinasyon ve güncellik eksikliğidir. Bu problemler göz önünde bulundurularak, proje çıktılarının şirkete daha organize bir paketleme sistemi ve envanter kontrol sistemi sunması beklenmektedir. Bu sonuçlara ulaşmak için yapılan çalışmaların getireceği yenilik şirket bazında olacaktır. Çünkü gerek kutu tiplerinin standartlaştırılması, gerek envanter kontrol sistemi için yeni barkod sisteminin oluşturulması şirketin problemlerine özel olarak tasarlanmış çözümlerdir.

Projenin ortaya çıkmasına neden olan problemler ikiye ayrıldığından proje iki kısımda yürütülmektedir. İlk kısmı kutu tiplerinin standardizasyonu, ikincisi ise envanter kontrol sistemidir. Kutu tiplerinin standardize edilmesinde satış raporlarından faydalanılarak şirket tarafından en sık kullanılan kutular belirlenmiş, şirketle yapılan görüşmeler sonucunda 29 kutuda karar kılınmış ve böylece proje başlangıcında 305 olan kutu tipi sayısı 29'a indirilmiştir. Proje grubu tarafından oluşturulan bir matematiksel model yardımıyla, 29 kutuya şirket tarafından belirtilen tolerans sınırları içerisinde 555 ürün sığıdığı belirlenmiştir. Bahsedilen 555 ürün haricindeki ürünlerin bir kısmı kutu harici yöntemlerle, bir kısmı ise özel sipariş üzerine yaptırılan kutularla paketlenmektedir. Kutulama sisteminde şirket tarafından onaylanan Airplus dolgu makinasının kullanılmasına karar verilmiş ve tolerans sınırları belirlenirken dolgu maddesinin kalınlığı ve dayanıklılığı gibi özellikleri göz önünde bulundurulmuştur.

Projenin ikinci kısmını oluşturan envanter kontrol sistemi barkod sistemi kurulumu ve (S,s) politikasından oluşmaktadır. Barkod sistemi için grup tarafından Java'da yeni bir kod yazılmış olup, sistem, kutu stoklarının güncel takibini ve sipariş noktalarının anında belirlenebilmesini amaçlamaktadır. Arayüz oluşturulurken programın kullanıcıya kolaylık sağlamasına önem verilmiştir. (S,s) politikası ise EOQ (Economic Order Quantity - Ekonomik Sipariş Miktarı) Modeli ile emniyet stoğunun kombinasyonundan oluşan bir sipariş verme



mekanizmasıdır. (S,s) politikası barkod sistemine entegre edildiğinden verimli bir envanter kontrol mekanizması oluşturulması amaçlanmıştır.

Projenin ilk kısmı teorik olarak tamamlanmış, şirketin kullanacağı kutu ve dolgu maddesi seçilmiş ve proje uygulanmaya hazırdır. Kutu tiplerinin eliminasyonu tamamlanmış, uygun dolgu maddesi belirlenmiş, tolerans sınırları ürünlerin özelliklerine uygun olarak belirlenmiş ve proje uygulanmaya hazırdır. İkinci kısım için de benzer şekilde gerekli kodlar yazılmış, arayüzler oluşturulmuş ve uygulamaya hazırdır.

Henüz projenin uygulanmasına başlanılmamış ancak projenin teorik kısmı tamamlandığında mevcut kutu tipi sayısında %90 oranında bir azalma sağlandığı görülmüştür. Kutu tiplerinin elimine edilerek belirlenen 29 kutu tipinin kullanılması mali açıdan yeni kutular tasarlanmasından daha faydalıdır. Yeni kutu tasarlanması, teoride faydalı bir çözüm önerisi gibi görünse de, şirketle beraber kararlaştırılan kutu tiplerinin dolgu maddesi yardımıyla tüm ürünler için kullanılması şirketin problemine maliyet ve uygulanabilirlik açısından en uygun çözümdür. Yeni tasarım yapılması, envantere bulunan kutu maliyetlerine eklenecek olan yeni kutu maliyetleri nedeniyle şirkete ekstra yük oluşturabilir. Bu sebeple proje grubu varolan kutulardan dolgu maddesi ve ağırlık tolerans sınırı dahilinde faydalanma yoluna gitmiş ve mali açıdan en az yük oluşturacak çözümü bulmuştur. Azalan kutu tiplerinin uygulamada şirkete sağlayacağı faydalar arasında tedarikçi firmadan kaynaklanan kurulum ve sipariş maliyetlerinin azalması ve ilerleyen süre içerisinde tedarikçi firma sayısının azaltılması olarak belirlenmiştir. Bunun yanısıra paketleme sistemi içerisindeki düzensizliğin ve kayıt sisteminde oluşan karışıklıkların azalmasında da etkili olacaktır.

Projenin ikinci kısmında ise azaltılmış kutu tipi sayısının düzenli ve güncel kontrolü hedeflenmiştir. Emniyet stoğu oluşturarak ürün kıtlığını önleyip, talebe göre oluşturulan sipariş miktarları stok alanında gereksiz yığılmaları önleyecek şekilde ayarlanmıştır. Barkod sistemiyle desteklenen bu sipariş politikası, kutu stoğunda yaşanabilecek sorunları minimize etmeyi amaçlamaktadır ve kullanıma hazırdır. Oluşturulan envanter kontrol sistemiyle şirketin finansal tablolarını daha isabetli oluşturabilmesi ve kutu stoğunda üst düzey kontrol sağlanacaktır.

## Kaynakça

- De Koster, R., Le Duc, T., Roddbergen, K. J.(2007). "Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review.", European Journal of Operational Research, Bölüm: 182(2), 481-501.
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., Hoffman, T. H.( 1991). " Production Inventory and Management." South-Western Publishing Co., Ohio.
- Jin, Z., Ito, T., Ohno, K. (2003). "The Three-Dimensional Bin Packing Problem and Its Practical Algorithm.", JSME International Journal.
- Kang, J., Park, S. (2002). "Algorithms for the variable sized bin packing problem.", ELSEVIER, European Journal of Operational Research.
- Shyam, K. M. 2011. "Implementing the 5S Methodology for a Graphic Communications." *Management Laboratory on University of Winsconsin Scout.*
- Tracy, Joan I. 1986 "*Library Automation for Library Technicians: An Introduction.*", The Scarecrow Press, Londra.
- Wu, Y., Li, W., Goh M., Souza, R. 2009. "Three Dimensional Bin Packing Problem with Variable Bin Height.", Elsevier.
- EPA United States Environmental Protection Agency. "Lean Thinking and Methods" Web Magazine, Portland,  
<http://www.epa.gov/lean/environment/methods/fives.htm>. Son erişim tarihi: 10 Kasım 2011.
- Bimeks. "*Symbol DS6707 Karekod Barkod Okuyucu Ayak+Stand*". *Web Magazine, Türkiye,*  
<http://www.bimeks.com.tr/urun/112369/symbol-ds6707-karekod-barkod-okuyucu-ayak-stand.aspx>.

## **Kart Üretimde RFID Teknolojisi Uygulaması**

**ASELSAN**  
**SST Departmanı**

**Proje Ekibi**  
Ekin Oğuzer  
İnanç Bada  
Şükrü Katar  
Ömer Murat Gürak

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

**Şirket Danışmanı**  
Emre Özgenç Ekici, Aselsan  
Uzman Üretim Planlama Mühendisi, SST Departmanı

**Akademik Danışman**  
Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu

### **Firma Tanıtımı**

ASELSAN 1975 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından Türk ordusunun haberleşme cihaz ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kurulmuştur. Günümüzde Türk Savunma Sanayi'sinin en önemli kuruluşları arasında yer almaktadır. ASELSAN biri Macunköy biri de Akyurt'ta olmak üzere toplam iki farklı yerleşkede ana faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Macunköy tesislerinde Haberleşme ve Bilgi Teknolojileri, Savunma ve Sistem Teknolojileri (SST) ile Radar Elektronik Harp ve İstihbarat Sistemleri alanlarında üretim ve araştırma-geliştirme çalışmaları yapılırken Akyurt tesislerinde ise Mikro-Elektronik Güdüm ve Elektro-Optik alanlarında çalışmalar sürdürülmektedir.

## Proje Tanıtımı

Projeyi seçmemizin başlıca nedenleri ASELSAN'ın bize sunduğu bu projenin Endüstri Mühendisliği öğrencileri olarak teoride öğrendiklerimizi uygulayabilmemiz açısından oldukça elverişli olduğunu düşünmemiz ve ASELSAN gibi köklü ve prestijli bir şirket ile çalışmak istememizdir. Projemizin başarılı olması durumunda Aselsan Macunköy yerleşkesindeki ambarlarda malzeme kaybı ve düzenleme gibi olası riskler azaltılacak, sayımlar sırasında kolaylıklar sağlanacak, üretimin duraksadığı zaman dilimleri azaltılacak ve bunlar şirkete ekonomik ve teknolojik gelişmeler biçiminde yansıtacaktır. Savunma ve Sistem Teknolojileri Departmanı kart dizgi üretim hattında RFID uygulaması fizibilite çalışmasını içeren bu projenin amacı RFID / Barkod teknolojisini üretim hattına ve ambarlara uygulayarak makine ve insan gücünün boşa kalma süresini azaltmak ve böylece üretimdeki verimliliği arttırmaktır. Projede bu amaç doğrultusunda fayda-zarar hesaplamaları, maliyet hesabı ve senaryo analizleri yapılmış ve şirkete sağlanacak fayda yıllık olarak bulunmuştur.

Hazırlanan proje ve sunduğu teknoloji Türkiye'de yaygın olarak kullanılmamaktadır fakat uluslararası boyutta önemli şirketler tarafından benimsenmiştir ve kullanılmaktadır. RFID teknolojisi Türkiye'de yaygın olarak kullanılmamakla birlikte, barkod teknolojisine oranla daha hızlı ve doğru takip sağlamaktadır. ,

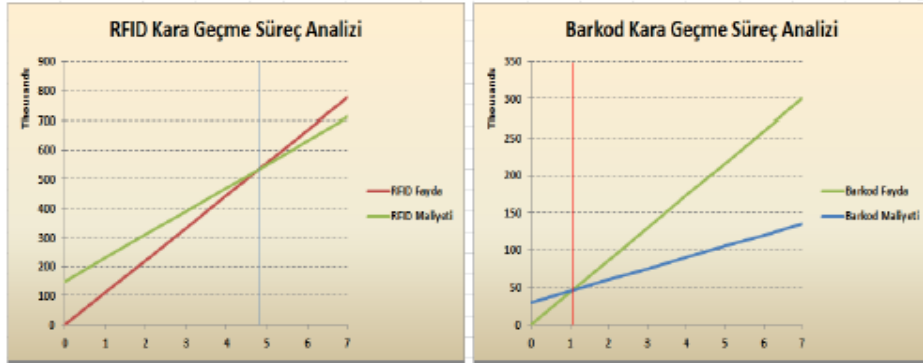
SST departmanında gerçekleştirilen bu proje kapsamında, ambarlardaki ve kart dizgi üretim hattındaki sorunlar (267 Ambarı, 201 Ambarı, Kart Üretim Hattı, Bacaklı Malzeme Montaj Hattı) gözlem ve sayım yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda sistemdeki malzeme akışı belli zaman aralıklarında gözlemlenmiş ve gelen iş emirlerine göre ambarlarda malzeme bulma süresi ve kart ile bacaklı malzeme montaj hattına gelen kitlerdeki eksik parça bekleme süreleri belirlenmiştir. Sistemin detaylı gözlemlenmesi sonucunda bir simülasyon hazırlanmıştır. Bu süreç içerisinde RFID teknolojisini üreten şirketler ile uygulama ve maliyet eksenli birçok görüşme gerçekleştirilmiş ve metodlar tartışılmıştır. Elde edilen; üretimin duraksama süreleri, kayıp malzemeye harcanan zaman gibi istatistikler ışığında, RFID ve barkod sistemi senaryo analizleri yapılmış ve simülasyonu oluşturulmuştur. Uygulama öncesi mevcut durum ve uygulama sonrası muhtemel durumların senaryo analizi yapılarak, kar-zarar verileri ortaya koyulmuştur.

Aşağıdaki tabloda RFID ve Barkod teknolojilerinin şirkete sağlayacağı faydalar belirlenen sorunlar bazında incelenerek bulunmuştur. Litaratür araştırması yapılarak ve bazı RFID şirketleri ile görüşerek elde edilen çeşitli kaynaklardan Barkod teknolojisinin

uygulanmasındaki toplam kurulum maliyeti yaklaşık 30,000 \$ bulunurken, sürdürme maliyeti yıllık 15,000 \$'dır ve şirkete sağlayacağı toplam fayda yıllık 43,000 \$ olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, RFID teknolojisi uygulaması için gerekli kurulum maliyeti 150,000 \$ sürdürme maliyeti yıllık 80,000 \$'dır ve şirkete sağlayacağı toplam fayda yıllık 111,120 \$ olarak ortaya çıkmaktadır.

Yıllık Fayda Analizi	Barkod	RFID
<b>Dizgi Başlangıcı Üretim Duruş Maliyeti</b>	40 üretim siparişi (aylık) x 0,55 (üretim duruş oran) x 2 saat malzeme bulma x 40 \$ = 1760 \$ / ay = 21,120 \$ / yıl	21,120 \$ / yıl
<b>Üretim İçi İşçilik Girişi</b>	10 kişi x 10 dk x 20 gün = 6000 dk / ay = 16,000 \$ / yıl	7000 dk / yıl = 56,000 \$ / yıl
<b>Ambar Sayımı</b>	İşçilik maliyetinde 10% azalma = 3000-5,000 \$ / yıl	İşçilik maliyetinde 50% azalma = 10,000 \$ / yıl
<b>Kaybolan Malzeme Bulunması (Ambar + Üretim)</b>		50 saat x 40 \$ x 12 ay / = 24,000 \$ / yıl

Tablo 1: Barkod ve RFID teknolojileri fayda hesaplamaları



Şekil 1: Barkod ve RFID kara geçiş süreç analizi

Projede bu aşamaya gelinilmesi için tanımlama ve analiz çalışmaları başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Sene boyunca disiplinli ve düzenli bir şekilde toplantılar gerçekleştirilmiş; toplanan istatistikler ışığında tutarlı ve şeffaf raporlar hazırlanmıştır. Bu raporlarda RFID sisteminin uygulama aşamasında kullanılacak komponent çeşidi ve sayıları belirlenmiştir ve önerilen sistemin mevcut sisteme etkileri ortaya konmuştur. Elde edilen senaryolar derlenerek şirkete bir çeşit özelleştirilmiş uygulama el kitabı hazırlanmıştır.

Bu proje ile birlikte RFID/barkod sisteminin ASELSAN SST Kart üretim hattına uygunluğu ve uygulanabilirliği göz önüne alınarak bu sistemin sağlanması muhtemel artıları ve eksileri matematiksel bir şekilde hesaplanmıştır. Barkod teknolojisinin RFID teknolojisine göre daha karlı olmasına rağmen küçük malzemelere uygulanmasının fiziksel olarak uygun olmaması sebebiyle RFID teknolojisi üzerine yoğunlaşmıştır. RFID okuyucularının ambar giriş çıkışları ve kart dizgi ile bacaklı montaj hattı giriş çıkışlarında bulunması önerilmektedir. Buna ek olarak gelecekte geliştirilme potansiyeli olan alanlar saptanmış ve bu alanlarda yapılacak çalışmaların şirkete sağlayacağı faydalar doğrultusunda öneriler sunulmuştur. Örneğin maddi değeri yüksek olan malzemelerin öncelikli olarak etiketlenmesi; diğer malzemelerin ise güvenlik stoğunda tutulmasının maliyeti azaltırken elde edilecek karı olumlu yönde etkileyeceği belirlenmiştir. SST departmanında kart dizgi ve bacaklı montaj hattında kullanılan malzemelerinin % 80'inin 267 ambarından tedarik edilmesi sebebiyle RFID teknolojisinin öncelikli olarak bu ambara uygulanması önerilmektedir. Ayrıca RFID teknolojisinin SAP yazılımı ile senkronizasyonu sonucunda özellikle malzeme sayımlarında insan eline bağlı olan olası hataların önemli oranda azaltılacağı somut bir şekilde ortaya konmuştur. Bu projenin, maliyet ve standart bütçeleme prosedürü göz önüne alınarak 2014 yılında hayata geçirilmesi beklenmektedir.

### **Kaynakça**

Bitko, Gordon (2006), "RFID in Retail Sector - A Methodology of Policy Proposals and Their Implications for Privacy, Economic Efficiency and Security" Editörler: PARDEE RAND Graduate School, Pittsburgh, Giriş, 1-16

Davis, Thomas (2010), "Literature Review on RFID Technology" REU Jackson State, Ocak 6, 2013'de ulaşıldı:  
<http://www.jsu.edu/cms/reu/2010/html/..%5Cdocs2010%5Cresentation-1%5CThomas-Davis-Pres-1-Doc.pdf>

Myerson, Judith M (2007), "RDIF in the Supply Chain- A Guide to Selection and Implementation" Auerbach Publications, Editors: Taylor & Francis Group, USA, Bölüm 1, 4

## **FRFI2 Fabrika İi Hat Besleme ve Taşıma Sistemi Optimizasyonu**

### **Bosch ve Siemens Beyaz Eşya Üretim Fabrikası Çerkezköy/ Tekirdağ B/S/H/**

#### **Proje Ekibi**

Ayberk Göksenin Ülker  
ağan Candan  
Çağla Dede  
Ece Özdemir  
Gülşah Yudu  
Tunca Tunca

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **şirket Danışmanı**

Havva Karabulut, B/S/H Lojistik Projeler Sorumlusu

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. M. Selim Aktürk,  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Dünyanın üçüncü en büyük, Avrupa'nın ise en büyük beyaz eşya şirketi olan BSH'nin 40 ülkede 42 üretim fabrikası bulunmaktadır. BSH, Bosch ve Siemens olmak üzere iki ana marka, özel üretim markası Gaggenau ve yerel markası olan Profilo ile Türkiye beyaz eşya sektöründe önemli pazar payına sahiptir.

BSH'nin altı farklı fabrika ile en büyük üretim alanı ünvanına sahip erkezköy Kampüsündeki FRFI2 fabrikası yüksek kalite buzdolabı üretmektedir. Fabrika yıllık 47500 ile düşük bir üretim hacmine sahip olmakla birlikte 180 farklı buzdolabı çeşidiyle oldukça esnek bir üretim sistemi uygulamaktadır. Fabrika içi üretim Tek Kapılı (SD) ve Çok Kapılı (BM) olmak üzere iki üretim hattıyla, yedi ana hücrede yürütölmektedir.

## Proje Tanıtımı

Endüstri Mühendisliği Bitirme Projeleri 2013 kapsamında sunulan projelerde, üretim odaklı bir proje olması; B/S/H/ şirketinin üniversite-sanayi işbirliği projelerine özenli bir şekilde destek veren duyarlı ve sorumluluk sahibi bir yapıda olması; ayrıca şirketin kurumsal ve global yapısı bu projenin seçilmesindeki başlıca etkenlerdir.

Projemiz FRFI2 fabrikasında hat besleme ve fabrika içi taşıma sistemini optimize etmek amacıyla kullanılacak olup, projenin uygulanması durumunda BSH FRFI2 fabrikasında kapsamlı bir Milkrun taşıma sistemi kurulmuş olacaktır. Böylelikle, üretim alanı daha verimli bir şekilde beslenecek, parçaların daha kolay ve sistemli taşınması sağlanacak, forklift, transpalet vb. araçların kullanımı azaltılıp fabrika içi trafik yoğunluğu düşürülecektir. Sonuç olarak, şirketin iç lojistik amacı olan yüzde yüz Milkrun taşıma sistemi uygulanabilecektir.

Milkrun taşıma sistemi, belirli programa sahip araçların belirlenmiş zaman aralıkları ve rotalar doğrultusunda, belirli miktarda parçaları taşıyan kutuların dağıtımını; dağıtım sırası veya sonrası da boş kutuların toplanıp başladığı noktaya dönen bir taşıma sistemini kapsamaktadır. Bu yöntemin avantajı, çıkış ve hedef noktaları arasında gidiş geliş işlemlerinin düzenli bir hale getirilmesi ve bu işlemin sistemli bir şekilde yapılmasıdır. Böylece hedef noktanın talebi daha sık ve düzenli karşılanabilmekte, kullanılan araçların kapasiteleri en verimli şekilde kullanılarak taşıma maliyeti ve başlangıç noktasındaki stok alanı azaltılabilmektedir. Milkrun trenindeki vagonların olabilecek maksimum dolulukta çalışması, daha az araç kullanımını sağlayacağı için verimliliği arttıran başlıca etmendir.

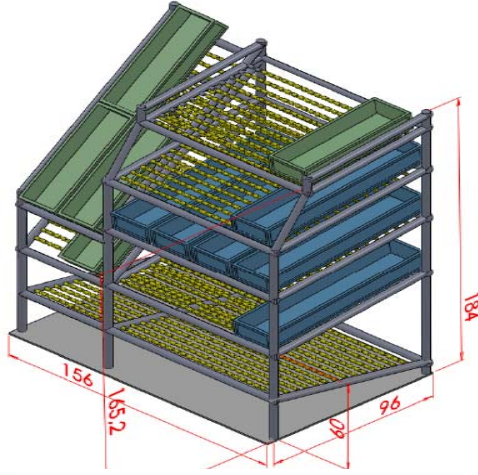
Yapılan bu proje, B/S/H/ FRFI2 Fabrikası'nın özel üretim koşullarına uygun olarak tasarlandığından, iyileştirme çalışmalarının benzer taşımacılık sistemine (Milkrun) sahip firmalarda etkin olarak uygulanabilirliği oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle proje fikrinin yenilik unsuru firma düzeyinde yenilik kategorisi kapsamına girmektedir. Yürütülen projede, eski sistemde düzensiz zaman aralıklarıyla veya boyut kısıtı nedeniyle transpaletlerle tek tek taşınan parçaların, mevcut üretim planı göz önünde bulundurularak belirli periyotlarla ve yeni tasarım vagonlarla daha uygun ve toplu olarak Milkrun sisteminin bir parçası olarak taşınması sağlanmıştır. Bu,



fabrikanın yüzde yüz Milkrun taşıma sistemi politikasını desteklemekle birlikte, üretim alanında Milkrun aracı harici araç kullanımının azaltılması hedeflenmiştir. Böylelikle hem taşıma sistemindeki verim artmış, hem de üretim alanındaki trafiğin önüne geçmiştir. Eski sistemde işçiler tarafından boyutları nedeniyle uygun olarak kullanılmayan raflar dolayısıyla elverişli olmayan üretim alanı, yapılan yeni raf tasarımlarıyla daha uygun hale gelmiştir. Üreticiden gelecek ve doğrudan üretim hattına sevk edilecek şekilde tasarlanan kutular sayesinde ilgili parçaların malzeme doldurma ve boşaltma sürelerinin minimuma düşürülmesi hedeflenmiştir. Eski sistemde üretim hücrelerinin parça ihtiyaçlarını karşılamak üzere, ayrı ayrı oluşturulmuş ve mevcut parçaların bir kısmını taşıyan 8 farklı Milkrun rotasıyla besleme sağlanırken, yeni sistemde daha az Milkrun rotası ve daha fazla doluluk oranıyla, eski sisteme kıyasla daha fazla parça taşıyabilecek, fabrikanın bütünü baz alınarak tasarlanmış yeni Milkrun planı önerilmiştir.

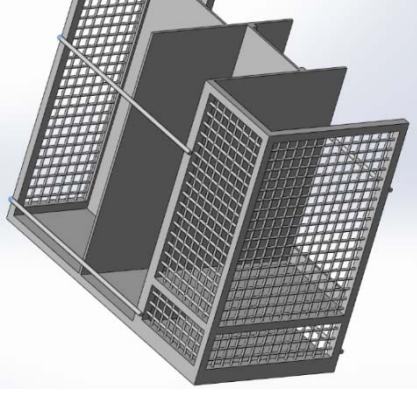
Fabrika içi taşıma sistemini optimize etmeyi hedefleyen bu projede, uygun Milkrun araçlarını ve rotalamasını belirleme amacıyla kurulan *tamsayılı doğrusal* matematiksel model GAMS'te kodlanmış ve CPLEX çözücüsüyle çözülmüştür. İç taşıma iyileştirmeleri kapsamında, sunulan yeni vagon, kutu ve raf tasarımları ise Solidworks uygulaması kullanılarak görselleştirilmiştir. Önerilen yeni Milkrun sisteminin simülasyonu Arena Simulation programı kullanılarak yapılacaktır. Yine bu program kullanılarak eski sistemle yeni sistem karşılaştırılıp, önerilen sistemin getirdiği iyileştirmeler ölçülecektir.

Projenin daha etkin bir biçimde uygulamaya geçirilebilmesi için yapılan iyileştirme çalışmaları adı altında, fiziksel kısıtlar nedeni ile taşınamayan parçaların taşınabilmesi için 2 adet raf ve dizilme zamanını azaltmayı hedefleyen üreticiden gelecek 5 adet kutu tipi tasarlanmıştır. Yapılan 5 adet vagon tasarımı sayesinde, taşınamayan parçaların daha uygun taşınmasının yanı sıra, Milkrun sistemine uyumlu, kapsamlı taşıma planı desteklenmiştir.



*Agregat Alt Panel Raf Tasarımı*

*Tray Support Vagon Tasarımı*



Taşıma planı çalışmaları adı altında oluşturulan yeni Milkrun sistemi için geliştirilen modelde, fabrikanın bütün kısıtları göz önünde bulundurulmuştur. Matematiksel model oluşturulurken, fabrika içindeki belirli genişliğin altındaki yollarda hangi vagonun maksimum kaç adet geçebileceği, parçaların vagon tiplerinin raflarında ne kadar yer kapladığı, her parça için üretim alanı, maksimum raf kapasitesi gibi kısıtlar göz önünde bulundurulmuştur. Matematiksel model ile parçaların hangi vagonun hangi rafında ne miktarda taşınacağı ve taşıma periyotları; Milkrun trenlerinin rotaları, her Milkrun'da hangi vagonun ne miktarda kullanılacağı ve Milkrun periyotları elde edilmektedir.

Proje planı; fabrika içi taşıma iyileştirmeleri, Milkrun adaptasyonu ve parça taşınmasına yönelik vagon tasarımları, matematiksel model oluşturma, matematiksel model çıktısı ve oluşturulan modelin geçerliliğinin ve uygulanabilirliğinin

kontrol edilmesi olarak 5 kısımda ele alınmıştır. Taşıma iyileştirmeleri için gerekli kutu tasarımları tamamlanmış, vagon tasarımlarından “Tray Support” ve “Installation” parçalarına yönelik tasarlanmış vagonlar üretilmiş, matematiksel model oluşturulmuş ve model çıktısı olarak Milkrun planı elde edilmiş olup modelin geçerliliğinin ve uygulanabilirliğinin kontrolü için yapılacak simulasyon ile proje, plana uygun bir şekilde yürütülmüş olacaktır.

Proje çözüm senaryolarından ilkinde fabrikanın mevcut durumu değerlendirilerek ve ek maliyet getirecek herhangi bir tasarım yapılmadan, bir Milkrun taşıma planı hedeflenmiştir.

Diğer çözüm senaryosunda ise sunulan yeni vagon, kutu ve raf tasarımları hesaba katılarak bir Milkrun taşıma planı oluşturulması hedeflenmiştir. Malzeme işleme süresinden “Wire Harness” parça grubuna yönelik iyileştirmelerle ayda 4.33 saat kazanç sağlanmıştır. Ayrıca, “agregat alt panel” parçası için tasarlanan raf ve kutularla ayda 5 saat kazanç; “Toe Kick Panel” parça grubuna yönelik kutu tasarımları ile ayda 10,5 saat kazanç ve üretim alanının Ambalaj hücresinde 1,5 m<sup>2</sup> yer kazancı; “Tray Support” ve “Hava Kanalı” grubu parçalarının vagon tasarımlarıyla ayda 17 saat kazanç; “Conta” grubu parçaların vagon tasarımıyla ayda 20 saat kazanç; “Karton Kutu” vagonu ile ayda 3 saat kazanç; “Eşanjör” ve “Çevre Isıtıcısı” grubu parçaları ve kritik uzun parçalar için tasarlanan vagon ile mevcut sistemde bu parçaları taşıyan 3 araç elimine edilecektir. Sunulan vagon tasarımlarının adapte edileceği yeni Milkrun sistemi ile de daha kapsamlı bir taşıma planı uygulanıp eski sisteme göre %17 daha fazla, yani yaklaşık 1800 parçanın taşınması beklenmektedir. Sonuç olarak, malzeme işleme süresi kazancı olarak yıllık yaklaşık 11 000 TL; yeni plan doğrultusunda 3 araç ve 1.5 işçi azaltılarak yıllık yaklaşık 48 000 TL kazanç beklenmektedir. Proje için toplam kazanç beklentisi yıllık 59 000 TL dir.

Proje sürecinde B/S/H'nin sağladığı verilerin yanı sıra, şirketin araştırması yapılmıştır<sup>1</sup>. Ayrıca Milkrun taşıma sistemine yönelik literatür araştırması yapılmış ve benzer projeler incelenmiştir<sup>2</sup>.<sup>i</sup>

Sonuç olarak bakıldığında, projenin maddi getirilerinin yanı sıra önerilen kapsamlı taşıma sistemiyle, tercih edilmediği halde transpaletle taşınan parçaların önüne geçildi. Bu araçların elenmesiyle fabrika içi trafik sıkışıklığı önlendi ve hattın zamanında beslenmesi sağlandı. Belirlenen milkrun periyotları ve kontrollü stok miktarları ile hat yanı stok azaltıldı. Böylelikle

daha düzenli bir taşınma sistemine geçilerek fabrika içi alan daha verimli halde kullanılmış oldu. Şirketin yüzde yüz Milkrun politikasına yönelik çalışılarak, çok daha fazla parça Milkrun sistemiyle taşındı.<sup>1</sup>

---

1 <http://www.bsh-group.com.tr/>

2 [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/472b4be14ba3a26\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/472b4be14ba3a26_ek.pdf)  
[http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/adfb2623208e6e6\\_ek.pdf?dergi=1056](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/adfb2623208e6e6_ek.pdf?dergi=1056)

## **İçecek Kategorisi Teşhirlerinin Mağaza İçinde Etkili ve Stratejik Konumlandırılması**

### **Coca-Cola İçecek A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Tağra Bayık

Kadir Bie

Melike Nur Ceren

Duygu Deniz

Nazlı Sönmez

Baturay Falay

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

ağlar Eser, Coca-Cola İçecek A.Ş, Müşteri Yöneticisi

Murat Yapıcı, Coca-Cola İçecek A.Ş, Müşteri Yöneticisi

#### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Coca-Cola İçecek A.Ş (CCI), %50,3'ü Anadolu Holding'e, %20,1'i The Coca-Cola Company'ye, %5'i Özgörkey Holding'e ait olan ve %24,6'sı halka arz edilmiş, Türkiye'de dokuz fabrikasıyla hizmet eden bir şirkettir. Dünya çapında ise toplam yirmi üretim tesisiyle The Coca-Cola Company'nin en önemli şişleyici partnerlerindedir. Türkiye dışında hizmet verdiği diğer ülkeler ise Kırgızistan, Kazakistan, Azerbaycan, Tacikistan, Türkmenistan, Pakistan, Suriye, Irak ve Ürdün'dür. CCI alkolsüz içecek kategorisinde, gazlı ve gazsız olmak üzere geniş bir ürün yelpazesi sunmaktadır. Gazlı içecek kategorisindeki önemli ürünler Coca-Cola, Coca-Cola Light, Coca-Cola Zero, Fanta, Sprite, Sensun şeklinde sıralanabilirken; gazsız içecek kategorisi Cappy, Damla Minera, Damla, Fuse Tea ve Doğadan'ı kapsamaktadır.

## Proje Tanıtımı

Coca-Cola İçecek A.Ş. (CCI) Türkiye dışında dokuz ülkeye daha hizmet veren, içecek sektöründe müşterilerine gazlı/gazsız ürünleriyle geniş bir yelpaze sunan The Coca-Cola Company'nin en önemli şişeleyci partnerlerindedir. Coca-Cola Satış ve Dağıtım A.Ş altında yürütülen satış faaliyetlerinde ise temel olarak geleneksel, modern ve yerinde tüketim olmak üzere üç satış kanalı belirlenmiştir. Modern kanal içerisinde, CCI tarafından görevlendirilen tanzim teşhir elemanları (MIT) ve mağaza yetkilileri arasındaki ilişkiler ve mağazanın öncelikleri, mevcut sistemdeki mağaza içi yerleşimini büyük ölçüde etkilemektedir. CCI'nın bu projeyi akademik bir çalışma olarak sunmasının sebebi de perakende sektöründe teşhir ürünlerinin konumlandırma kararlarının geleneksel yöntemlerle ve tecrübe ile verilmesi; ancak bu kararları destekleyen ve yönlendiren bilimsel bir yöntemin bulunmamasıdır. Mağaza içinde, raf haricinde konumlandırılacak teşhirlerin yeri bu zamana kadar tanzim teşhir elemanlarının mağaza elemanları ile ikili ilişkisine bağlı olup, sözleşmelere, mağazanın yerleşim planına ve perakendecinin marka tercihine göre yapılmıştır. Ancak verilen yerleşim kararları çoğu zaman optimum kararlar olmamıştır. Üzerinde çalıştığımız bilimsel method yardımıyla, CCI satış sorumluları müşterilerini kanıtlanmış çalışmalarla daha kolay ikna ederken, mağaza içinde CCI ürünlerinin doğru konumlanmasını sağlayarak tüketicinin sepet ortalamasını artıracaktır. Bu projede CCI'nın modern kanaldaki iki farklı müşterisi ile, ulusal birimden Cepa Carrefour ve lokal birimden Eryaman Yunus mağazaları ile işbirliği yapılmıştır. Oluşturulan yöntem, birçok farklı marka ve ürünle çalışan bu perakendecilere hangi ürünü nasıl konumlandırmaları gerektiği konusunda yardımcı olacaktır. Aradığı ürünü istediği yerde bulabilen alışverişçi sayesinde hem CCI hem de müşterileri satış hacmini artıracaktır.

Proje hem uluslararası hem de ulusal düzeyde yenilik unsurlarına sahiptir. Yurtdışında bulunan şişeleyci partnerlerin mağaza içi verimlilik artırma çalışmaları, bu projenin ortaya çıkmasına ilham vermiştir. Ancak kullanılan yöntem ve metod aşamasında farklı yollar izlenmiştir. Bu anlamda uluslararası düzeyde yenilikçi bir projedir. Ulusal düzeyde ise, CCI dahilinde daha önce teşhirlerin doğru konumlandırılması konusunda bu tür akademik bir çalışma yapılmamıştır. Projenin sonucunda elde edilecek sistem Türkiye çapında bütün hızlı tüketim sektöründe perakendecilik yapan işletmelerin kullanımına elverişlidir. Buna ek olarak, yalnızca CCI ürün ve teşhirlerinin konumlarının belirlenmesi için değil, istenilen tüm hızlı

tüketim ürünleri için de uygulanabilir. Birçok alanda kullanılabilme yönü de projemizi önemli kılan etkenlerdendir. Proje çıktısı olarak elde edilecek arayüz, daha önce örneğine rastlanmayan bir çalışmanın sonucu olacağından, copyright elde etme olasılığı oldukça yüksek öngörülmektedir.

Ürünleri konumlandırırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerden biri çapraz teşhir uygulamalarıdır. Çapraz teşhir, mağaza içinde alışverişçiyi birden fazla noktada yakalamak amacıyla ürünlerin farklı kategorilerde sergilenmesidir. Bu nedenle, projedeki çıkış noktamız çapraz teşhir uygulamalarıdır. CCI ürünleri üzerinde çalışmamızı başlatmak adına çapraz teşhir uygulayabileceğimiz gıda bazlı dokuz kategori belirlenmiştir. Bu kategorilerden bazıları meyve-sebze, şarküteri, atıştırmalık, unlu mamüller şeklinde sıralanabilir. Kategorileri belirledikten sonra metodolojimiz gözlem, matematiksel model oluşturma ve AHP süreci olarak belirlenmiştir. İlk aşama olan gözlem sürecinde sepet analizi ve reyon trafiği olmak üzere iki farklı değişken incelenmiştir. Sepet analizi gözleminde CCI ürünlerinin hangi kategoriden ürünlerle sepete girdiği gözlemlenmiştir. Bu analizin istatistiksel olarak uygun olabilmesi için alışverişçi seçimi rastgele yapılmıştır. Bununla beraber, mağazalara özel segment analizi yapılarak alışverişçi profili çıkarılmıştır. Reyon trafiği gözlemindeki amaç ise mağazada trafiğin kategoriler bazında ölçümüdür. Bu analiz sonucunda mağazadaki yoğun alanlar belirlenerek, bulunan değerlerin modelimizdeki uygun değişkenlerde kullanılması sağlanmıştır. Matematiksel model oluşumunda mağaza içi yerleşimi etkileyecek birçok faktör göz önünde bulundurulmuştur. Bunları üç ana başlık altında toplarsak; kategorinin değeri, kategori-ürün ilişkisinin değeri, alışverişçinin seçimini etkileyen ürüne bağlı değerler olarak sıralanabilir. Bu üç bileşenin sonucu olarak elde edilen final değeri, kategori, ürün, sku ve segment bazında sonuçlar vermektedir. Örneğin, sebze-meyve kategorisi, 330 ml Coca-Cola ürünü ve genç bayan segmenti göz önünde bulundurularak elde edilen final değeri, genç bayanlar dikkate alındığında sebze-meyve kategorisinin yanına 330 ml Coca-Cola teşhiri koymanın değerini gösterecektir. Üçüncü adım olan AHP (Analytical Hierarchical Process), final değeri elde etmemizi sağlayan her bir bileşenin kapsadığı değişkenlerin önemini belirlemek için kullanılmıştır. Bu yöntem için hazırlanan anket formu alışverişçilere, aynı zamanda mağaza ve CCI çalışanlarına uygulanmıştır.

Belirlenen model yoluyla elde edilen final değerlerini kullanarak Eryaman Yunus mağazası için en uygun kategori, ürün, sku, segment kombinasyonları belirlenmiştir. 3600 final değeri segmentli ve segmentsiz olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir ve sıralanmıştır.

Daha çok kategoriden faydalanabilmek adına uygulama aşamasında segment ayrımı yapılmadan elde edilen final değerleri listesinde en yüksek değere sahip dört kombinasyon göz önünde bulundurulmuştur. Bu kombinasyonlar şu şekilde sıralanabilir: Sebze-meyve kategorisi ve Coca-Cola 1.5 lt, Kasap kategorisi ve Coca-Cola 1.5 lt, Unlu Mamuller kategorisi ve Coca-Cola 1.5 lt, Atıştırmalık kategorisi ve Coca-Cola 1.5 lt.

Mart ayında teorik olarak belirlenen yüksek değerli kombinasyonların uygulama aşamasında verimliliğini ve uygunluğunu ölçmek adına Nisan ayı içinde belirlenen on günlük periyotta, teşhirlerin yeri bulunan sonuçlar doğrultusunda değiştirilmiştir. Bu dönem içerisinde satışları etkileyecek başka herhangi bir faktörün değiştirilmemesine dikkat edilmiştir. Bu sürecin sonunda projeye dahil edilen ürünlerin satış verileri, projenin başlangıcında yine on gün boyunca yapılan gözlem periyodu sonundaki satış değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sistem, CCI ürünleri dışındaki teşhir ürünlerinin doğru konumlandırılması için de uygun olduğundan, aynı süreci istenen ürün için tekrar ederek, yeni konumlandırmanın mağaza satışlarına ve cirosuna etkisi kolayca gözlemlenebilir. Örneğin makarna teşhirlerinin konumlandırılmasına karar verilirken, oluşturulan karar destek mekanizması için gerekli bilgiler sağlanmalı ve gözlemler yapılmalıdır. Bu bilgiler girildikten sonra elde edilen sonuçlarla teşhirin doğru konumlandırılması sağlanacaktır. Sistemin kullanıcıya sağlayacağı fayda, yine belirli bir uygulama sürecini takip ederek gözlemlenebilir.

Proje bitiminde önerilen yeni yerleşimin uygulanmasının ardından, ilgili kategorilere Coca-Cola 1,5 lt teşhiri koymak diğer ürünlerin satışını etkileyebileceğinden, oluşan fırsat maliyetini göz önünde bulundurduğumuzda projede incelenen tüm ürünlerde ve SKU'larda (8 ürün, 27 SKU) eski yerleşime göre totalde %18'lik bir artış gözlenmiştir. Bunun yanında Coca-Cola 1,5 lt satışlarında % 45'lik bir artış görülmüştür. Uygulama sürecinden sonra elde edilen satış verileri, sadece akademik modelimizin sonuçlarından etkileneceği için mağaza içi teşhirlerin doğru konumlandırılmasının mağaza cirosu üzerinde etkisi bu çalışma ile vurgulanmıştır. Bunun dışında, elde edilen sonuçların müşteri ve CCI'nın lehine olması, teşhirlerin doğru yerleşimi konusunda geleneksel ve sezgisel methodlar yerine bilimsel methodların kullanımını yaygınlaştıracaktır.



## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### **Coca-Cola Satış ve Dağıtım A.Ş., Yerel ve Ulusal Mağazalar Müşteri Yöneticileri'nden**

Coca-Cola İçecek olarak 20-20 hedeflerimize doğru ilerlerken yıllardır şirketimize süreç iyileştirme konusunda çözümler sunarak katkı sağlayan USIM ve Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü akademisyen ve öğrencilerinin katkıları ile hazırlanan “İçecek Kategorisi Teşhirlerinin Mağaza İçinde Etkili ve Stratejik Konumlandırılması” projesi sistemimizin iyileştirilmesine ve iş yapış şeklimizin gelişmesine ciddi faydalar sağlayacak inovatif nitelikte bir çalışmadır.

Proje sonucunda geliştirilen çözümler sayesinde herhangi bir satış noktasında Coca-Cola ürün ailesinin herhangi bir üyesini mağaza içinde konumlandıracağımız alanı daha bilimsel verilerle seçmiş böylece şirket-müşteri-tüketici arasındaki ilişkilerin güçlenmesine bir katkı daha sağlamış olacağız.

Mağaza içi yerleşim standartlarımızı “kaliteli teşhir” ölçütleri ile bir aşama daha yukarı çektiğimiz bu dönemde ihtiyacımız olan bilimsel verileri sağlayan örnek çözümler sadece bize değil, müşterilerimize ve tüketicilerimize de büyük katkı sağlayacaktır.

Proje süreci boyunca proje ekibinde yer alan tüm üyeler ile yakın çalışma imkanı bulduk. Ekip üyeleri projenin gelişimini belirli zaman aralıkları ile proje paydaşlarına sağlıklı olarak aktardılar ve tüm Coca-Cola departmanlarının haklı takdirini kazandılar. Proje çıktıları öylesine ümit verici oldu ki, proje Coca-Cola İçecek içinde Satış Dağıtım ve Alışverişçi Davranışları departmanları arasında yeni ve global'e yayılacak yeni bir çalışmanın konusu oldu.

Bu projede özveri ile çalışan öğrencileri kutlar, bölüme ve akademik danışmanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Çağlar ESER- Murat YAPICI  
Coca-Cola Satış ve Dağıtım A.Ş.  
Müşteri Yöneticisi

# **Geleneksel Satış Kanalındaki İş Süreçleri ve Rotalama için Sistem Tasarımı**

## **Coca-Cola İçecek A.Ş.**

### **Proje Ekibi**

Alpay Akçay  
İbrahim Dil  
Merve Erdem  
Hakan Kalaycı  
Onur Onulay  
Elif Yüksel

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Özerk Vardaros, Coca-Cola İçecek  
Geleneksel Kanal Satış Yöneticisi

### **Akademik Danışman**

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

### **Firma Tanımı**

Satış hacimleri göz önüne alındığında, Coca-Cola sistemi içerisinde altıncı sırada yer alan Coca-Cola İçecek A.Ş. (CCI), 22 fabrikası ile The Coca-Cola Company (TCCC) markalarından oluşan gazlı ve gazsız içeceklerin üretim, satış ve kanallara dağıtımını gerçekleştirmektedir. Pazarda yerini aldığı ülkeler kapsamında 360 milyonu aşkın tüketici kitlesine hizmet veren Coca-Cola İçecek A.Ş., gazlı içeceklerin yanı sıra, gazsız içecek kategorisi kapsamında tüketicilerine su, meyve suyu, enerji, sporcu içecekleri, çay ve soğuk çay olmak üzere zengin bir ürün yelpazesi sunmaktadır.

## Proje Tanımı

Proje seçiminde etkili olan faktörler; Coca Cola markasının bilinirliği, proje kapsamının birden fazla çalışmaya (rotalama, tasarım ve segmentlere zaman atama) izin vermesi, satış sürecini birebir gözlemleme şansı ve proje çalışanlarının bu konular üzerinde çalışma isteğidir. Projesi yürütülen Coca-Cola İçecek A.Ş. satış departmanı kapsamındaki geleneksel kanal, Ankara genelinde toplamda 8000'e yakın küçük ve orta büyüklükteki market ve bakkallara hizmet vermektedir. Hizmet kapsamına giren bu müşteriler, satış hacimlerine ve buldukları lokasyona göre Basic, Bronze, Silver, Gold ve Diamond olmak üzere 5 farklı segmente ayrılmıştır. Satış öncesi elemanlar tarafından haftanın belirli günlerinde ziyaret edilen müşterilere, sipariş alma, dolap düzenleme, iade alma, stand ve raf kurma gibi, belirli bir iş akış şemasına ve Coca-Cola İçecek A.Ş.'nin belirlediği RED kriterlerine uygun olmak koşulu ile hizmet verilmektedir. Şirket, RED kriterlerine uyuma bağlı olarak gerçekleşen satış artışına ve iş-işçi karşılıklı memnuniyetinin sağlanmasına en üst düzeyde önem vermektedir ve bu amaç doğrultusunda yürütülecek bir proje başlatılmıştır. Proje, bahsedilen amaçlar temel alınarak, belirlenen segmentler için daha iyi sürelerin belirlenmesi, yeni bir iş akış şeması oluşturulması, satış öncesi elemanların kullandığı araçların iç düzeninin sağlanması ve mevcut yol rotasının daha verimli bir hale gelmesi için yapılan çalışmaları içermektedir. Bu çalışmalar sonucunda, geleneksel kanal tarafından sağlanan satış hacminde büyüme, genel ve aylık sabit giderlerde azalma (petrol gideri vb.), şirket kârında büyüme ve iş-işçi karşılıklı memnuniyetinde artış gözlemlenmesi beklenmektedir. Proje çıktılarının şirkete yönelik katkılarının dışında, benzin kullanımındaki azalma sayesinde evrensel değerler çerçevesindeki çevreye duyarlılıkta artış beklenmektedir.

Proje süresince sorunları çözmeye yönelik oluşturulan sistemler ve uygulanan metotlar, firma düzenine yenilik getirmektedir. Örneğin, araç arkasındaki materyallerin düzensizliğinin önlenmesi amacıyla tasarlanan raflı sistem, firmaya bu konuda bir yenilik getirmektedir. Raflı sistemi Türkiye'de uygulayan şirketler mevcuttur, ancak Coca-Cola'nın rakipleri arasında böyle bir sistem uygulanmamaktadır. Ayrıca, segmentler için daha iyi zamanların elde edilmesi amacıyla zaman ve hareket etüdü çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar, firma tarafından daha önce kullanılmış olsa da, proje kapsamında yapılan, yeni iş akışları ve yeni zamanları birlikte içeren çalışma, firma kapsamında bir yenilik sayılabilir. Bunun dışında, rotalamadaki verimliliğin arttırılması için yapılan iyileştirme çalışmaları da firma

bazında bir yenilik sağlamaktadır. Bu gibi optimizasyon çalışmaları özellikle lojistik firmaları tarafından sıkça uygulanmaktadır.

Projenin çözüm sürecinde üç ana probleme karşı, üç farklı yol izlenmiştir. Müşterilerin segmentlerine göre olarak geçirilecek zamanlar belirlenirken, şirketten bu ziyaretlere ilişkin geçmiş veriler ve uygulamalar alınarak incelenmiştir. Daha sonra yapılan saha gözlemleri ile CCI tarafından belirlenmiş olan ve satış öncesi elemanların gerçekleştirdiği, müşteride geçirilmesi gereken zamanlara ilişkin tutarsızlıkların nedenleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere ilişkin analizlerden sonra, satış elemanları için yeni zaman hareket çalışması yapılmış ve problemi tam anlamıyla kavramak için projeye benzer daha önceki uygulamalar incelenmiştir. Satış öncesi elemanların kullandığı araçlardaki materyallerin düzenli olmasını sağlarken, araç içi malzemelerin düzensizliğinden kaynaklanan zaman kayıplarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Kullanılan malzemelerin ortalama adetleri belirlenmiş, internetten araç içi raf sistemi için uygulanabilecek örnekler gözlemlenmiş ve SolidWorks uygulamasıyla yeni bir tasarım oluşturulmuştur. Bunlara ek olarak, satış öncesi elemanların izlediği rotadaki iyileştirme çalışmaları süresince Matlab ve Xpress programlarında oluşturulan algoritmalar yardımıyla yeni sonuçlar elde edilmiştir. Tasarım ve rotalamanın etkilerinin doğrulanması için saha ziyaretleri gerçekleştirilecek ve yapılan değişikliklerden önceki durumla sonraki durum karşılaştırılacaktır.

Proje kapsamında problem çözümleri için pek çok faaliyet yürütülmüştür. Bunlardan bazıları sürecin anlaşılması için yapılan saha ziyaretleri, problem tanımları, zaman hareket çalışmalarının yapılması, standart iş akışının belirlenmesi, segmentler için daha iyi sürelerin atanması, haftalık materyal kullanımının belirlenmesi, raflı sistem tasarımı, satış öncesi elemanlar için öngörülen haftalık rotanın daha verimli bir hale dönüştürülmesi için model oluşturulması ve uygulanmasıdır. Segmentler için elde edilen sürelerin doğrulanması sonuçlanmıştır. Araç içi raflı sistem tasarımı ve tarafımızdan oluşturulan rotanın sonuçları teorik olarak tahmin edilmektedir, ancak geçerlilik kazanmaları saha gözlemlerinin sonunda gerçekleşecektir.

Proje hedeflerine ulaşmak için hazırlanan proje planı; sürecin anlaşılması, problem tanımı, veri toplama ve analiz, kaynak araştırması, daha iyi sürelerin atanması, araç içi düzen oluşturma ve rotalama olmak üzere sekiz ana iş paketini içermektedir. Bu süreç içerisinde her bir segment için noktada geçirilmesi gereken süreler proje çıktısı olarak elde edilmiştir. Bu proje çıktılarına ek olarak, rotalama ve tasarım için kaynak araştırmaları da bu süreç içerisinde yapılmıştır. Rotalama ve araç içi tasarım iş paketleri ise uygulama aşaması dışında

tamamlanmıştır. Araç içi tasarımın elde edilmesi için 2012 yılının materyal çeşitleri, kullanım sayıları, kullanım sıklıkları ve işçi deneyimleri kullanılmıştır. SolidWorks kullanılarak tasarlanan raflı sistem pilot bölgedeki preseller arabasına uygulanacaktır ve proje tamamlanma sürecine kadar verimlilik açısından değerlendirilecektir. Rotalama iş paketi içerisinde öncelikle verimliliğinin incelenmesi için pilot bir bölge seçilmiştir. Kaynak araştırması sonrasında mevcut kısıtlamalar da göz önünde bulundurularak sezgisel yaklaşım ve optimizasyon modeli kullanılarak pilot bölge için iki yeni rota elde edilmiştir. Rota verimliliğinin kıyaslanması için elde edilen rotalar ve mevcut rota saha gözlemleri ile neticesinde değerlendirilecektir.

Proje sürecinde elde edilen proje çıktıları ile beklenen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

İlk olarak, iş akış şemasında yapılan değişikliklerle birlikte müşteride geçirilen zamanda maksimum seviyede yarar sağlama ve satış miktarında artış beklenmektedir.

İkinci olarak, segmentler için uygun görülen yeni zamanlar neticesinde RED kriterlerinde uyumlulukta artış ve bununla ilişkili şekilde satış öncesi elemanların motivasyonunda artış ve planlı-başarılı ziyaret oranlarında yükselme beklenmektedir.

Üçüncü olarak ise araç arkasına raflı sistem tasarımının uygulanması neticesinde, materyal eksikliğinden kaynaklı rota dışına çıkma oranında azalma, bunun ilişkili olarak yol giderlerinde azalma ve müşteride geçirilen zamanın artmasıyla birlikte RED kriterlerine uyumlulukta artma beklenmektedir.

Son olarak da pilot bölgede uygulanan yeni rotalama düzeni neticesinde, mevcut rota mesafesinde iyileştirme ve yolda harcanan sürede azalma sağlanmıştır. Bu sayede müşteride geçirilen sürede ve satış verimliliğinde artış beklenmektedir. Elde edilen ve mevcut sisteme göre daha verimli olduğu düşünülen yeni rota düzeni, saha gözlemleri neticesinde gözlemlenecek ve doğruluğu kıyaslanacaktır.

### **Kaynakça**

Rusdiansyah, Ahmad, and De-bi Tsao. "An Integrated Model of the Periodic Delivery Problems for Vending-machine Supply Chains." Department of Industrial Engineering and Management, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 22 Dec. 2004. Web. 07 Feb. 2013.

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### **COCA-COLA Satış ve Dağıtım A.Ş. , Geleneksel Kanal Satış Yöneticisi'nden**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Türkiye’de 1964 yılından beri faaliyet gösteren ve FMCG sektörüne yön veren Coca-Cola İçecek ile birlikte sayısız başarılı projeye imza atmıştır.

Bu sene de şirketimizin 2020 vizyonu çerçevesinde “Operasyonel Mükemmellik” hedefimize katkı sağlayacak “Geleneksel Satış Kanalındaki İş Süreçleri ve Rotalama için Sistem Tasarımı” projesinde birlikte çalışma fırsatı bulduk.

Proje ekibi, proje kapsamında farklı bir bakış açısı ile, özellikle RTM (Route To Market) uygulamalarının verimliliğinin artırılarak, servis kalitemizi yükseltmemize imkan sağlayacak çözüm önerileri sunmuşlar, rotaların reorganizasyonunda iş yapış şeklimizin olumlu yönde değişmesine katkı sağlamışlardır.

Coca-Cola İçecek olarak projede emeği geçen Bilkent Üniversitesi Endüstri Bölümü öğrencilerine ve akademik danışmanlarına teşekkürlerimizi sunar, birlikteliğimizin yıllar boyu sürmesini temenni ederiz.

Özerk VARDARÖS  
Coca-Cola Satış ve Dağıtım A.Ş.  
Ankara Geleneksel Kanal Satış Yöneticisi

## **Yerinde Tüketim Kanalı Satış Temsilcisi İş Geliştirme Projesi**

### **Coca-Cola İçecek A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Pınar Çeldirme  
Mustafa Çiçek  
Simge Değirmenci  
Anıl Olguner  
Zeynep Velidedeoğlu  
Özgür Yalçın

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Sevgi Bolel, Satış Süreç Geliştirme ve  
Müşteri İletişim Merkezi Müdürü  
Bilge Özsoy, Yerinde Tüketim Kanalı Satış Geliştirme Şefi

#### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Özlem Çavuş  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Coca-Cola Sistemi'nde satış hacmine göre altıncı sırada yer alan Coca-Cola İçecek A.Ş. (CCİ), The Coca-Cola Company (TCCC) markalarından oluşan gazlı ve gazsız içeceklerin üretim, satış ve dağıtımını gerçekleştirmektedir. CCİ Türkiye, Pakistan, Kazakistan, Azerbaycan, Kırgızistan, Türkmenistan, Ürdün, Irak, Suriye ve Tacikistan'da 10 bini aşan çalışanı ile faaliyet göstermektedir. CCİ 22 fabrikası ile 360 milyonu aşan tüketici kitlesine gazlı içeceklerin yanı sıra meyve suyu, su, enerji ve sporcu içecekleri, buzlu çay ve çaydan oluşan gazsız içecekler kategorisinde de zengin bir ürün ağı sunmaktadır. CCİ Ankara bölgesinde Geleneksel, Yerinde Tüketim ve Modern olmak üzere 3 satış kanalı bulunmaktadır.

## Proje Tanıtımı

CCİ ile gerçekleştirdiğimiz proje, Ankara bölgesinde yerinde tüketim kanalında faaliyet gösteren 29 satış temsilcisi ve bu satış temsilcilerinin sipariş aldığı yaklaşık 4700 noktayı kapsamaktadır. Yerinde tüketim kanalı kendi içerisinde 7 kanala ayrılmış olup bu kanallar şunlardır: Restoran-Cafe-Bar, Hastane, Otel, Üniversite, Benzinlik, AVM ve Geleneksel. Satış temsilcisi faaliyetleri, bağımsız bir kuruluş tarafından, CCİ'nin oluşturduğu RED kriterlerine göre denetlenmektedir. RED ölçümlenmesinde ürünün doğru marka ve pakette bulunurluğu; tüketiciye görünür, erişilebilir olması, en iyi yerde konumlandırılması ve en etkili aktivasyonun uygulanması kriterleri dikkate alınır.

Projenin amacı, yerinde tüketim kanalındaki işleyişin endüstri mühendisliği bakış açısıyla daha planlı ve sistematik bir hale getirilmesi, böylelikle de sürecin iyileştirilmesidir. Proje kapsamında çözüm alternatifleri geliştirilirken müşteri ilişkilerinin ve RED kriterlerinin istenilen düzeyde tutulması gerekmektedir. Ayrıca müşterilerin stok kapasitesi ve ödeme gücü de önemli birer kısıt olarak dikkate alınmaktadır. Müşterilerde geçirilecek zamanın, zaman etüdü prensipleri çerçevesinde standartlaştırılması ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Kanal içi müşteri segmentasyonunun belirlenen kriterlere göre oluşturulması ve ziyaret frekanslarının belirlenmesinin ardından hedeflenen başarılı ziyaret oranının %75'in üzerine çıkarılması hedeflenmiştir. Böylelikle, uzun vadede başarısız ziyaretin doğurduğu maliyet düşürülmüş olacaktır. CCİ'ye maliyetinin 3 kolu içecek olduğu göz önünde bulundurulursa, projenin 1 yıllık süreçte CCİ'ye sağlayacağı ortalama tasarruf 271.440 koli üründür.

CCİ Yerinde Tüketim Kanalı Satış Temsilcisi İş Geliştirme projesi kapsamında elde edilen sonucun CCİ Ankara tarafından uygulanması hedeflenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Projenin son adımında yer alan ve yazılımı bizim tarafımızdan oluşturulmuş ClusterCreator isimli müşterileri segmentlere ayıran bilgisayar programı CCİ'nin diğer lokasyonlarında da kullanılabilir özelliktedir. Ancak bu proje kapsamında program Ankara bölgesinde kullanıldığı için firma düzeyinde iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Oluşturduğumuz program tamamen şirket ihtiyaçlarına özgü olarak tarafımızdan sağlandığı için copyright alınması muhtemeldir. Projemizin çıktıları daha önceki çalışmalara ve şirketin kullandığı mevcut sisteme göre karşılaştırıldığında en büyük farklılık; aynı kanal içerisindeki müşterilerin tek bir müşteri gibi kabul edilmeyip, oluşturduğumuz modele göre etkili bir biçimde gruplandırılmasıdır. Bir diğer farklılık



ise, müşterilerde harcanan zamanın tahmini olarak değil matematiksel bir sisteme dayandırılarak belirlenmesidir. Son olarak müşterilerin ziyaret sıklığı, mevcut sistemdeki gibi satış temsilcilerinin kendi inisiyatifine bırakılmamış, müşterilerin özellikleri dikkate alınarak, oluşturduğumuz sezgisel modele göre belirlenmiştir ve daha verimli hale gelmiştir.

Arzu edilen iyileştirilmiş ziyaret süreleri ve ziyaret sıklığına ulaşmak amacıyla oluşturduğumuz sistem, 4 alt sistemden oluşmaktadır. Bu alt sistemler; kanal içi segmentasyon, zaman ataması, ziyaret sıklığının belirlenmesi ve rotalamadır. Ana sistemin ilk ayağını oluşturan kanal içi segmentasyon, ikili değerler ve sayısal değerlere göre belirlenen değişkenleri kullanan k-prototype algoritması ile sağlanmaktadır. Algoritmaya göre CCI yerinde tüketim kanalı müşterileri, RED kontrolüne dâhil olma durumu, prestijli olma durumu, geçmiş satış ortalaması ve stok kapasitesi kriterlerine göre gruplara ayrılmaktadır. Saha gözlemlerine, satış temsilcilerinin gerçekleştirdiği anketlere ve yapılan zaman etüdüne göre belirlenen segmentasyon kriterleri, müşterilerde geçirilen zamanı doğrudan ve dolaylı yoldan etkileyen özelliklerdir. Bu sebeple oluşturulan alt segmentlere (gruplara) zaman atamak ana sistemin ikinci adımını oluşturmaktadır. Müşterilere zaman atarken kullandığımız yöntem zaman etüdünün bir alt başlığı olan performans değerlendirmesidir. Buna göre 3450 müşteri üzerinde yaptığımız anket çalışması ve 6 grup üyesinin 540 müşteri üzerinde yaptıkları zaman etüdü çalışmaları, performans oranlama prensipleri ile karşılaştırılmış ve ziyaret süreleri buna göre belirlenmiştir. Sistemin üçüncü adımı ise müşterilerin stok kapasitesi ve geçmişteki sipariş sıklığına bakılarak ziyaret sıklığının belirlenmesidir. Bir müşteri, haftada birden fazla sipariş vermiş ya da stok kapasitesi haftalık satış miktarını depolamaya yeterli değilse o müşterinin haftada iki kez ziyaret edilmesine, aksi takdirde haftada bir ziyaret edilmesine karar verilmiştir. Sistemin son adımı ise satış temsilcilerinin haftalık programını tüm hatlarıyla iyileştirmek amacıyla kullanılan rotalama modelidir. Bu model, zaman kısıtlı araç rotalama modelinin uyarlanmasıyla oluşturulmuştur. Böylelikle tek bir modelde hem satış temsilcilerinin müşteri atamasını gerçekleştirmekte, hem de satış temsilcilerinin rotalarını çıkarmaktayız. Rotalama modelinde her gün ve her satış temsilcisi için müşterilerde geçirilmesi gereken zaman ile o müşteriye gidilebilecek en erken ve en geç saat göz önünde bulundurularak, haftalık gidilen yol miktarı en aza indirgenmektedir. Model, frekansı haftada birden fazla olan müşterilerin, aynı hafta içerisindeki farklı ziyaretlerde aynı satış temsilcisi tarafından ziyaret edilmesi gerekliliğini de göz önünde bulundurmaktadır. Ayrıca, günlük ziyaret planı yapılırken müşteriye gidilebilecek en erken ve en geç saat de bir girdi

olarak alınmaktadır. Modelin çıktısında her müşteriye onun için uygun olan zaman diliminde ziyaret yapılmaktadır. Zaman kısıtlı araç rotalama modeli ile optimum rotalamanın yapılabildiği bir araç yaratılmıştır. Rotalamada ikinci bir adım olarak, daha hızlı bir çözüme ulaşmak ve şirketi bazı programları satın alma yükünden kurtarmak için optimumu bulan bu araç JAVA altyapısı ile çalışan sezgisel bir modele dönüştürülmüştür.

Proje planımız göz önünde bulundurulduğunda bu güne kadar tamamlanan adımlar şöyledir; kanal içi müşteri segmentasyonunun yapılması, oluşturulan segmentlere (gruplara) zaman atanması ve her müşteri için ziyaret sıklığı belirlenmesi tamamlanmıştır. Elde edilen çıktılar kullanılarak haftalık satış temsilcisi hareketinin rotalaması da yapılmıştır.

Projemiz çıktıları doğrultusunda AVM kanalındaki müşterilerin ortalama ziyaret sıklığının %16 oranında artırılması planlanmaktadır. Yeni belirlenen ziyaret sıklıkları ve ziyaret süreleri dikkate alındığında AVM kanalı müşterileri için planlanan toplam ziyaret süresi mevcut düzendeki ile aynı kalmıştır. Restoran-Cafe-Bar kanalında ise müşteri ortalama ziyaret sıklığının %6 oranında azaltılması planlanmakta olup, bu kanal müşterilerinde harcanan toplam sürenin ise %9 azaltılması planlanmaktadır. Proje çıktılarımız aynı zamanda Restoran-Cafe-Bar kanalında örnek bir bölgede 151 müşteri üzerinde 10 işgünü süreyle uygulanmış olup, bu bölgede %92,7 başarılı ziyaret oranına ulaşılmıştır. CCI'nin müşterilerini doğru sıklıkla ziyaret etmesi, doğru miktarda zaman harcaması, müşteri ilişkisini sağlam tutması ve bunların sonucunda başarılı ziyaret oranını arttırması amacıyla gerçekleştirdiğimiz projemiz beklenen sonuçlara ulaşmıştır.

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### **COCA-COLA Satış Süreç Geliştirme ve Müşteri İletişim Merkezi Müdürü'nden**

Coca-Cola Sistemi'nde satış hacmine göre 6.sırada yer alan Coca-Cola İçecek (CCİ) Türkiye, Orta Asya, Orta Doğu ve Pakistan'ı kapsayan geniş bir coğrafyada 20 fabrikası ile faaliyet göstermektedir. Türkiye'de 8 fabrikası bulunan CCİ, üniversite ve sanayi arasında bilgi ve teknoloji transferinin kalkınma yolundaki önemini farkında olarak, üniversite-sanayi işbirliğini desteklemeye devam etmektedir.

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrenci ve akademisyenlerinin katkıları ile hazırlanan "Yerinde Tüketim Kanalı Satış Temsilcisi İş Geliştirme Projesi" başarı ile tamamlanmıştır.

Bu proje ile yerinde tüketim kanalı için yazılan bir yazılım programı ile müşteri segmentleri oluşturulmuş, müşteri segmentlerine göre ziyaret süreleri ve frekansları belirlenmiş ve belirlenen modelin doğrulaması için "Başarılı Ziyaret Oranı" da takip edilmiştir.

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.

Yerinde Tüketim Kanalı Satış Temsilcisi'nin işinin geliştirilmesine yönelik bu başarılı projeden ötürü bölümünüze ve tüm proje ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

Sevgi BOLEL  
Coca-Cola İçecek A.Ş.  
Satış Süreç Geliştirme ve Müşteri İletişim Merkezi Müdürü

## **Haber Merkezi Operasyonlarının İyileştirilmesi için Etkin İş Akış Süreci ve Sistem Tasarımı**

### **Doğuş Yayın Grubu A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Fatih Çakıcıoğlu  
Taylan Ersan  
Gökhan Murali  
Gözde Özbilim  
Pınar Pelit  
Raşit Yelmen

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi, 06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Onur Aladinler, Doğuş Yayın Grubu,  
Organizasyonel Gelişim Yönetmeni

#### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. İbrahim Akgün  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Doğuş Yayın Grubu öncü, yenilikçi ve istikrarlı kimliğiyle Türkiye'de medya sektörüne yön veren bir Doğuş Grubu şirkettir. NTV'nin 1999'da gruba katılmasının ardından faaliyetlerine başlayan grup, o tarihten bugüne MSNBC, CNBC, Virgin ve National Geographic gibi dünya çapında önemli marka ve kuruluşlarla çalışmakta ve sektöründe önemli atılımlar yapmaya devam etmektedir. TV'den internete, radyodan dergiye medyanın pek çok kolunda faaliyet gösteren Doğuş Yayın Grubu, kaliteli yayıncılığıyla adından söz ettirir hale gelmiştir. Gelişen teknolojiye ve son kullanıcının ihtiyaçlarına cevap vermeye çalışan Grup, teknoloji ve medyanın kesişim noktasına odaklanan, medyadaki inovasyon ve gelişmeleri takip etmekte ve desteklemektedir. Doğuş Yayın Grubu markalarından bazıları NTV, STAR TV, CNBC-e, NTV Spor, Kral TV, e2, NTV Radyo, Virgin Radio, ntvmsnbc.com, ntvspor.net, VOGUE, GQ, National Geographic olarak sıralanabilir.

## Proje Tanıtımı

Gelişen teknolojiye ve son kullanıcının ihtiyaçlarına cevap vermeye gün geçtikçe daha çok odaklanan medya endüstrisindeki şirketler, aynı zamanda şirket içindeki operasyon süreçlerini de iyileştirerek bu alanda fark yaratmak durumundadırlar. Doğuş Yayın Grubu çatısı altında yer alan NTV Haber Merkezi ile yürütülen bu proje, şirket içinde yer alan temel haber hazırlama süreçlerinin iyileştirilmesi ve bu süreçler için yeni bir sistem tasarlanması amacını taşımaktadır. Bu projeye başlanılmasının nedenlerinden birisi de, yurt dışındaki bazı köklü kuruluşların uygulamaya çalıştığı medya kuruluşlarındaki operasyonel mükemmellik kavramını daha da geliştirerek NTV Haber Merkezi'nde hayata geçirmek ve başarılı olunması durumunda, bu bakış açısının şirket içindeki diğer mecralara da uygulanmasını sağlamaktır. Projenin başarılı olması, yaptığı yenilikler ve başarılı uygulamalarıyla Türk medya endüstrisine yön vermekte olan Doğuş Yayın Grubu'na hem ekonomik açıdan hem de prestij anlamında değer katacağı gibi, ayrıca sektördeki diğer kuruluşlara da kendi operasyon süreçlerini iyileştirebilmeleri için ilham yaratacaktır.

Proje çıktısının kullanılacağı yer olan Doğuş Yayın Grubu, yaptığı atılımlar ve Türk medya endüstrisine kattığı yeniliklerle sürekli olarak gelişim kat etmektedir. Aynı doğrultudaki amaçla yola çıkılan bu projede, NTV Haber Merkezi'nde ortaya konan operasyon süreçlerinin iyileştirilmesi, TV'den internete, radyodan dergiye medyanın pek çok kolunda faaliyet gösteren kuruluşun uzun vadede bütün mecralarına uygulanacak ve fayda/maliyet oranı, kaynak kullanımı, sürdürülebilir rekabet avantajı gibi açılardan şirkete büyük katkılar sağlayacaktır. Proje çıktısının, uygun bir anlaşma zemini sağlandığı takdirde, sektördeki diğer kuruluşlara da fayda sağlayabileceği ve dolaylı olarak ülke ekonomisine de katkı yapabileceği öngörülmektedir.

Proje fikrinin içerdiği yenilik unsuru ulusal düzeyde bir inovasyon olarak kategorize edilebilir. Son yıllarda BBC ve bazı Amerikan medya kuruluşlarında operasyonel süreçlerin iyileştirilmesine yönelik yeni ve daha teknolojik çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Ancak Türkiye'deki medya endüstrisinde yer alan şirketler, hem maliyet yüksekliği hem de çalışanlarını yeni sisteme adapte etme zorlukları sebebiyle böyle bir proje yürütmeyi sürekli ertelemektedir. Dolayısıyla, NTV Haber Merkezi'nde yürütülen proje firma düzeyinde bir inovasyon olarak kalmayıp, ulusal medya endüstrisinde şirket içi haber operasyonlarının iyileştirilmesine öncülük edecek bir çalışma olarak değerlendirilebilir. Proje temel olarak yurt dışındaki medya kuruluşlarında uygulanan sistemlerden esinlenilerek hayata geçirilmiş olsa da, Türkiye'deki medya düzeninin getirdiği şartlar sistem tasarımı

aşamasında projenin birçok yenilik ortaya koymasına imkan sağlamıştır. Bu açıdan değerlendirildiğinde proje çıktısının patent ya da fikri mülkiyet hakkı elde etme olasılığı yüksek gibi görünse de, gerekli incelemeler yapıldıktan sonra bu tip haklar edinmek için istenen şartların tam olarak sağlanamadığı görülmüştür.

Proje fikrinin hayata geçirilmesine ilk olarak NTV Haber Merkezi'ndeki iş tanımlarının incelenmesi ve haber operasyonları süreçlerinin analiz edilmesiyle başlanmıştır. Bunun için şirkette önceden var olan dökümanların incelenmesinin yanı sıra, çalışanlarla mülakatlar yapılmış ve operasyon süreçleri yakından izlenilerek her birisi için ayrı ayrı zaman etüdüleri yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda mevcut sistemin eksiklikleri ve iyileştirmeye olanak tanıyan kısımlar belirlenmiştir. Bu çalışmalara eş zamanlı olarak yürütülen araştırmada ise yurt dışındaki benzer projelerin artıları tespit edilmiş ve NTV Haber Merkezi için tasarlanması düşünülen yeni sisteme sağlanabilecek olası katkılar değerlendirilmiştir. Yaklaşık 3 ay süren literatür araştırması, veri toplama ve veri analizi sürecinin ardından proje çözümü kurgulamasına yeni görev tanımlamaları ve yeni iş akışı planları yapılarak başlanmıştır. Bu süreçte şirket çalışanlarıyla beraber 2 hafta geçirilmiş ve hayata geçirilmesi düşünülen yeni iş tanımlarının ve tasarlanan operasyon süreçlerinin uygunluğu yetkili kişilerden onay alınarak doğrulanmıştır. Bunlara ek olarak, proje sürecinde tasarlanan yeni sistemin şirkette kullanılan mevcut haber hazırlama yazılımı ile işlerlik kazanamayacağı tespit edilmiştir. Proje çıktılarının doğrulanması halinde tasarlanan sistemin hem NTV Haber Merkezi'ne hem de bütün Doğuş Yayın Grubu mecralarına uygulanabilmesi için uygun bir dış kaynaktan Bilgi Teknolojileri yardımı alınması gerektiğine şirket danışmanlarıyla görüşülerek karar verilmiştir.

Proje çıktılarının doğrulanması ve geçerli kılınması için tasarlanan yeni sistemdeki haber operasyonları süreci için şirketin üstünde durduğu önemli performans ölçüm kriterleri belirlenmiş ve bunların sayısal olarak değerlendirilmesi ise simülasyon modelleri kurgulanarak yapılmıştır. Sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek için mevcut sistemin ve yeni tasarlanan sistemin simülasyonları ARENA programı kullanılarak ayrı ayrı modellenmiştir. Modellerin kurgulanmasından sonra ise veri aktarımı ve sonuç elde etme aşamaları sıralanmıştır. Veri akatarımı sırasında ARENA programının detaylı veri analizi yapmaya yarayan özelliği kullanılmış ve veriler uygun matematiksel dağılımlar ile eşleştirilerek sisteme girilmiştir. Böylece simülasyonda sonuç elde etme aşaması sırasında veri kaynaklı ortaya çıkabilecek hatalar minimize edilmiştir. Simülasyon modelleri çalıştırılıp, sonuç olarak elde edilen raporlarda ise önceden belirlenen performans ölçüm kriterleri karşılaştırılmıştır.

Proje çıktısında elde edilen verilere göre yeni tasarlanan sistemde eski sisteme göre en çok iyileşme sağlanan ölçüt çalışanlardan yararlanma yüzdesi olmuştur. Eski sistemde bu oran %60 civarındayken, yeni sistemin sonucunda (iş tanımlarının değişikliği de dikkate alınarak) %90'lara varan bir yüzde ortaya çıkmıştır. Gün içinde hazırlanan haber sayısında %10-12 artış, ortalama haber üretim sürecinde ise %8-10 oranında azalma kaydedilmiştir. Elde edilen raporların sonucunda dikkat çeken bir başka iyileşme ise haberlerin bütün mecralara kolaylıkla dağıtılması olmuştur. Eski sistemde haberlerin sosyal medyada ve internet sitesinde yer alma sayısı istenen seviyede değilken, yeni sistemde bu sorun çözüme kavuşturulmuştur.

Projeye başlanıldığında gerçekleştirilmesi düşünülen planlardan haber operasyonları için yeni bir sistem tasarımı bütün hatlarıyla gerçekleşmiş ve proje çıktıları öngörülene yakın bir tutarlılıkta elde edilmiştir. Önerilen iş akış sürecinin simulasyon sonuçları doğrulaması ve geçeriemesi yapıldıktan sonra ise çalışanlara yeni iş tanımlarının ve operasyon süreçlerinin tanıtılması için düzenlenecek eğitimlerin büyük bölümü tamamlanmıştır. Ayrıca yeni ortaya çıkan iş tanımlarının gerektirdiği ekipmanların siparişi de şirket tarafından verilmiştir. Proje çıktısının dış kaynaklı bir yazılım desteği alarak işler hale getirilmesi ve projenin NTV Haber Merkezi içinde tam anlamıyla uygulanması ise Doğuş Yayın Grubu'nun stratejik planları çerçevesine dahil edilmiştir. Bu süreçte proje çıktısının diğer mecralara uygulanabilirliği için çalışmalar yürütülmesi, uygun yazılım desteği almak için gerekli araştırmanın yapılması planlanmaktadır.

Projeden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, haber operasyonları sürecinde yaşanan sorunlara yenilikçi çözümler getirilmesi, çalışanların performans ölçümlerinin kolaylıkla yapılabilmesi, fayda/maliyet oranında artış yaşanması, medya endüstrisinde sürdürülebilir rekabet avantajının sağlanması gibi konularda Doğuş Yayın Grubu'na hem kısa hem de uzun vadeli kazanımlar sağlandığı görülmektedir. Proje çıktıları doğrulandıktan sonra önerilen sistem için belirlenen yol haritasının vakit kaybetmeden uygulamaya konulması da Doğuş Yayın Grubu'nun yapılan projeye duyduğu inancı göstermektedir. Daha gerçekçi ve somut sonuçların görülebilmesi ise proje çıktısının şirket tarafından planlanan süre içerisinde tamamen uygulamaya konulması ile mümkün olacaktır.

### **Kaynakça**

Doğuş Grubu 2013. Medya Sektörü, Doğuş Yayın Grubu,  
<http://www.dogusgrubu.com.tr>. Son erişim tarihi: 25 Nisan 2013.

## **Stoka ve SipariŖe göre BirleŖik retim Sistemi Tasarımı**

### **EczacıbaŖı –VitrA**

#### **Proje Ekibi**

AyŖe Byktosunoğlu  
BaŖak akar  
Müge Dağ  
Gülçin Erzeren  
Burcu Güven  
Sena Zenginol

Bilkent Üniversitesi  
Endüstri Mühendisliği Bölümü  
06800 Ankara

#### **Ŗirket DanıŖmanı**

Ceyhun Dönmez, VitrA Yapı rnleri Bozüyük Fabrikası  
Üretim Planlama Yöneticisi

#### **Akademik DanıŖman**

Yrd. Doç Dr. Emre Nadar  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

EczacıbaŖı Topluluğu 1942 yılında Nejat EczacıbaŖı tarafından kurulmuŖ olup, günümüzde 41 Ŗirketi, 11.730 alıŖanı ve 2012 sonu itibariyle 2,6 milyon avro cirosu ile Türkiye'nin önde gelen sanayi kuruluşları topluluklarından biridir. EczacıbaŖı temel olarak yapı ürünleri, sağlık ve tüketim ürünleri alanlarında alıŖmaktadır. VitrA, 1966 yılından bu yana EczacıbaŖı Yapı rnleri Grubu'na ait bir marka olarak seramik sağlık gereçleri alanında üretim yapmaya devam etmektedir. VitrA Bozüyük Fabrikası 4,2 milyon üretim hacmi ve 5000 adet ürün eŖitliliđiyle dünyanın en büyük seramik gereçleri fabrikalarından biridir.



## Proje Tanıtımı

Projede Vitra Bozüyük Fabrikası'nda üretim planlama aşamalarının koordinasyonsuz şekilde çalışması yüzünden ortaya çıkan envanter problemlerine odaklanılmıştır. Bu problemler üç ana başlıkta toplanmıştır: stokta gereğinden fazla envanter tutulması, tutulan bu envanterin satış değerlerine göre belirlenmemesi ve ana ürünün gerektirdiği yan malzemenin doğru zamanda tedarik edilememesi.

Üretim aşamaları kısaca döküm, sırlama, fırınlama, kalite ayrımı, montaj ve depolama olarak tanımlanabilir. Şirket üretim takibini ve ürün çeşitliliğini bütün ürünler için üretim basamaklarına göre değişiklik gösteren kod sistemiyle takip etmektedir.

Döküm aşamasında ürün "halb kodu" ile tanımlanır. Ürün sırlanınca kodu "tireli kod" olur. Sırlamadan sonra fırınlanan ürün en son montaja gider. Montaj yan malzeme tedarikinin yapıldığı aşamadır. Montajda ise ürün kodu "üst kod" olarak adlandırılır.

Stokta gereğinden fazla envanter tutulması problemi döküm ve fırınlama aşamalarında bulunan kısıtlardan kaynaklanmaktadır. Dökümtezgahlarının belirli kapasitelerinin olması, bazı ürünlerin birlikte dökülememesi ve fırınların enerji maliyeti kısıtları, şirketi tezgahları ve fırını tam kapasite çalıştırmaya yöneltmiştir. Buna ek olarak, döküm aşamasındaki kalıpların ömürleri dolana kadar kullanılması politikası izlenmektedir. Envanterin satış değerleriyle uyumlu olmamasının nedeni ise farklı üretim aşamalarındaki planların koordinasyonsuz olmasıdır. Örneğin, sırlamaya gelen halb kodunun hangi tireli koda çevrileceğine karar verilirken üst kod satış değerleri dikkate alınmamaktadır. Doğru zamanda doğru miktarda yan malzeme envanteri tutulamamasının nedeni ise döküm ve montaj departmanları arasındaki iletişim eksikliğidir. Her basamakta farklı üretim planlarının yapılması ve beklenmedik siparişlerde diğer üretim basamaklarının habersiz plan değişikliğine gidebilmesi montaj departmanını zorlamaktadır.

Proje üç ana başlık altında incelenen envanter problemini ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Böylelikle fazla envanter tutumundan kaynaklanan stokta bulundurma maliyetini azaltmak ve aynı zamanda sipariş öngörüsü yapılmadan tutulan yanlış envanter sonucu sipariş geldiğinde yanlış envanterin bozulup doğru envantere çevrilmesinden kaynaklanan kutu bozma oranı maliyetini azaltmak istenmektedir. Bununla birlikte yan malzeme tedarikinin doğru zamanda ve miktarda yapılamamasından kaynaklanabilecek ve müşteri memnuniyetsizliğiyle sonuçlanabilecek termin sürelerinin uzatılması ihtimalini ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır.

Öncelikle montajın yan malzeme tedariki konusunda yaşadığı probleme odaklanılmış ve mevcut durumda dökümden montaja kadar ne üretileceği bilgisinin itme sistemi ile yürütülmesi bu problemin nedeni olarak belirlenmiştir. Çözüm önerisi olarak üretimde bilgi akışının itme ve çekme sistemlerinin kombinasyonu olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Planlanan sistemde tüm üretim basamaklarının kod bazında üretilmesi gereken günlük miktar bilgisi montaj departmanı tarafından gün başında elde edilecek olup üretimden gelecek ürüne göre yan malzeme tedariki doğru şekilde sağlanacaktır. Stokta doğru zamanda ve doğru miktarda, doğru ürünü tutma hedefine yönelik ise üretim basamaklarının her aşamasındaki kısıtları ve geçmiş satış verilerini göz önünde bulundurarak toplam maliyeti azaltacak ve her ürün için kod bazında en iyi üretim miktarlarını verecek bir dinamik programlama modeli geliştirilmiştir. Plana göre bu modelden elde edilen veriler her gün tüm departmanların kullanacağı tek bir arayüze aktarılacak ve böylece günlük en iyi üretim sağlanacaktır. Model günlük çalışacağı için ani değişikliklerde montaj departmanının yan ürün tedariki konusunda yaşadığı sıkıntının da en aza indirgenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca tüm departmanlar ortak, tek bir arayüz kullandığı için iletişim eksikliği ve farklı planlar yapılması problemi ortadan kalkacaktır.

Bu hedefleri gerçekleştirebilmek için üretimin her aşamasındaki kısıtlar ve veriler tek bir modelde toplanmalı ve bu model günlük çalışmalıdır. Fakat hem kısıtların fazla olması, hem ürün çeşitliliğinin çok fazla olması (5000 ürün) sebebiyle DP modeli C++ programlama dilinde koda çevrildiğinde çözülmesinin imkansız olduğu görülmüştür. Kodun çözülebilmesi için modelin içeriği küçültülmüş ve model daha basit olduğu için Java programlama diliyle tekrar yazılmıştır. Ancak kod, yan malzemelerin stok durumu ve tedarik süreleri gibi, kapsamlı modelin göz önüne aldığı birçok kısıtı göz ardı etmesi sebebiyle gerçeğe uygun ve kullanılabilir bir sonuç vermemektedir. Bununla birlikte DP modelinin daha az kısıtı olan üretim planlarında kullanılabileceği gösterilmiş olup, doğru çalışan bir DP modeli geliştirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında bu çalışma benzer sistemler için örnek bir çözüm olabilir. Aynı hedefler doğrultusunda çalışacak alternatif bir çözüm önerisi olarak MS Excel arayüzünü kullanan bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistem, tüm süreçlerdeki haftalık olarak üretilmesi gereken miktarları satış ortalaması, verimlilik, emniyet stoku gibi faktörleri göz önüne alarak üst kod bazında belirlemektedir. Bu sistemde, mevcut durumdan farklı olarak tüm departmanlar arasında sürekli bilgi akışı sağlanacaktır. Böylelikle montaj planlamanın üretim verilerine en kısa zamanda ulaşması sağlanarak, yan malzeme ve ana ürün montajında meydana gelen tutarsızlıkların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Sistem tarafından hesaplanan üretim bilgileri ara verimlilikler de düşünülerek

sırasıyla sırlama ve döküm gibi önceki süreçlere aktarılacaktır. Bu yolla, tüm basamaklar için ortak ve sürekli güncellenen bir ara yüz oluşturulup, farklı departmanlarda farklı planlar yapılmasının önüne geçilecektir. Üretim bilgisi belirlenirken, aynı kalıptan çıkan farklı ürünlerin üretim süreçlerine dağılımının ağırlıklı hareketli ortalama yöntemiyle yapılan tahminleme çalışmasına göre düzenlendiğinde yanlış stok tutumunun azaltılacağı öngörülmüştür. Ayrıca, talepteki dalgalanmaları karşılayabilmek için montajda geçici ambalajlaması yapılan bazı ürünlerin emniyet stoku hesaplamasında Federgruen ve Zipkin (1984) paylaşırım yöntemi kullanılmıştır.

Projenin hedefleri incelendiğinde, envanter maliyetlerini azaltma, kutu bozma oranlarını azaltarak ek maliyetten kurtulma ve termin sürelerinin uzama ihtimaline yol açabilecek problemleri ortadan kaldırarak müşteri memnuniyetini zedeleyebilecek durumların oluşmasını engelleme gibi bir şirket için birinci derecede önem arz eden hedeflerin var olduğu görülmektedir. Şirketin hem karını arttırmasını hem de güvenilirlik, marka algısı ve müşteri memnuniyeti gibi değerlerini korumasını sağlayan bir çözüm önerisi tasarlanmıştır.

Alternatif çözüm önerisi olan MS Excel'in hayata geçmesiyle envanter maliyeti azalacak, kutu bozma işleminden kaynaklanan maliyet azalacak ve yan ürünlerin doğru zamanda doğru miktarda tutulması sayesinde termin sürelerinin uzama ihtimali, dolayısıyla siparişi geç göndererek müşteri memnuniyetsizliği yaratma ihtimali ortadan kaldırılacaktır. Aynı zamanda diğer çözüm önerisi olan DP modeli, üretim planlamada DP kullanımı açısından bir örnek olarak kalacaktır.

Sonuç olarak proje, şirketin yaşadığı sorunları ortadan kaldırmaya yönelik hedeflerine ulaşmıştır.

#### **Kaynakça**

Federgruen A., Zipkin F.1984. "Allocation policies and cost approximations for multilocation inventory systems", Naval Research Logistics Quarterly, 31(1),97-129

## **Kayıp Satışı Önlemeye Yönelik Karar Destek Sistemi Tasarımı**

### **EHM Mağazacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Cansev Kutlu  
Figen İpek  
İdris Kaplan  
İrem Özden  
Melike Demir  
Özge Öztürk

Endüstri Mühendisliği  
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Gökhan Aydın, EHM Mağazacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.,  
Lojistik ve Planlama Yöneticisi

#### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Nagihan Çömez  
Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

EHM Mağazacılık ve Sanayi A.Ş., 2000’li yılların başında kurulmuş olup 2008 yılında Turgut Aydın Holding bünyesine katıldı. Şirket, holding bünyesine katıldıktan sonra ise hızlı bir büyüme stratejisi ile yıllık ortalama %60 büyüme ivmesi yakaladı ve şu anda organize perakendecilik anlayışıyla ev tekstili sektörünün lider kuruluşlarından birisidir. English Home, yurtiçindeki 140 mağazası ve yurtdışındaki Ukrayna, Azerbaycan ve Kuzey Irak mağazalarıyla dış pazarlarda da yer almaya başlamıştır. English Home mağazalarında görsel stok alanları hariç, ek bir depolama alanı bulunmamaktadır. Adapazarı’ndaki merkez depo, şirketin tek deposu olmakla birlikte, Türkiye çapındaki bütün mağazalara sevkiyatlar bu depodan gönderilmektedir.

### **Proje Tanıtımı**

Beklenmeyen satış artışı, planlama problemleri ve tedarik zincirindeki problemler, ürünün English Home mağazalarında bulunabilirliğini azaltmakta ve kayıp satışın oluşmasına neden olmaktadır. Şirketin kullandığı ürün dağıtım sistemi, ürünlerin mağazalara hangi miktarlarda dağıtılacağını belirlemektedir. Projenin başlatılmasının amacı, şirketin şu anda kullandığı ürün dağıtım sisteminde kayıp satışa sebep olan noksanların giderilmesidir. Şirketin proje çıktısını göz önüne alarak sistemi, çıktı sonuçları doğrultusunda revize etmesi beklenmektedir. Proje başarılı olduğu takdirde, geliştirilmiş ürün dağıtım sistemi temel alınarak English Home mağazalarında oluşan kayıp satış sorunu en aza indirgenecek ve kayıp satış sebebiyle oluşan ciro kaybı olabildiğince azaltılacaktır.

Proje fikrinin içerdiği yenilik unsuru firma düzeyindedir; çünkü projenin çıktısı firmanın şu anda kullandığı ürün dağıtım sisteminin üzerine yapılan eklemeler doğrultusunda sonuç vermektedir. Firmanın mevcut sisteminde, ürünlerin mağazalarda bulunması gereken minimum miktarları, her ürün için belirlenmiş bir katsayı ile her mağaza için belirlenmiş olan bir katsayının çarpımından elde edilmektedir. Kullanılmakta olan katsayılar, mağazaların ve ürünlerin satış potansiyellerine göre belirlenmiştir; ancak bu katsayılar el ile değiştirilmediği sürece sabit kalmaktadırlar. Önerilen sistemin bu konudaki üstünlüğü ise mağazalar ya da ürünler için sabit katsayı değerleri belirlemeden, satış verilerini göz önünde bulundurarak her gün için farklı minimum envanter miktarlarının belirlenmesidir. Bu miktarlar, satış verilerine dayandığı için satışın arttığı dönemlerde artarak kayıp satışını engellemekte; satışın azaldığı dönemlerde ise azalarak mağazalarda gereğinden fazla bulunan ürünlerin miktarlarını azaltmaktadır. Her gün için değişen minimum envanter miktarlarının yanı sıra; önerilen yöntem, talep miktarlarındaki farklılıkları ve teslimat süresini de hesaba katarak, her bir ürün için güvenli envanter değeri hesaplanmaktadır. Hesaplanan güvenli envanter değerleri, satış verilerine dayanarak hesaplanan minimum ürün adedine dahil edilerek “Sipariş Verme Seviyesi” belirlenmektedir. Böylece, kayıp satış ihtimali en az düzeye indirgenmektedir. Bunlara ek olarak, bir ürün tedarikçiden bir daha talep edilmeyecekse ve o ürüne çıkartılması gereken toplam sevk, ana depoda bulunan miktardan fazla ise, bu ürünün bütün mağazalarda yer alması ve bir an önce bitirilmesi için satış potansiyeli fazla olan mağazalara, ihtiyaç miktarları doğrultusunda ürün yollanması önerilmektedir. Bu sayede, kayıp satış miktarlarının azaltılması ve merkez depoda gereksiz yer kaplayan ürünler elenmesi beklenmektedir.

Öncelikle verilerin analizi için Ankara'dan 3 pilot mağaza seçildi. İncelenecek verileri daha güvenilir hale getirmek için, günün başındaki

stok değerlerinin sıfır olduğu periyotlarda oluşan satış değerleri, zaten sıfır olacağından hesaplamalara katılmadı. Bununla birlikte, satış verilerinde çeşitli sebeplerden dolayı oluşan uç noktalardaki değerlere “Winsorizing” yöntemi uygulandı. Böylece aykırı satış değerleri, uygulanan “Winsorizing“ yöntemi sayesinde belirlenen alt ve üst sınır seviyeleri ile değiştirildi. Bu değişim, şirketin %95 servis seviyesi hedefi dikkate alınarak yapıldı ve verilerin güvenilirliği artırıldı. Ancak; iç yastık kategorisindeki ürünlerin stok döngüsü çok hızlı olduğu için bu ürünlerin servis seviyesi %99 kabul edildi. Bu sayede, stok döngüsü hızlı olan ürünlerin kayıp satış ihtimali azaltılmış oldu.

İncelenen veriler sansürlü olduğu için talep tahmin yöntemlerini kullanmak doğru sonuçlar vermeyecektir. Bu nedenle yeni bir yöntem belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, English Home ürünlerinin satış değerleri incelendiğinde rutin dalgalanmalar gözlemlendi. Şirketin ürün dağıtım sisteminin düzenlenmesi için bu dalgalanmalar incelendi ve satış değerlerinde günlük sezonsallığın olduğu görüldü. Bu sezonsallık hesaplanırken, bir yıl boyunca haftanın her günü için satışlar ayrı ayrı değerlendirildi ve günlük ortalamalar yıllık satış ortalamasına bölünerek günlük sezonsallık katsayıları hesaplandı. Ardından, satış verileri bu katsayılara bölünerek günlük sezonsallığın etkileri giderildi. Belirli periyotlara ait – son 3 gün, son 1 hafta, son 2 hafta, son 1 ay ve geçtiğimiz yılın önümüzdeki bir haftası – satış verilerinin ortalaması alındı. Periyotlar; güncel satış değerlerini, olası kampanyaları ve özel günleri kapsayabilmek adına belirlendi. Belirlenen periyotlarda daha güvenilir verilerle işlem yapmak için ilk etapta etkisi ortadan kaldırılan sezonsallık, periyot bazında yapılan hesaplamalardan sonra daha doğru temel envanter seviyeleri elde etmek için yeniden hesaba katıldı. Bu bağlamda hesaplanan ortalama değer, hangi günlere sevk çıkarılacak ise o günlerin katsayıları toplamı ile çarpıldı. Temel envanter seviyesini belirlerken, yukarıda bahsedilen 5 periyottan elde edilen envanter seviyelerinin ortalaması alındı. Bu ortalamaya göre mağazalara gönderilecek sevk adetleri belirlendi. Sevk adedi ( $X_{ij}$ ),  $X_{ij} = (M_{ij} - E_{ij}) - A_{ij}$  formülü ile hesaplanmaktadır.  $M_{ij}$ , j mağazasında bulunması gereken i ürün adedini;  $E_{ij}$ , j mağazasının elinde bulunan i ürün adedini ve  $A_{ij}$ , j mağazasına gelmekte olan i ürününün miktarını belirtmektedir. Bu sistem mağazalardaki ürünlerin temel envanter seviyesinin günlük dinamikliğini sağladı. Bu dinamiklik sayesinde ürünlerin mağazalarda bulunulabilirlik oranları artması, mağazalarda satışı az olan ürünlerin gereksiz miktarlarda tutulmasının da önüne geçilmesi ve bunun neticesinde kayıp satış sorununun azaltılması sağlandı. Diğer öneriye göre, ürün tedarikçiden talep edilmeyecekse ve önerilen toplam sevk miktarı deponun elindeki ürün miktarından fazlaysa, sevk miktarları mağazaların satış potansiyeli ve ihtiyaçları doğrultusunda yeniden

belirlenmektedir. Bu çözüm kapsamında, mağazalarda o üründen yoksa, kayıp satışı önlemek amacıyla her mağazaya 1 adet ürün atanmakta ve depodaki ürün miktarı revize edilmektedir. Daha sonra her mağaza için sevk miktarı hesaplanmaktadır. Depodaki ürün miktarının toplam sevk miktarına bölünmesiyle elde edilen oran, mağazaların ihtiyaçları ile çarpılmaktadır. Elde edilen ondalıklı sonuçlar, aşağıya yuvarlanarak mağazalara gönderilmesi gereken ürün miktarları belirlenmektedir. Bu süreç, o ürün depoda tükenene kadar devam etmektedir. Böylece, ürünlerin mağazalardaki bulunabilirliği artırılmış ve satış potansiyeli fazla olan mağazalara daha fazla ürün gitmesi sağlanarak kayıp satışın azaltılması sağlanmıştır.

Sonuç olarak, sistemin kontrol edilebilmesi için belirli bir tarih aralığında her gün sevk önerisi bulunan ürünler seçilmiştir. Ürünlerin, depoda seçilen tarih süresince toplam sevk miktarını karşılayabilecek miktarda olması göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda, pilot mağazalar içinden kayıp satışa uğramış ve uğramamış ürünlerin görülme oranları belirlenmiştir. Bu oranlar, Ankara Kentpark mağazası için 3:7; Ankara Gordion mağazası için 2:8 ve Ankara 365 mağazası 5:5'tir. Buradan yola çıkarak seçilen örnek ürünlerde kayıp satışın görüldüğü günlerin, belirlenmiş tarih aralığındaki toplam gün sayısına oranı bulunmuştur. Her ürün için hesaplanan bu oranların ortalaması, Ankara Kentpark mağazası için %6,25'ten %3,75'e; Ankara Gordion mağazası için %4,38'den %1,25'e ve Ankara 365 mağazası için %24,38'den %5,63'e düşürülmüştür. Projenin tamamlanabilmesi için, seçilen ürün kümesi haricinde çözümün bütün ürünleri kapsayacak şekilde uygulanması ve sonuçların alınması gerekmektedir. Bu işlem için bir yazılım sistemi üzerinde çalışılmaktadır ve bu yazılımın çalışmaları devam etmektedir. Fakat sunulmuş olan bu çözümün, şirketteki uygulaması henüz gerçekleşmemiştir. Ayrıca, toplam sevk miktarının ana depoda bulunan ürün miktarından fazla olduğu durumları test etmek için yapılması gereken işlemler, veriler incelenecek güvenilirlikte olmadığı için gerçekleştirilememiştir. Projenin teslim tarihine kadar verilerin güvenilirliği sağlanabilir ise çözümün incelenmesi tamamlanabilecektir.

Sipariş verme noktasının hesaplamaları Khan&Jain'in "Theory and Problems in Financial Management" isimli kitabından alınmıştır. Kullanılan "Winsorizing" yöntemi, Edward J. Lusk, Michael Halperin and Frank Heiling tarafından hazırlanmış "A Note on Power Differentials in Data Preparation between Trimming and Winsorizing" adlı yayından edinilmiştir. Ayrıca bu çözümde bulunan katsayı hesapları ve diğer çözümdeki oran hesaplamaları, Akademik Danışman Yrd. Doç. Dr. Nagihan Çömez katkılarıyla yürütülmüştür.

## **Otomotiv Endüstrisinde Montaj Hattı Dengeleme Çalışması**

### **Erkunt Traktör**

#### **Proje Ekibi**

Dize Dinçkol  
Nesrin Dönmez  
Halil İbrahim Karataş  
Mustafa Mutlu  
Gözde Odabaş  
Nilgün Öz

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Cenk Çivici  
Erkunt Traktör, Metot Müdürü

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. Erdal Erel  
Bilkent Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dekanı

#### **Firma Tanıtımı**

Erkunt Traktör tamamıyla yerli sermaye ile kurulmuş ve Türkiye'nin ilk gerçek yerli traktörünü Türk mühendisleri yardımıyla üretmiştir. 3 yıl içinde, sektöründe tanınan ve güvenilen bir marka olmayı başaran Erkunt Traktör, yurt dışına ürettiği ArmaTrac markasıyla da tanınmaktadır. Hem kendi ürünleri hem de diğer traktör üreticileri için hidrolik kaldırıcı üretimi de yapan Erkunt Traktör'ün şu anda ürün yelpazesinde 8 tip ve 57 farklı model bulunmaktadır. Erkunt Traktör tarafından üretilen tüm traktör modelleri, Avrupa Birliği Homologasyon Belgesi'ne sahiptir.



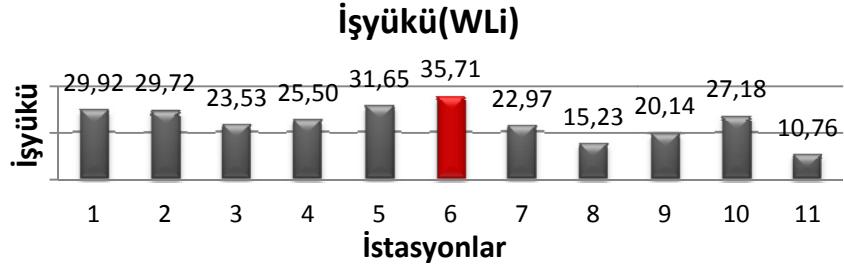
### Proje Tanıtımı

Fabrika 4 ana hattan oluşmaktadır: Transmisyon Montaj Hattı, Boya Öncesi, Boyama ve Boya Sonrası Montaj Hattı. Projemizin çalışma alanı olan Transmisyon Montaj Hattı'nda üretilen transmisyon, birden fazla parçanın (şanzıman, diferansiyel kutusu, 4 çeker kutusu, iç kumanda, fren gövdesi, aks kovani, hidrolik kaldırıcı) birleşmesiyle oluşur. Transmisyon montaj hattı iki farklı transmisyon modelinin (T-537 ve T-557) üretildiği karma modellenli bir montaj hattıdır.

Projenin başarıya ulaştığını anlayabilmek amacıyla, denge kaybı ve delta ( $\Delta$ -üretim oranı değiştiğinde hattaki denge kaybının ne kadar arttığını ölçer) olmak üzere iki adet geliştirme hedefi belirlenmiştir. Bu kriterleri göz önünde bulundurarak hatta dengeleme çalışması yapmak ve böylece istasyon sayısını değiştirmeden üretim kapasitesini en az maliyetle arttırmak hedeflenmiştir. Önerilen yeni hat, eski hattaki temel yapıyı genel olarak korumakta ve ek olarak yalnızca 4 adet torklama aleti gerektirmektedir. Yeni hattın maliyeti 4 adet torklama aletinin alımı ve hattaki 11 işçiye bir gün fazla mesai ücreti ödenmesi olarak hesaplanmıştır.

Projemizin çözümünde kullandığımız sezgisel metot grubumuz tarafından oluşturulmuş yeni bir metottur. Montaj Hattı Dengeleme alanında daha önce yapılan çalışmalarda uygulanan metotlar genellikle karma modellenli problemleri birleşik öncelik diyagramıyla tek modellenli probleme indirgeyerek çözmektedir (Boysen ve Scholl, 2006). Bu metotlar hattaki denge kaybını minimize etmeye çalışır fakat belirlediğimiz bir diğer kriter olan  $\Delta$ 'yı dikkate almazlar. Hazırladığımız sezgisel metot hem denge kaybını hem de  $\Delta$ 'yı minimize etmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte bizim metodumuz, önceki metotların aksine, materyal taşıma sürelerinin azaltılması, ekstra makine alımının engellenmesi veya herhangi başka bir sebepten dolayı bir arada bulunması istenen işlerin aynı istasyona atanmasına olanak sağlamaktadır.

Sistemi analiz etmek amacıyla öncelikle iki transmisyon modeli operasyonları için zaman etütleri yapıldı ve öncelik diyagramları oluşturuldu. Sonra istasyonların iş yükü tanımlanıp hesaplandı. Bir istasyonun iş yükü kısaca modellerin o istasyonda geçirdiği sürelerin modellerin üretilme oranıyla çarpımının toplamıdır. Üretim oranları T-537 ve T-557 için sırasıyla 0.67 ve 0.33 olarak belirlenmiş ve istasyonların iş yükleri hesaplanmıştır (Şekil-1). İstasyonların iş yükleri hesaplandıktan sonra belirlenen üretim oranında hattaki denge kaybı %31 olarak ölçülmüştür. Bunun yanı sıra üretim oranı değiştiğinde hattaki denge kaybının ne kadar artacağını ölçmek için  $\Delta$  tanımlanmış ve mevcut hat için 433 dakika olarak hesaplanmıştır.



Şekil-1

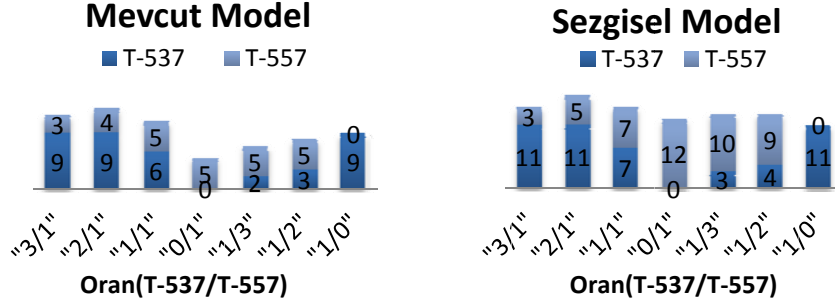
Yapılan kaynak taramaları sonucunda ilk olarak öncelik diyagramı üzerinden Dal & Sınır yöntemiyle iş yükündeki denge kaybının minimize edilmesi açısından optimum sonucu veren Salome adlı algoritma kullanılmıştır (Scholl ve Klein, 1997). Tek model üreten hatlar üzerinde çalışan bu algoritmayı karma model üreten hattımıza uyarlamak amacıyla, birleşik öncelik diyagramı yöntemiyle karma modelden tek bir model oluşturup Salome'ye elde ettiğimiz birleşik öncelik diyagramını verdik. Salome'den aldığımız çözümü incelediğimizde denge kaybının %0'a indiğini fakat  $\Delta$ 'nın mevcut sisteme göre azalmasına rağmen yüksek olduğunu gözlemledik. Bununla birlikte aynı alt parçalara ait işlerin (transmisyon; şanzıman, diferansiyel, hidrolik kaldırıcı gibi alt parçalardan oluşur) farklı istasyonlara atanmasından dolayı materyal taşıma sürelerinin artacağını ve fazla miktarda yeni makine alımı ihtiyacı doğacağını fark ettik. Bu yüzden yeni bir sezgisel metot geliştirmeye karar verdik. Geliştirdiğimiz yeni metot hem denge kaybının hem de  $\Delta$ 'nın minimize edilmesini amaçlamaktadır. Bununla birlikte materyal taşıma sürelerinin azaltılması, ekstra makine alımının engellenmesi veya herhangi başka bir sebepten dolayı bir arada bulunması istenen işlerin aynı istasyona atanmasına olanak sağlamaktadır. Kendi geliştirdiğimiz sezgisel algoritmamız ve Salome programı kullanılarak ulaşılan çözümlerin belirlediğimiz kriterler açısından karşılaştırılması Tablo-1'de mevcuttur.

Tablo-1: Hedeflerin karşılaştırılması. (BL= Denge kaybı, Delta = üretim oranı değiştiğinde hattaki denge kaybının ne kadar arttığını ölçer, #WS = istasyon sayısı)

	Sezgisel Yöntem			Salome		
	T-537	T-557	Tüm hat	T-537	T-557	Tüm hat
<b>BL=</b>	36%	17%	11%	21%	48%	0%
<b>Delta=</b>	207,95			284,2		
<b># WS</b>	11			11		

Oluşturulan yeni hattın ne kadar kapasite artışı sağlayacağını görmek için kullandığımız sezgisel metot sonucunda elde ettiğimiz hatta ve mevcut hattı Arena simülasyon programıyla modelledik. Yapılan

simülasyonlarda her üretim oranında günlük üretim kapasitesinin önemli ölçüde arttığını gördük (Şekil-2).



Şekil-2

Üretim adetleri dolayısıyla verimlilik artırılmıştır (Şekil-2). Maliyet ve getiri hesaplarıyla elde edilen kâr sayesinde transmisyon hattında yapılan değişiklikleri, değişik üretim oranları için, maliyeti ortalama 10 gün içerisinde telafi edilebileceği öngörülmektedir. Bu, maliyetin üretim kapasitesi artışına göre kayda değer olmadığını göstermektedir. Ayrıca yapılan hesaplamalarda yeni sistemde büyük oranda kârlılık sağlanabileceği de görülmüştür.

Şimdiye kadar proje planımızda olan; sistem analizi adına yaptığımız zaman etütleri, öncelik diyagramlarının çıkarılması, üretim planının ve öncelik diyagramlarının analizi işlemlerini tamamladık. Olası çözümleri, kriterlerimiz doğrultusunda değerlendirerek bunların arasında en iyisini seçtik. Önerilen ve mevcut hattın simülasyonlarını yaparak önerilen hattın önemli ölçüde kapasite artışı sağladığını gördük. Nihayetinde, projenin fabrikaya sunulması ve uygulamaya geçilmesi aşaması var. Projenin uygulanması için, üretimi durdurmadan hafta sonu yapılacak bir çalışmayla önerilen yeni üretim hattının hayata geçirilmesi planlanmaktadır.

Sonuç olarak, yapılan çalışmayla hattaki denge kaybı azaltılarak istasyon sayısı arttırılmadan üretim kapasitesi her üretim oranında önemli oranda arttırılmıştır.

### Kaynakça

- Boysen N., Scholl A. 2006, "Assembly line balancing: Which model to use when?", Hamburg, Universität Hamburg
- Erkunt 2009. Hakkımızda, <http://www.erkuntraktor.com.tr/>. Son erişim tarihi: 20 Nisan 2013.
- Scholl A, Klein R. (1997) SALOME: A Bidirectional Branch-and-Bound Procedure for Assembly Line Balancing. INFORMS Journal On Computing 9 (4),319-334.

## **İkinci İşlem Üretim Planlama Bölümü için Karar Destek Sistemi Tasarımı ve Uygulanması**

### **ETİ Gıda A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Elvan Uluer

Şule Oflaz

Vehbi Güzel

Fatih Buldum

Yiğit Gülan

İklim Barut

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Erman Atak,

Bilgi Teknolojileri ve Sistemleri Geliştirme Departmanı,

Sistem Geliştirme Analisti

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. İhsan Sabuncuoğlu

#### **Firma Tanıtımı**

ETİ, 1962 yılında, Firuz Kanatlı önderliğinde, 22 çalışanıyla ve günlük sadece üç ton üretim kapasitesi ile faaliyete başladı. Daha sonraki yıllarda ise fabrika sayısını ve buna paralel olarak üretim kapasitesini artıran ETİ, günümüzde pazarın öncü firmalarından biri olmayı başarmış durumdadır. “Hızlı Tüketim Malları Sektörü” içerisinde faaliyet gösteren ETİ, beş ana üretim fabrikası (Kek Fabrikası, Çikolata Fabrikası, Bisküvi Fabrikası, Kraker Fabrikası, Bozüyük Fabrikası) ve ürünlere çoklu paket üretimi yapan İkinci İşlem Merkezi’ni (İİM) bünyesinde barındırmaktadır. Beş ana fabrikada üretim kapasitesi yaklaşık olarak 350.000 ton/yıl olarak hesaplanmıştır.

## Proje Tanıtımı

ETİ İkinci İşlem Merkezi'nde üretim planlama bölümünde vardiya bazında otomatik olarak üretim planlama ve çizelgelemesini gerçekleştiren bir karar destek sisteminin eksikliği verimlilik sürecini olumsuz yönde etkilemektedir. Mevcut sistemde yapılan üretim planlama elle gerçekleştirilmekte ve herhangi bir optimizasyon algoritmasına dayanmamaktadır. Bu projenin amacı, hızlı ve kullanıcı dostu bir karar destek sistemi tasarlayıp uygulayarak zaman kaybının önüne geçmek, daha etkili ve verimli bir sistem hazırlamaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalar yürütüldü ve farklı metodlar kullanılarak çözüme ulaşılmaya çalışıldı. Karar destek sistemi, vardiya bazında üretim planını yani her vardiyada üretilmesi gereken ürün tonajını ve gerekli olan işçi sayısını belirlemek üzere tasarlandı. Bu proje sektör olarak "Hızlı Tüketim Malları Sektörü" içerisinde faaliyet gösteren ETİ için tasarlanmış olsa da, üretimini paralel makinelerde ve vardiya bazında gerçekleştiren herhangi bir sektördeki bu özellikleri taşıyan fabrikalarda da uygulanabilir.

Proje çıktısının içerdiği yenilik unsuru, firma düzeyinde yenilik kategorisinde konumlandırılabilir. Firma, İİM dışında, planlama ve çizelgeleme işlemleri için karar destek sistemi kullanmaktadır, fakat İİM için planlama süreci elle gerçekleşmektedir. Bu sebeple, proje çıktısı olarak elde edilen karar destek sistemi tamamen İİM için yenilik unsuru olacaktır. Firma genelinde kullanılan sistemler, "General Algebraic Modeling System" (GAMS) ile geliştirilmiştir, fakat bizim proje çıktımız, Excel ile bağlantılı olan, "Visual Basic for Application" (VBA) içermektedir. Sadece İİM için yapılan planlama ve çizelgeleme ile karşılaştıracak olursak, elde ettiğimiz proje çıktısı, mevcut durumdaki sistemden tamamen farklıdır. Şu anda planlama mühendisinin, elle gerçekleştirdiği planlama ve çizelgeleme, hafta başında, beş ana fabrikadan gönderilen üretim miktarları dosyasından, İİM için kullanılan stok ve ara mamul ürün seviyesi dosyalarından ve müşteri talep bilgisi dosyalarından elle alınan bilgiler doğrultusunda gerçekleşmektedir. Proje sonucu elde edilen karar destek sistemi, tüm yapılan manuel işlemleri, belirli bir algoritma ile otomatik olarak gerçekleştirmektedir.

İİM üretim planlamada Karar Destek Sistemi ihtiyacı firma tarafından bize iletildikten sonra, projeye sistem analizi ile başlandı. Problemin temel noktası olan planlamanın şu anki mevcut durumu analiz edildi. Daha sonra çözüm için kullanılacak araçlar ve çözüm yöntemleri alternatifleri için literatür araştırması yapıldı. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, karar destek sistemi gerçekleştirmek için en uygun aracın Excel üzerinde uygulanacak VBA olduğuna karar verildi.

VBA aracılığı ile geliştirilen algoritma sayesinde, vardiya bazında üretim planlama ve çizelgeleme elde edildi. Excel ile elde edilecek çözümü doğrulamak ve geçerli kılmak için alternatif bir çözüm ile de karşılaştırmaya karar verildi. Bu alternatif çözümün bir matematiksel model olmasına şirket danışmanı ile birlikte karar verildi. Matematiksel model için önce literatür araştırması yapıldı ve geliştirilen matematiksel model GAMS'te kodlandı. GAMS ve Excel için kullanılan girdiler ise şirket tarafından, güncel planlama verilerinin benzeri veriler olarak bize sağlandı. Proje çıktılarının doğrulanması ve geçerli kılınması için öncelikle Excel'de hazırlanan sezgisel algoritmanın çıktısı şirkette planlama mühendisi tarafından hazırlanmış olan çıktı ile karşılaştırıldı. Proje kapsamında hazırlanan sezgisel algoritmanın daha kısa zamanda daha verimli ve etkili çıktı verdiği saptandı.

Proje planında hedeflenen çıktı üretim planlama mühendisinin kullanabileceği otomatik ve verimli bir üretim planı oluşturmaktı. Bu doğrultuda önerilen Excel ile hazırlanan sezgisel algoritma istenen çıktıyı vermektedir. Projenin çıktısı olan üretim planı hangi ürünün, hangi makine üzerinde, hangi vardiyada üretileceği bilgisini vermektedir. Ayrıca vardiya bazında üretimde kullanılacak işçi sayısına da sezgisel algoritma ile ulaşılabilmektedir. Sezgisel algoritma bir hafta için çalıştırıldığında, 106 ürünün hepsi girdi olarak alınıp, toplamda, elle yapılan planlamaya kıyasla %15 daha fazla üretim yapmıştır. Bunun yanında üretim planlama zamanı haftalık 15 saat gibi bir süreden 15 dakikaya düşürülmüştür. Ayrıca hazırlanan sezgisel algoritma ile iş gücü daha verimli kullanılarak %25 düşürülmüştür. GAMS'te kodlanan matematiksel model tüm verilerle çalıştırıldığında olumsuz sonuç vermekte ve geliştirilen model ETİ için kullanışsız hale gelmektedir. Bu nedenle, matematiksel model toy probleme indirgenerek elde edilen sezgisel algoritma ile karşılaştırmaya karar verildi. Toy problemin bir haftalık, yani 18 vardiyalık zaman aralığında çalıştırılmasına karar verilip, 106 üründen 40 ürün çeşidi üretim planını ve çizelgelemesini gerçekleştirmek için seçildi. Toplamda 75 işçi ve 6 farklı makine kullanılarak bir haftanın bütün talebini karşılayacak olan 70.369 ton üretim yapıldı.

Sonuç olarak daha uygulanabilir olan sezgisel algoritmanın şirkete sunulmasına karar verildi. Diğer fabrikalardan İİM'nin girdisi olarak gelen yarı-mamullerin stok seviyesini belli bir oranda tutmak için, stok/gün oranını temel alan sezgisel algoritma, bu amaç doğrultusunda elindeki kaynakları ve kapasiteyi verimli ve etkili bir biçimde kullanarak maksimum üretim amacına hizmet etmektedir. Bu amaç doğrultusunda matematiksel modelden farklı olarak, bir vardiyada bir makineye birden fazla ürün atayabilmektedir. Yani üretim planında

talep ve ara mamul miktarını göz önüne alarak 8 saatlik bir vardiyayı parçalara bölerek atama yapabilmektedir.

Bunun yanında, sezgisel algoritma ile yapılan planlama, kullanıcıya 1 haftalık, vardiya bazında üretim planı vermektedir. Ayrıca, sezgisel algoritma matematiksel modele göre daha kullanıcı dostu bir çözüm yolu olarak gözlenmiştir. Bunun sebebi, talep, işçi sayısı, çalışma gün sayısındaki değişimlere ve makinelerde olabilecek arıza durumlarına hızlı bir şekilde adapte olabilmesidir. Sezgisel algoritma şu an elle yapılan üretim planı ile karşılaştırıldığında üretim miktarı, işçi kullanımı, karşılanamayan talep ve bu süreç zarfında kullanılan zaman açısından daha etkilidir. Sezgisel algoritmanın yanında hazırlanan matematiksel model, amaç fonksiyonunda yapılan bütün değişikliklere rağmen sezgisel algoritma ile mantıklı bir karşılaştırma yapılamamıştır. Bunun sebebi, her iki çözüm yolunda farklı amaçlar doğrultusunda tasarlanmış olmasıdır. Sezgisel algoritma stok/gün parametresini göz önüne alarak, ara-mamul kullanıp hem gelecek haftadaki talebi karşılama hem de gelecek haftaya yeterli ara-mamul bırakmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda hali hazırdaki iş gücünü ve makine kullanımını haftaya yaymaktadır. Diğer taraftan matematiksel modeli bu amaçlarla çalıştırmak mümkün değildir çünkü matematiksel modele stok/gün parametresinin eklenememesi ve modelde her iterasyonda stok/gün seviyesinin güncellenmesi yapılamamaktadır.

Hazırlanan sezgisel algoritmada stok/gün parametresi her ürün atamasında güncellenmekte ve VBA'nın kontrol mekanizmaları ile, yeterli kaynakların olması durumunda atamalar yapılmaktadır. Matematiksel modele, sezgisel algoritma çalıştıktan sonra yapılan iterasyonlar entegre edilememektedir. Matematiksel model farklı amaç fonksiyonlarıyla çalıştırıldığında ya fabrikanın kapasitesi doğrultusunda ara-mamul stok seviyesini en aza indirmiş ya da amaç fonksiyonuna envanter maliyeti eklendiğinden sadece talebi karşılamaya yönelik bir üretim yapmaktadır. Bunun yanında matematiksel model iş gücünü haftaya düzenli bir şekilde yayamamış ve tüm iş gücünü hafta başı ve sonuna yoğunlaştırarak gerçekçi bir senaryodan uzaklaşmıştır. Her iki durumda da sezgisel algoritma ile uygun ve sağlıklı bir karşılaştırma ortamı oluşmamaktadır.

Kısacası, projenin sonucunda şirketin amaçları doğrultusunda kullanabileceği iki farklı çözüm şirkete sunulmuştur.

## **Acil Serviste Personel Çizelgelemesi**

### **Ankara Güven Hastanesi**

#### **Proje Ekibi**

Ecem Altuntaş

Cem Buluç

Samet Güney

Ahmet Aras Kocaoğlan

Ali Uğurlu

Emre Yazıcıoğlu

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Mehmet Emin Erginöz, Ankara Güven Hastanesi

İnsan Kaynakları ve Eğitim Müdürü

#### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Oğuzhan Alagöz,

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

#### **Firma Tanıtımı**

Güven Hastanesi 1974 yılından beri hastalarına yüksek kalitede hizmet sunarak, her sene hasta sayısını ve talebini artırmayı başarmıştır. Birçok alanda hastalarına değişik seçenekler sunabilmektedir. Sahip olduğu uzman hekim, hemşire ve yardımcı sağlık personeli kadrosuyla, 254 yataklı, 11 ameliyathanesi olan büyük bir genel hastane konseptine ulaşmıştır. En çok tercih edilen özel hastane olması nedeniyle acil servisi en yoğun olan hastanelerden biridir. Ayrıca, 24 saat açık çocuk polikliniğine sahip tek özel hastanedir.



### **Proje Tanıtımı**

Projenin amacı, Güven Hastanesi acil servis bölümündeki doktor, hemşire ve acil tıp teknisyenlerinin fazla mesailerinden kaynaklanan fazla maliyeti azaltmaktır. Vardiya düzenlemesi ile fazla mesai problemini çözmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Proje başarılı olursa acil servisteki fazla mesai sorunu çözülecek ve hastanenin harcadığı yıllık maliyet azalacaktır. Aynı zamanda fazla mesainin sonucu olan düşük iş performansının üstesinden gelinecektir. Proje, Güven Hastanesi'nin acil servis bölümüne sunulacaktır. Güven Hastanesi dünya standartlarında sağlık hizmeti sunmak için 1974 yılında kurulmuştur. Her alanda yüksek kalitede hizmet sunarak, artan talep karşısında yeni çözüm yolları aramaktadır. 40.000 m<sup>2</sup> alanda, 254 yataklı, 11 ameliyathanesi olan büyük bir genel hastane konumuna ulaşmıştır. Öncelikli hedefi, hastalara güvenilir hizmet sunmaktır. Projenin doğrulanması Aralık ayı çizelgemelerine ve buna bağlı oluşan giderlere göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda aynı iş gücünü hemşireler için aylık 865 TL, doktorlar için 1240 TL, acil tıp teknisyenleri için ise 517 TL daha az giderle karşılanabileceğini gösterir. Bu da yıllık personel giderlerinde 31464 TL'lik bir meblağa tekabül eder. Mevcut durum ile karşılaştırıldığında %1.97lik bir tasarruf sağlanmıştır. Projenin maliyeti ise optimizasyon modelini çözmek için gerekli programların lisanslarının alınmasından gelir. Bu değer 6990 TL olarak verilmiştir. Projenin aylık giderleri 2622 TL azaltacağı göz önüne alınırsa 3 ay sonra bu harcamaların geri dönüşümü sağlanacak ve sistem firmaya kar sağlamaya başlayacaktır. Sistemin kolay kurulabilir ve kullanılabilir olması, anapara harcamalarından sonra başka giderinin olmaması ve uzun vadede herhangi bir geliştirme işlemine ihtiyaç duymadan hizmet etmeye devam etmesi projenin uygulanabilirliğini arttırmaktadır.

Güven Hastanesi'nde hali hazırda herhangi bilimsel veya teknik altyapıya sahip bir çizelgeleme sistemi kullanılmamakla birlikte bu açık tamamen sezgisel yöntemlerle giderilmeye çalışılmaktadır. Bu sezgisel yöntemler teknik altyapıdan yoksun oldukları için öngörülebilir hasta geliş varyasyonlarını saptayamamakta ve çalışanların fazla mesai yapmasıyla sonuçlanan çizelgeleme hatalarına neden olmaktadır. Proje çizelgeleme sistemi, tamsayı programlama ve simulasyon araçlarıyla oluşturarak hastaneyi sezgisel yöntemlerden kurtarmakta ve teknik bir altyapı kazandırmaktadır. Bu araçlar daha önce firma bünyesinde hiçbir alanda kullanılmadığı için proje firma düzeyinde yenilik kategorisi kapsamına girmektedir. Her ne kadar Amerika'da hastane personeli çizelgelemesi için simulasyon ve tam sayılı programlama gibi teknikler yaygın olarak kullanılsa da Türkiye'de bu yöntemlerden yararlanan hastane sayısı oldukça azdır. (Bouarab, et al., 2010) Bu yüzden

uygulanan proje doğrultusunda Güven Hastanesi, Türkiye'deki öncü olabilir. Projede kullanılan teknik araçlar hastanenin önceden kullandığı sezgisel yöntemlere göre hasta geliş dağılımını ve miktarını çok daha fazla doğrulukla öngörmekte; bu nedenle daha gerçekçi ve isabetli kararlar alınabilmesine olanak vermektedir.

Projenin ana amacı olan fazla mesai miktarını azaltarak toplam çalışan maliyetini azaltmak için, öncelikle hastalara daha kısa sürede servis sağlamanın mümkün olup olmadığını araştırıldı. Bunun için iş geliştirme araştırması yapıldı ve bu tip geliştirme mümkün olmadığı görüldü. Bu noktadan sonra aynı iş miktarının daha az kişi tarafından yapılabileceği konusu tartışıldı. Bunu ölçebilmek için bir simulasyon modeli kuruldu. Gereken veriler için zaman etüdü yapıldı ve hastanenin kullanılan iş akışı şeması incelendi. Pratikte uygulanan iş akış şeması proje ekibi tarafından çıkartıldı. Ardından bu şema hastaneye doğrulandıktan sonra simulasyon modeli Arena programı kullanılarak kodlandı. Mevsimsellik faktörleri analiz edilip, modele entegre edildi. Bu modelin doğruluğu önceden uygulanmış bir vardiyalı düzeniyle test edildi. Fazla mesaiye sebep olan sorunlardan biri olan vardiyalı sorunu çözmek için bir tam sayılı programlama modeli kuruldu. Yapılan model çözümler için Xpress programı ile model kodlandı. Bu modele değişken olarak 4 haftalık süreç için ayrı ayrı her vardiyaya gereken hemşire, doktor ve teknisyen sayıları girildi ve çıktı olarak en düşük maliyetli vardiyalı düzenine ulaşıldı. Simulasyon modeli gibi tam sayılı programlama modelinin doğruluğu da önceden uygulanmış vardiyalı düzenleriyle gözlemlendi. Simulasyon ve tam sayılı programlama modelinin birlikte çalışması sonucunda alınan sonuçlarda daha düşük bir toplam maliyet gerektiren bir vardiyalı düzenine ulaşıldı. 4 haftalık vardiyalı düzeniyle 10 ATT, 29 hemşire, 5 uzman doktor ve 3 pratisyen hekimin optimal bir vardiyalı düzeni için uygun olduğu elde edildi. Hastane ile yapılan görüşmeler sonucunda, mevcut çalışan sayısına göre çalışan bir modelin de yararlı olacağı geri bildirimini alındı. Bu bildirim doğrultusunda program mevcut çalışan sayısına göre bir çizelge verecek şekilde düzenlendi ve şu andaki çalışan sayısı olan 9 ATT, 28 hemşire, 5 uzman doktor ve 4 pratisyen hekim için en düşük maliyetli çözüme ulaşıldı. Çözüm aynı zamanda simulasyon modeliyle de doğrulandı. Bu çözüm ile birlikte çalışan sayısını koruyarak daha az fazla mesai ile sonuçlanan bir iş çizelgesi elde edildi.

Acil servis için simulasyon modelindeki verilerin doğrulanması yetkili çalışanlar tarafından ve yapılan zaman etüdüyle doğrulanmıştır. Tam sayılı programlama modeli maliyeti azaltacak uygun doktor, hemşire ve acil tıp teknisyeni sayısını belirleyerek çalışmaktaydı. Ancak hastaneden alınan geri bildirimler sonucunda tam sayılı programlama

modelinde acil servis doktor, hemşire ve teknisyen sayısı hastanedeki mevcut çalışan sayısını kullanılacak şekilde yeniden düzenlendi. Modelden çıktı olarak toplam maliyet ve çizelgeleme elde edilmiştir. Alınan ilk çıktılar insan kaynakları bölümüne sunulmuş ve alınan geri bildirimler doğrultusunda modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerden alınan maliyet ve çizelgeleme çıktıları tekrar sunulmuştur. Modellerden elde edilen çıktılar doğrultusunda projenin uygulama kısmına geçilecektir. Uygulama kısmı için insan kaynakları ve acil servis ile işbirliği içinde çalışılacaktır. Model çıktısından elde edilen çizelgeleme acil servis bölümünde uygulanarak, doktor, hemşire ve acil tıp teknisyenleri için uygunluğu ve verimliliği zaman etüdüyle ölçülecektir. Uygulama sonrası elde edilen veriler, insan kaynaklarına tekrar sunulacaktır. Geliştirilmesi gereken kısımlar alınan geri bildirimlere göre yapılacaktır.

Proje sonucunda en uygun çizelgeleme sistemi ve bununla beraber gelen maliyet elde edilmiştir. Elde edilen sayılara göre hastanedeki fazla mesai maliyeti %1.97 oranında azaltılmıştır. Bununla birlikte fazla mesai saatlerinde %58.5 oranında bir azalma beklenmektedir. Projenin en büyük getirisi mevcut çalışan sayısının sabit tutarak veya arttırarak fazla mesai giderleri azaltmaktır. Bu işlem yapılırken iş gücünde bir azalma gözlenmez. İşten çıkarma karşılığı bir politika benimsemiş olan firmalarda bu projenin uygulanabilirliği bu açıdan artar. İş alım süreçlerinin uzunluğu, hamilelik izinleri, hastalık raporları nedeniyle hastane modelin verdiği optimal çalışan sayısını her zaman tuturmada zorluk çekebilir. Firmadan alınan geri bildirimlerle geliştirilmiş olan model, bu kısıtlamalara rağmen bilimsel bir altyapı vermeyi sürdürmeye devam eder. Böylece sistem ani değişimlere ayak uydurabilir. Projenin uygulanması sonucunda gerçek veriler analiz edilecektir. Yapılan çalışmalar sonucunda, projede kullanılan çizelgeleme modelinin hastane tarafından uygun bulunması ve acil servis dışındaki bölümlerde de kullanılması beklenmektedir.

#### **Kaynakça**

W.L. Winston, "Operations Research, Applications and Algorithms"

W. David Kelton , Randall P. Sadowski , Nancy B. Swets,

"Simulationwith Arena"

Duguay, C. and Chetouane, F. 2007. "Modeling and ImprovingEmergency Department Systems using Discrete Event Simulation", accessed at

<http://sim.sagepub.com/cgi/content/abstract/83/4/311> as January 7, 2013.

Bouarab, H., Champalle, S., Dagenais, M., Lahrichi, N., Legrain, A., Taobane, M., 2010. "Nurse Scheduling from Theoretical Modeling to Practical Resolution"

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### **Ankara Güven Hastanesi'nden Güvenilir Proje Dostumuz , Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'ne (Takım - 4)**

Özel Ankara Güven Hastanesi 40 yıl önce Ankara'da kurulan Türkiye'nin en köklü hastanelerinden biridir. Bu 40 yıl içinde, Türkiye ve dünyada örnek alınan ve referans gösterilen sağlık hizmetimiz ile sağlık sektöründe marka haline gelmiş bir kuruluşuz. Deneyimli ve uzman kadromuzla, ileri teknolojiyi kullanarak, en yüksek kalitede sağlık hizmetini amaç edinmiş bir misyona sahibiz.

İnsan hayatına değer katmak ve beklentileri aşabilmek için sürekli eğitim, değişim ve gelişim programlarını, etik değerler doğrultusunda uygulamak en önemli hedeflerimiz arasındadır. Hizmetimizin her aşamasında, GÜVEN dolu bir iletişim sağlamak ana felsefemizdir. Sektördeki fırsatları herkesten önce yaratmak, belirlemek ve değerlendirmek için örnek bir sistem kurmak konusunda lider bir kuruluşuz.

Vermiş olduğumuz hizmet kalitemiz, ISO 9001:2000 kalite belgesi ve uluslararası JCI kuruluşu tarafından da akredite edilerek belgelendirilmiştir.

Ölçüm yapmanın temel amaçlarından birinin, kuruluşun performansı hakkında bilgi verecek geçerli ve güvenilir verilerin temin edilmesi olduğu bir gerçektir. Dolayısıyla hasta ve hasta yakınlarımızın ihtiyaçları, beklentileri, tatminleri ve diğer algılamaları ile ilgili toplanacak verilerin, güvenilir ve geçerli olması ve de Hastanemizin performansı ile ilişkilendirilmeleri için sistematik yöntemlerin kullanılması gereği vardır.

Bu projemiz ile verimli bir çalışma programı yönetimi amaç edinilmiştir. Bu çerçevede, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin gözlemlenmesi, analizi ve raporlanması ile iyileştirme fırsatlarının tespiti ve aksiyon planları hedeflenmiştir. Projede kullanılan çizelgeleme modelinin tüm süreçlerde değerlendirilmesi planlanmaktadır.

Unutmayalım ki **“Ölçemezsen Yönetemezsin”**.... Bu doğrultuda, amatör bir ruh ile profesyonelce bir destek için Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümü ile projelerimizi büyük bir heyecan ile paylaştık. Aynı heyecanımız tüm proje süreci boyunca devam etti. Gelişmeler ve sonuçlar heyecanımızı kat kat arttırmıştır.

Bilkent Üniversitesi ile olan dostluğumuz, farklı projelerde işbirliği çalışmalarını ile devam edecektir.

Hastanemiz adına, başta Bölüm Başkanı Prof. Dr. İhsan SABUNCUOĞLU olmak üzere, projede (Takım - 4) görevli tüm öğretim görevlisi ve öğrenci arkadaşlarımıza, “**kalite yolunda, sürekli yenilikçi ve yaratıcı düşünceyle gelişme**” amacıyla, projemize verdikleri destek ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

**İyi ki varsınız.... Kendinizi bizimle her zaman Güvende hissedin. Yaşam kalitesi yüksek nice yarınlara.....**

Saygılarımızla,

***Proje Grubu Liderleri***

Uz.Dr. Mahir Şahin  
Başhekim Yardımcısı

Ayfer TUNÇAY ÇALIŞKAN  
Hasta Hizmetleri Müdürü

Mehmet Emin ERGİNÖZ  
İnsan Kaynakları Müdürü

## **Karar Destek Sistemiyle Host Çizelgeleme**

### **Kamil Koç Otobüsleri A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Orkun Yanaş  
Uğur Bayrakdar  
Batuhan Cengiz  
Naci Kandemir  
Burak Aysel  
Berk Çırak

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Çağatay Kepek  
İş Geliştirme ve Destek Hizmetler Grup Müdürü

#### **Akademik Danışman**

Prof.Dr. Mustafa Ç. Pınar  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Kamil Koç karayolu yolcu taşımacılığı sektöründeki lider firmalardan biridir.1926 yılından beri faaliyet gösteren firma 27 farklı şehre yolcu taşımaktadır. Kamil Koç'un İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa'da olmak üzere dört farklı şehirde merkez ofisleri bulunmaktadır. Yılda sekiz milyon yolcuya hizmet vermekte olup 382 farklı nokta arasında seferler düzenlemektedir. Kamil Koç Türkiye'nin ilk 500 önemli teşebbüsü arasında bulunup marka değeri 47 milyon dolardan fazladır.

## Proje Tanıtımı

Kamil Koç'la birlikte yürütülen bu proje, karayolu yolcu taşımacılığı sektörüne önemli bir ivme kazandırma potansiyeline sahiptir. Sektörde son yıllarda artan rekabet ortamı ve raylı sistemlerle yapılan yolcu taşımacılığı sektörünün son dönemde gelişim kaydetmesi, şirketlerin maliyet düşürme yöntemlerini araştırmayı zorunlu kılmıştır. Bu maliyetlerin önemli bir kısmını host maliyetleri oluşturduğundan dolayı bu alanda yapılacak iyileştirmeler firmalara ciddi bir rekabet gücü sağlayacaktır.

Kamil Koç'un mevcut sisteminde hostların seferlere atanması tecrübeye dayalı ve belirli bir sistematikten uzak yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerin sonucu olarak, firma bünyesinde ihtiyacından çok daha fazla host bulundurmaktadır. Ayrıca, bu hostların günlük çalışma süresi kimi zaman yasal günlük çalışma süre limiti olan 12 saati de aşmaktadır. Bu durum hostların verimliliklerini ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini de düşürmektedir. Bu atamalar, Türkiye'de Kamil Koç'un belirlediği noktalardan (şehir merkezlerinden) yapıldığı için, atama bilgilerine erişim çok fazla zaman ve efor gerektiren bir iş haline gelmiştir.

Projenin başarıyla hayata geçirilmesi halinde şu sonuçlar beklenmektedir:

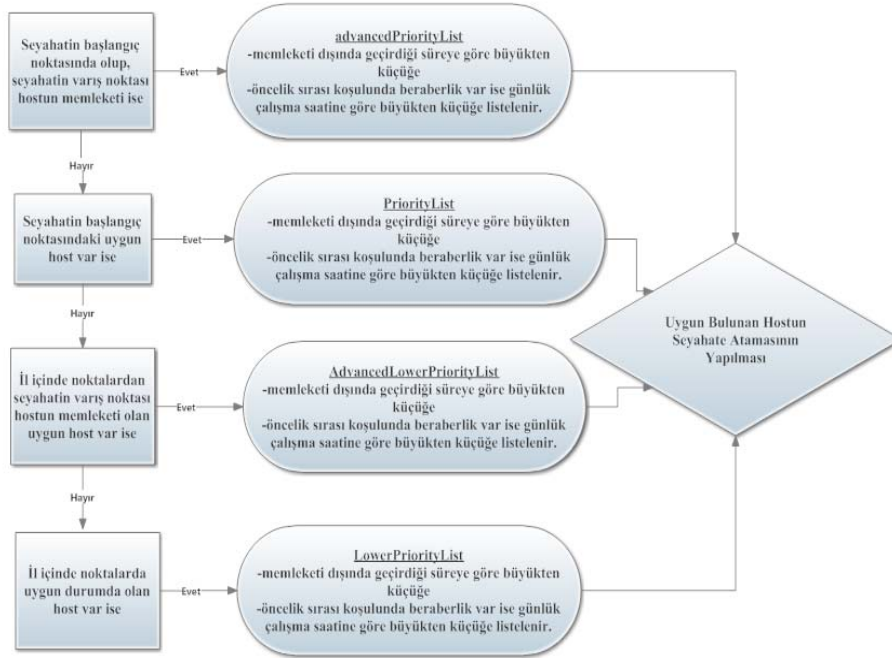
- Eniyileme teknikleri kullanıldığı için firmanın host maliyetinde ciddi oranda azalması,
- Atama yapılan hostlarla ilgili bilgilerin daha düzenli toplanması ve dolayısıyla daha hızlı, kolay erişebilir hale gelmesi,
- Hostların çalışma saatlerinin ve maaşlarının daha dengeli hale getirilmesi ve ortalama değerlere yaklaştırılması; dolayısıyla host verimliliğini artırılması.

Projenin bilimsel altyapısı tamamlanmış olup gelinen son aşamada altı günlük örnek veri kullanılarak maliyet hesabı yapılmıştır. İleriki dönemlerde Kamil Koç'un Bilgi İşlem (IT) departmanındaki çalışanlarının, projenin sağlayacağı bilgisayar uygulaması ile firmanın veri tabanının entegrasyonunu gerçekleştireceği öngörülmektedir.

Daha etkin host atamalarının yapılabilmesi için Java programlama dili ile yazılmış bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulamanın temelleri sezgisel bir modele dayanmaktadır. Sezgisel model, çeşitli öncelik listesi (priority list) ve kuralları (priority rules) sıralayan adımlardan oluşmaktadır. İzlenilen bu yol, verilen kaynakları belirli bir öncelik sıralamasına göre dizen bir mühendislik uygulamasına benzemektedir ve Serial Scheduling Heuristic (Seri Zamanlama Sezgisel Modeli) denilen bir algoritmaya dayanmaktadır.

Uygulamaya çalıştığımız sistemin dengeli atamalar yapması, Kamil Koç şirketi için önemli bir kriterdir. Bu kriterin sağlanabilmesi için günlük ideal çalışma saati üst limiti 12 saat olarak belirlenmiştir. Bu 12 saatlik çalışma süresiye hostlara ve hostların başındaki görevli personele sorularak tespit edilmiştir. Ataması yapılacak olan tüm hostların gün içinde 12 saatten daha az çalışmış olmaları durumunda, bu hostlar atanmaya uygun host olarak kabul edilir. Gün içerisinde 12 saatten fazla mesai yapılması durumunda, hostlar seyahatlere atanmaz. Fakat bu algoritma hostların gün içinde 12 saatten daha az çalışmış olmaları koşulu olmadan da çalıştırılmıştır. Bunun sebebi herhangi bir olağandışı durumda sistemin uygulanabilirliğini test etmektir.

Aşağıdaki öncelik listeleri atanma durumlarının hangi önceliklere göre yapıldığını açıklar.



Şema 1: Algoritma akış diyagramı

#### İleriSeviyeHostÖnceliği(advancedHostPriority)

Bu öncelik listesi ilk olarak, mantıksal parametreler atanmış uygunluk değişkenini kontrol ederek, atama yapılacak seyahatin başlangıç noktasında olan hostları kümeler. Bununla birlikte, seyahatin bitiş noktası hostun memleketi ise hostu bu listeye alır. Bu hostun seyahati bitirmesinin üzerinden en az 25 dakika geçmesi gereklidir. Bu süre otobüsün olası rötör yapma süresini temsil eder. Bu listeye alınmış hostlar arasındaki sıralama ise ilk olarak hostların memleketleri dışında geçirdikleri süreye bağlıdır.

#### HostÖnceliği (hostPriority)



Hostun seyahati bitirmesinin üzerinden en az 25 dakika geçmesi gereklidir. Listeye alınmış hostlar arasında öncelik sıralaması ise İleriSeviyeHostÖnceliği listesindeki gibi yapılır.

#### İleriDüşükSeviyeliHostÖnceliği(advancedLowerHostPriority)

Birinci ve ikinci öncelik listelerinin boş kalması nadir de olsa olası bir durumdur. Bu durumlarda ilk olarak üçüncü öncelik listesi devreye girer. Otobüsün kalkış yapacağı nokta eğer bir şehir merkezi ise ve aynı zamanda burada herhangi bir host bulunmuyorsa kalkışın yapılacağı şehir merkezinin ilçelerine bakılır. Eğer kalkış yapılacak yer bir ilçe ise bu ilçenin bağlı olduğu şehrin merkezine ve ilçelerine bakılır. Buna ek olarak, gidiş yapılacak yerin hostun memleketi olup olmadığı şartı aranır. Eğer bu şart sağlanırsa, bu hostun seyahati bitirmesinin üzerinden en az 105 dakika geçmişse, bu host advancedLowerHostPriority listesine eklenir. Süre olarak 105 dakika kriteri bir şehirdeki merkez ilçe ve diğer ilçeleri arasındaki uzaklığın en fazla 105 dakikaya kadar çıktığı görülerek belirlenmiştir. Bu listedeki hostlar birinci ve ikinci öncelik listelerindeki sıralama önceliklerine göre yapılır.

#### DüşükSeviyeliHostÖnceliği(lowerHostPriority)

Dördüncü öncelik listesi, üçüncü öncelik listesi olan İleriDüşükSeviyeliHostÖnceliği listesinde seyahatin bitiş yerinin hostun memleketinin olup olmadığı koşuluna bakılması durumu hariç, üçüncü öncelik listesinin aynısıdır.

Firmadan alınan bilgiye göre bir hostun günlük masrafı ortalama olarak 53 TL'dir. Programın algoritması 6 günlük çalıştığından dolayı firmanın tüm hostları için 6 günlük toplam masraf  $678 \times 53 \times 6 = 215,604$  TL. Kurulan algoritma uygulandığında (12 saat sınırı kullanılmadan) bu gider 96,504.26 TL ve 12 saat sınırı kullanıldığında 100,485.32TL olarak hesaplanmıştır. Bu da host masraflarının %55,2 ve % 53,4 oranında azaltıldığını göstermektedir.

Kaynak olarak ise Adedeji Bodunde Badiru'nun(2012) "Project Management: Systems, Principles, and Applications" isimli kitabından faydalanılmıştır. "ACTIM" adı verilen, proje yönetiminde öncelik sıralamasının belirlenmesine bilimsel bir yaklaşım sergileyen bu metod, atama yapılırken öncelik sıralamalarının oluşturulmasında, fikir edinmek amacıyla kullanılmıştır.

#### **Kaynakça**

Badiru, A. B. (2012). "Project Management:Systems,Principles and Applications", CRC Press, United States  
Kepek, Çağatay "Kamil Koç Sunumu Slaytları",Orkun Yanaş'a E-mail, 5 Aralık 2012

## **Milk-run Süreçleri için Karar Destek Sistemi Tasarımı**

### **MAN Türkiye A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Hakan Alyakut

Oğuz Kıray

Mehmet Koca

Elif Selin Sonek

Fatih Songör

Necati Ercan Yolal

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Niyazi Akceylan, MAN Türkiye A.Ş.,

Ambar & Lojistik Metod

#### **Akademik Danışman**

Dr. Hünkar Toyoğlu

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

AG tarafından Türkiye’ de kurulmuştur. MAN TR, MAN Otobüs Kamyon ve MAN Finans isimli Ankara’ da bulunan üç farklı şirketten oluşmaktadır. MAN Otobüs ve Kamyon A.Ş yerel pazarda pazarlama, satış, satış sonrası servis olarak müşteri ilişkili operasyonları sürdürmektedir. MAN Finans, müşterilerine finansal seçenekler sunar. Firma MAN ve NEOPLAN markaları altında 19 farklı model üretmektedir. MAN’nın amacı 35 ülkede özellikle Avro bölgesi, Almanya, Fransa, İtalya, Avusturya ve Norveç’ te MAN’ın pazar payını artırmak olarak belirlenmiştir. Firma, İstanbul’da satış ve satış sonrası servis hizmetleri sunmakta olup, otobüs fabrikasında ise tedarikçilerden sağlanan parçaların montajını yürütmektedir.

## Proje Tanıtımı

MAN Türkiye A.Ş.'nin karşılaştığı problemler sırasıyla standart olmayan bir tır yükleme süreci, işlerin manuel yapılmasından kaynaklanan zaman kaybı ve MAN'ın milk-run sürecine geç dahil olmasından dolayı süreci etkin yönetememesidir. Proje kapsamında MAN Türkiye A.Ş. Lojistik ve Metod Bölümü'nün (LMB) ihtiyaçları doğrultusunda araçların standart bir yöntem kullanılarak yüklenmesi ve otomasyon sunularak sürece daha erken dahil olunması amaçlanmaktadır. MAN Türkiye A.Ş. otobüs üretimiyle birlikte MAN ve NEOPLAN markalı otobüs ve kamyonlarının servisini ve finansmanını yürütmektedir. Bu proje sayesinde zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlanmakta olup, bunun yanında yüklemenin standardizasyonu gerçekleştirilecektir. MAN Türkiye A.Ş. LMB'nin mevcut durumda bir gün önce dahil olduğu Milk-run sürecine, ileri tarihli sipariş listelerinin temin edilmesi durumunda sürece öncesinden dahil olması MS Excel VBA tabanında geliştirilmiş sezgisel algoritma ile sağlanacaktır. Söz konusu proje kapsamında geliştirilen yöntem LMB'nin iş tanımı çerçevesinde efektif Milk-run süreci yönetimi sağlayacaktır. Daha öncesinde 2 saat süren planlama süreci, geliştirilen yöntem ile yaklaşık 10 dakikaya indirilmiştir. Planlama sürecinin kısaltılmasının yanında, program sayesinde planlamada esneklik sağlanacaktır. Diğer bir deyişle, program kullanılarak değişik yükleme planları kısa sürede kıyaslanabilecektir. MAN haricinde, üçüncü parti lojistik firması da bu proje çıktısı sayesinde yarar görecektir. Bu yararlar, belirlenen bölgeler için önceden araç atanması, rotalama ve sürecin daha etkin yönetilmesi olarak sıralanabilir.

Projenin içerdiği yöntem ve sezgisel algoritma, firmaya birçok yenilik unsuru getirmiştir. Bu yenilikler sektörün genel durumundan ziyade, firmaya özgü ihtiyaçlara yönelik çözüm getirmiştir. Örneğin, firmanın tedarik ettiği ürünler firma tarafından belirli bir sisteme göre gruplandırılmıştır. Söz konusu proje, firmaya özgü kısıtları ve gruplama sistemini göz önünde bulundurarak çözüm sağlamaktadır. Geliştirilmiş olan yöntem, diğer yükleme programlarıyla ortak bir temele dayanmasına rağmen, firmaya özgü kısıtları da içerdiği için firmanın ihtiyaçlarına daha iyi cevap vermektedir.

Tedarik edilen ürünler taşındıkları taşıyıcıların birbirleriyle uyumlulukları göz önünde bulundurularak araçlara yerleştirilmektedir. Taşıyıcıların uyumlulukları firma tarafından önceden belirlenmiş olup birbirleriyle uyumlu olan taşıyıcılar üst üste konulabilmektedir. Proje içeriği gereği üç boyutlu yükleme problemi öncelikle uyumlu taşıyıcılar üst üste konularak gruplandırılır (Fuellerer 2009). Bu sayede yükseklik

kısıtı elimine edilerek problem iki boyutta yükleme problemine indirgenmiştir. Sonrasında iki boyutlu objeler geliştirilen sezgisel algoritma kullanılarak daha büyük bir dikdörtgen olan araç taban alanına yerleştirilmiştir. Yapılan projenin MAN LMB tarafından kullanımını kolaylaştırmak için MS Excel VBA kullanılarak sezgisel algoritma koda aktarılmıştır. Sonrasında yapılan işlemlerin çıktılarının doğruluğunu kontrol etmek için elde edilen proje çıktıları MAN'nın uzmanlarının görüşüne sunulmuştur. Alınan geri bildirimler doğrultusunda proje çıktılarının firmanın beklentilerini karşıladığı teyit edilmiştir. Bu metotların da temelinde olan “bottom-up” yaklaşım tarzı, “top-down” yaklaşıma göre düzenlenerek tüm milk-run süreci yeniden tasarlanmıştır (Karagiannis 1995).

Öncelikli olarak var olan lojistik planlama sürecini gözlemlemek ve temel olarak iyileştirilmesi gereken süreçleri tanımlamak için MAN'ın uzmanlarıyla görüşüldü ve uzman görüşleri alındı. Problem tanımı kesinleştirildikten sonra firmadaki uzmanların bu süreçte kullandıkları sezgisel yöntem incelendi. Gerekli gözlemler yapılarak sistemin güncel durumu incelendi. Belirli kısıtlarla düzenlenmiş taşıyıcılar ve araçların mevcut yükleme sistemiyle yüklenmiş hali çözüm süreci için gözlemlendi. Güncel olarak kullanılan yöntemin eksikleri ve zayıf noktaları belirlenerek, tüm ihtiyaçları karşılayacak yeni bir sezgisel yöntem oluşturuldu. Bu eksikliklere örnek verecek olursak, araç yüklemeleri standart bir yöntemle göre yapılmadığından farklı planlamacıların aynı liste üzerinden yaptıkları yükleme planları farklılık göstermektedir. Bu yüzden yükleme planı her zaman iyi sonuç vermemektedir.

Sezgisel yöntemin oluşturulması ve koda aktarımı gerçekleştirildikten sonra, yöntem ve kodun doğruluğu eski sipariş listelerinin örnek girdi olarak kullanılmasıyla teyit edildi. Program çıktısı olarak MS Excel'de araç yükleme listesi ve çeşitli görseller elde edilir. İki ve üç boyutlu yükleme doluluk oranlarının grafikleri, grupların atandığı araçların listesi ve araçların yükleme görselleri Excel sekmelerinde kullanıcının bilgisine sunulur. Çıktı olarak verilen araç yükleme listesi gruplanmış siparişlerin atandığı araçlarla doldurdukları alan ve hacim bilgilerini verir. Başka bir deyişle bu liste hangi siparişlerin hangi araç tarafından toplanacağını gösterir. Görsellerden iki ve üç boyutlu doluluk oranlarını gösteren grafikler her aracın verimlilik oranlarını kullanıcıya sunar. Yükleme görseli ise her araca atanan sipariş gruplarının yükleme konumlarını birebir ölçeklendirerek gösterir. Her bir grup iki boyutta bir dikdörtgen kutu şekliyle sembolize edilmiştir ve kutuların üzerinde grupların ölçüleri belirtilmiştir. Ayrıca kullanıcı bu kutuların üzerindeki butonları seçerek o gruptaki siparişlerin taşıyıcı bilgilerine ulaşabilmektedir. Kullanıcı aynı görseli

kullanarak yükleme planında kutuları hareket ettirerek ya da çevirerek değişiklik yapabilmektedir. Bu değişiklikler yapıldıktan sonra kullanıcı güncellenmiş doluluk oranlarını grafik üzerinde görebilmekte ve isteğe göre yükleme planını önceki durumuna geri getirebilmektedir. Model doğrulandıktan sonra uygulama aşamasına geçildi. Bu aşamada MAN LMB ile yapılan görüşmeler doğrultusunda tüm bölgelerde tasarlanan yeni milk-run süreci ile birlikte program kullanılmaya başlanmıştır. Yükleme planları program kullanılarak yapılmakta ve sonuç verileri toplanmaktadır. LMB planlamacıları geliştirilen sistem sayesinde yükleme planını oluşturmakta ve planlar üzerinde gerekli değişiklikleri yapabilmektedirler. Bu süreç içerisinde geliştirilen modelin gerçek hayata uygunluğu ve sürece dahil olmanın sağladığı faydalar test edilmektedir. Uygulama sürecinin sonunda planlamada esneklik sağlanması, harcanan iş gücünün azalması, standartlaşma ve insan kaynaklı hataların minimuma düşürülmesi, üçüncü parti lojistik firmasıyla etkin bilgi paylaşımı sonucu her iki tarafa da katkı sağlanması beklenmektedir.

Elde edilen test verileri doğrultusunda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır. İlk olarak test aşaması öncesinde yaklaşık iki saat süren araç yükleme planlama süreci gerekli değişiklik ve düzenlemelerin yapılması sonucunda on dakikaya indirilmiştir. Bu da yaklaşık olarak %91'lik zaman tasarrufuna denk gelmektedir. Bu sayede zaman ve iş gücü daha verimli kullanılabilir. İkinci olarak, veriler karşılaştırıldığında yükleme planları arasında standardizasyonun sağlandığı teyit edilmiştir. Standardizasyon sayesinde tek bir yöntem kullanıldığı için birbiriyle tutarlı yüksek verimliliği sağlayacak sonuçlar verilmektedir. Üçüncü olarak, test aşaması öncesi manuel olarak yapılan yükleme planı artık sunulan sistemle otomatik hale getirilmiştir. Son olarak, sunulan karar destek mekanizması sayesinde farklı yükleme planları arasında değişiklikler ve düzenlemeler yapılması sağlanmıştır.

### **Kaynakça**

Fuellerer, G., Doerner, K., F., Hartl, R., F., Iori, M. 2009. "Ant colony optimization for the two-dimensional loading vehicle routing problem", *Computers & Operations Research*, Volume 36, Issue 3, 655-673.  
Karagiannis, D., 1995. "Business Process Management Systems", *ACM SIGOIS*, Volume 16, Issue 1, 10-13

## **Müşteri Sevkiyat Birimi Depo Yönetimi Sistem Tasarımı**

### **MUDO Mağazaları**

#### **Proje Ekibi**

Fulya Bolkol

Cansu Gör

Aycan Kızılgüneş

Kemal Can Köklü

Duygu Sümer

Burak Gökhan Sünbül

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Kürşat Erdoğan, MUDO Mağazaları

Tedarik Zinciri ve Operasyon Geliştirme Yöneticisi

#### **Akademik Danışman**

Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

MUDO 1964 yılında Mustafa Taviloğlu ve Doğan Gürün tarafından kurulmuştur. Vizyonu farklı zevklere hitap eden en kaliteli ürünleri, en makul fiyatlarla sunmayı sunmaktır. 2012 yılı verilerine göre Türkiye çapında 100'den fazla mağazası ve 2000'i geçen çalışan sayısı ile hazır giyim ve dekorasyon perakendeciliğinde ülkenin öncü, lider firmalarından biridir. MUDO 5 farklı kategoride müşterilerine hizmet vermektedir. Bu kategoriler; Mudo FTS64, Mudo Collection, Mudo Concept, Mudo Kids ve Mudo Accessories şeklinde sıralanabilir. Grubumuzun proje içeriği ise Mudo Concept kategorisi altında, Müşteri Sevkiyat Birimi'nde devam eden depo ve tedarik süreçlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi olarak belirlenmiştir.

## Proje Tanıtımı

Depo yönetimi sistem tasarımı projesi, Mudo Concept markasının Tuzla – Şekerpınar’da bulunan Müşteri Sevkiyatları Deposu (MSB) içerisindeki süreçlerin iyileştirilmesi, yeni sistem tasarımı ve müşteri sevkiyatları rotalamasını içermektedir.

Müşteri Sevkiyat Birimi, varolan sistemde kaynaklarını kullanarak, ürünlerin müşterilere teslimatını depo içi süreçlerin uzunluğu ve yoğunluğu nedeniyle hedeflenen sürelerde gerçekleştirememektedir. Projenin amacı, müşteri teslimatları süresince depo içerisinde varolan kaynaklar üzerinde gerekli iyileştirmeler yapılarak ve yeni sistemler geliştirilerek, depo içi süreçlerden kazanç sağlamaktır. Projenin başarılı olması ve önerilerin uygulanması durumunda depo içi süreçler düzgün ilerleyecek ve bunun sonucunda müşteri sevkiyatları hedeflenen sürede teslim edilebilecektir.

Proje çıktısı olarak yapılan önerilerin fayda-maliyet analizleri yapılmış olup, tablolar halinde şirkete sunulmuştur. Bu öneriler ilerleyen kısımlarda ayrıntılı açıklanmıştır.

Tuzla-Şekerpınar Müşteri Sevkiyat Birimi’nde yapılan gözlemler sonucunda, müşteri sevkiyat sürelerindeki gecikmelerin yoğunlukla depo için düzensizlikten kaynaklandığı görülmüştür. Bu gözlemlerin sonucunda depo içi yapılacak iyileştirmelerin ürünün sistemden çıkış süresini azaltacağı gözlemlenmiştir.

Depo içi iyileştirmeler için sunulan çözüm önerilerinin çoğu firmaya az maliyet sağlayacak ancak depo içi verimliliği büyük ölçüde arttıracak geliştirmelerdir. Yapılan iyileştirmeler sayesinde, eski sisteme göre ürün takibi daha kolay bir şekilde yapılacak ve ürünün geçtiği aşamaların birçoğunun süresinde kısaltmalar sağlanacaktır. Eski sistemden farklı olarak uygulanacak yeni bir yöntemse Müşteri Teslimatı Rotalaması’dır. İstanbul-Anadolu yakası için Müşteri Teslimatları için tasarlanan Gezgin Satıcı Problemi modeliyle, depodan ayrılan kamyonların günde birden fazla sefer yapıp yapılamayacağına bakılacaktır.

Öncelikli olarak, sistem analizlerinin daha iyi yapılabilmesi amacıyla tüm bölümler için zaman etüdü yapılmıştır. Bu çalışmalara bakılarak sistemin aksayan yerleri saptanmıştır. Bu iş yükünü azaltmak amacıyla, depo içinde ve taşıma sırasında oluşan hasarları önleyecek çözüm önerileri geliştirilmiştir. Örnek depo yönetim sistemleri incelenerek bu öneriler desteklenmiştir. Ayrıca sunulan çözüm önerileri için pazar araştırması yapılmıştır.

Proje kapsamında, depo içindeki mal kabul, kalite kontrol, tamir, cila, paketleme gibi aşamalar için zaman etüdü yapılmış; bu zaman etüdü sonuçlarına göre darboğazlar tespit edilmiştir. Bu darboğazların,

tamir süreçlerindeki gecikmeler ve depodaki yığınlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, tamir sürecini hızlandırmak için süreç iyileştirme çalışmalarına, depo içindeki yığınları engellemek amacıyla da depo içi düzenleme uygulamalarına öncelik verilmiştir. Ayrıca, kamyon rotalama sistemi oluşturularak stratejik iyileşmeler de hedeflenmiştir.

Süreç iyileştirme uygulamaları olarak; büyük hacimli ürünler için uzun transpalet kullanılması, kalite kontrol departmanında ürünlerin gideceği departmana göre etiket yapıştırılması, ahşap palet yerine plastik palet kullanılması, tamirhane ve cilahane departmanlarının alanlarını genişleterek yeni işçi alınması, işçilere eğitim vererek departmanlar arası çalışabilecek düzeye getirilmesi, veritabanı sisteminin geliştirilmesi ve hazırlanan rotalama programının kullanılması önerilmiştir. Depo içi düzenleme uygulamaları olarak envanter ve rampa önü raf sistemleri, 8 kapının da aynı anda kullanılması ve belirli iş görevlerine özel olarak atanması, yığın alanlarının sınırlandırılması, kalite kontrol alanının genişletilmesi önerilmiştir.

Bunlar arasından, uzun transpalet kullanımı, hasar oranına ve gideceği departmana göre etiket yapıştırma, plastik palet kullanımı, kapıların atanması ve yığın alanlarının sınırlandırılması önerileri kısa sürede getiri sağlayacağından uygulamaya geçirilmiş; diğer sistemsel önerilerin hem uygulaması hem de çıktı alınması uzun vadede olacağından, stratejik olarak kabul edilmiştir.

Lojistik faaliyetler için GAMS ve XPRESS SOLVER' da İstanbul içi semtlere göre, mahalle bazında ulaşım verileri Google Maps'dan çekilmiş; bu noktalar arası en kısa mesafeleri hesaplayabilmek için geçerli matematiksel algoritmalar yazılmıştır. Gezgin Satıcı Problemi modeli kullanılarak hazırlanan rotalama programı ile bir kamyonun günde birden fazla sefer yapıp yapamayacağı kontrol edilmiştir. Bunun yanı sıra şirketin pratik kullanımına elverişli olan web ve harita tabanlı rotalama programları araştırılmış; logvrp, Arclogistics ve Viamente rotalama programları çözüm önerisi olarak sunulmuştur.

Önerilen iyileştirmelerle geliştirilen ve ARENA'da oluşturulan yeni sistem benzetim sonuçları, eski sistem sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen kazanımlar Tablo 1 ve Tablo 2'de belirtilmiştir.

Uzun transpalet kullanımı ile hasar azaltılarak tamir sürecinin kısaldığı gözlemlenmiştir. Kalite kontrol alanında, ürünlere hasar oranına göre yapıştırılacak olan etiketler yardımıyla tamire gönderilecek ürünlerin yanlış departmana gönderilmesi sonucu oluşan zamna kaybının %15 azalacağı ortaya çıkmıştır. Plastik palet kullanılarak, ahşap ürünlerin depo içindeki hatalar nedeniyle çizilmesi engellenecek,



böylece tamir ile cila süreçlerinde %20 oranında azalma sağlanacaktır. İşçiler için eğitim verilerek farklı departmanlarda çalışmalarını sağlanacak; bu sayede, çalışanların verimi %58'den %95'e yükselecektir. Veritabanı sisteminin geliştirilmesi ile ürün takibinde %16,1 süreç iyileştirilmesi elde edilecektir. Envanter ve rampa önü raf sistemi yapılarak alandan kazanılıp, depo içi trafiği engellemekte olan yığınlar kaldırılacağından %62,5 oranında zaman kazanılacaktır. Departmanların yakınlıkları gözetilerek yapılan rampa atamalarından %25 süreç iyileştirilmesi elde edilecektir. Yığın alanlarının belirlenerek sınırlandırılması ile depo içi düzen sağlanacaktır.

Önermiş olduğumuz tüm bu iyileştirmeler sonucunda; kapılar önündeki yığınların önlenmesi ve sınır çizgilerinin uygulanması ile ürünlerin taşınmasında %62,5 oranında hızlanma, yanlış departmanlara giden ürünlerin renkli etiketler sayesinde önlenmesi ile operasyonel karışıklıkta %5 azalma gözlemlenmiş, plastik palet ve uzun transpalet kullanımı ile eski sistemde %35 oranındaki tamir oranı %20'ye, %45 oranındaki cila operasyonu ise %30'a düşürülerek doğrudan paketlemeye giden ürün sayısı %20 oranından %50'ye kadar çıkartılmıştır.

## Ekler

Tablo 1. Teslimata hazır toplam ürün sayısı ve değişimleri

	Başlangıç Noktası	Bitiş Noktası	Benzetimin çalıştırıldığı gün /günlük çalışma saati	1 gün içerisinde MSB'ye geldiği varsayılan toplam ürün sayısı	Teslimata hazır rafa yerleştirilen ürün sayısı	Artış yüzdesi
Eski sistem	Mal kabul rampaları	Raf	30 gün/10 saat	1180	645	23%
			30 gün/10 saat	1680	930	
Yeni sistem	Mal kabul rampaları	Raf	30 gün/10 saat	1180	850	
			30 gün/10 saat	1680	1170	

Tablo 2. Departmanlara giren toplam ürün sayısı ve değişimleri

	Benzetimin çalıştırıldığı gün /günlük çalışma saati	1 gün içerisinde MSB'ye geldiği varsayılan toplam ürün sayısı	Tamire giren ürün sayısı	Tamire giren ürün sayısındaki değişim oranı	Cilahaneye giren ürün sayısı	Cilahaneye giren ürün sayısındaki değişim oranı
Eski sistem	30 gün/10 saat	1680	930	-27%	487	-22%
Yeni sistem	30 gün/10 saat	1680	1170		377	

## **P&G Ürünlerinin Beğendik Marketlerinde Rafta Bulunabilirlik Oranının Artırılması Projesi**

### **Procter & Gamble ve Beğendik A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Bahar Türkeli

Ecem Ermin

Mehmet Muhlis Yücebıyık

Onur Orhan

Pınar Özüm Yılmaz

Seren Güldamlaşoğlu

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Emir Şeremet, P&G Satış Temsilcisi

#### **Akademik Danışman**

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

P&G (Procter & Gamble) Global, 1837'den beri hızlı tüketim ürünlerinde Dünya'nın önde gelen markalarını bünyesinde barındıran bir şirkettir. P&G Türkiye, 1987 yılından beri Türkiye pazarına aile bakım ürünleri, güzellik ve kişisel bakım ürünleri sunmakta ve 52 ülke arasında 3. Sırada gelmektedir. Türkiye'de toz deterjan, çocuk bezi, hijyenik ped ve çamaşır suyu üretim tesislerine ve dağıtım ağına sahiptir. 14 yılda 1,5 milyar dolar ihracat gerçekleştirmiştir. Beğendik Mağazalarına dağıtım yapan P&G distribütörü Özgün AŞ, İç Anadolu ve Karadeniz'de 27 şehre dağıtım aktivitesi gerçekleştiren bir kuruluştur. Beğendik Mağaza İşletmeleri Tic. ve San. AŞ, 1986'dan beri perakende sektöründe hizmet vermektedir. Ankara, Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Konya illerinde toplamda 41 mağazası bulunmaktadır.

## Proje Tanıtımı

Beğendik marketlerinde 2011 yılı boyunca yapılan OOS ölçümleri sonucu P&G ürünlerindeki oran %12 civarlarında olup, P&G'nin hedeflediği %4,5 seviyesine uzaktır. Projeye başlama motivasyonu bu hedefe ulaşmak amacıyla oluşmuştur. Dolayısıyla yürütülen projenin amaçları ve vaad ettikleri mağazalarda P&G tarafından hedeflenen %4.5'luk OOS oranına ulaşmak, sonuçta OOS'den kaynaklanan kar kaybını en aza indirmek ve stok maliyetlerini minimum seviyede tutmaktır. Probleme sunulacak çözüm hem perakendeci –Beğendik- hem de üretici -P&G- açısından önem taşımaktadır, çünkü rafta bulunamama (OOS), ciro kaybına ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır.

Proje çıktısı olan ürünümüz, Beğendik tarafından mağazalardaki P&G için OOS oranının hedeflenen değere inmesi ve kontrol edilebilmesi için kullanılacaktır. Ürünümüz, P&G ürünleri için her bir Beğendik mağazasına uygun sipariş miktarı ve sipariş gözden geçirme sıklığı değerleri sunmaktadır. Ayrıca, Beğendik ve P&G için önemine göre ürünlerin (promosyonel ve/ya lansman ürün, karlılığı yüksek ürün vs.) rafta bulunabilirlikleri ayarlanabilir ve kontrol edilebilir olacaktır. Böylelikle hem depoda hem de mağazada her zaman en uygun seviyede stok tutularak hem hedeflenen OOS oranı yakalanacak, hem de stok tutma maliyetlerinde azalma sağlanacaktır. Üstelik, proje sürecinde tesadüfen SAP sistemine geçiş aşamasında bulunan Beğendik için ürünümüz, girdileri daha rahatlıkla elde edilen ve SAP ile uyumlu bir ürün olarak ortaya çıkmıştır.

Projemiz firma ve sektör bazında yenilikçi bir yapıya sahiptir. Firma bazında yenilikçidir çünkü Beğendik'e daha önce tanışmadığı envanter yönetim sistemi sunulmaktadır. Öyle ki, envanter yönetimi gibi karmaşık ve zor bir konunun uygun bir sipariş politikası ile kolayca üstesinden gelinebildiği gösterilmektedir. Hâlihazırdaki Millenium programı karar desteği sağlamamaktaydı. Projenin sektör bazındaki yenilikçiliği ise envanter yönetiminin oldukça basite indirgenmesinden gelmektedir. Belli bir lokasyonun (mağaza, depo vs.) envanterindeki hareketlilik hem stoğa girişler hem de stoktan çıkışlarla sağlanır ve zamana bağlı bir süreç olarak karşımıza çıkar. Projenin bu sürecin kontrolü ve yönetimi için önerdiği çözüm önerisi oldukça kolay kurulabilir ve kolay uygulanabilir bir karar destek sistemi olarak tasarlanmış, bir yandan sipariş teslimat performansının ölçülmesini kolaylaştırırken diğer yandan envanterin herbir ürün ve lokasyon için şeffaf olarak izlenmesini sağlamıştır.

Beğendik, Nisan 2013 itibarı ile SAP sistemine geçmiş, envanter yönetimini SAP ile sağlamaya başlamıştır. Bu nedenle projenin çözüm

önerisinin uygulanabilir olması için SAP ile uyumluluk başlangıçtan itibaren Beğendik'in aradığı bir ölçüt olmuştur. Projemizin çözüm önerisi olarak sunduğu Excel Aracı, sadece MS Excel 2013 sürümünde bulunan Powerview eklentisini içermektedir. Powerview, Powerpivot ile bağlantılı bir görsel analiz aracıdır. Powerview, SAP ve Oracle gibi veritabanı bazlı çalışan sistemlerin “visual intelligence” adı verdikleri akıllı grafiklendirme mekanizmalarından esinlenerek geliştirilmiştir. Excel Aracı, SAP verilerinin sonuçlarını çekebilen ve satış verilerine göre kullanıcıya karar destek sistemi sağlayan bir üründür. Ayrıca, Excel Aracı içerisinde geliştirdiğimiz, SAP verilerini çekmeye yarayan Makro kodu özgün olup telif hakkı alınabilecek bir üründür.

Beğendik tedarik zincirinde ve mağaza içi operasyonlarda yapılan ayrıntılı veri ve süreç analizleri sonucunda problemin büyük ölçüde AOÇ Depo ve Mağaza Cep Depodaki envanter yönetimi probleminden kaynaklandığı görülmüştür. Bu problemin kaynağında da Beğendik Mağazalarının Özgün'e sipariş vermedeki politikasının yetersizliğinin yattığı tespit edilmiştir.

Bunun üzerine geliştirilen çözüm önerisi: Ürünleri sınıflandırmak ve her bir sınıfa özel bir sipariş politikası geliştirmek olmuştur. Ürünler P&G'nin en güncel Power SKU listelerindeki ağırlıkları ve Beğendik'teki satış miktarlarına göre sıralanıp –önem katsayısına göre sırayla- A, B ve C olmak üzere 3 sınıfta toplanmıştır. Böylelikle SKU'ların tedarik zinciri içerisinde daha kolay ve sistematik bir şekilde takibi sağlanması öngörülmüştür. Sonrasında akademik danışmanlar ve litaretür taramaları doğrultusunda şu sipariş politikaları benimsenmiştir:

- A sınıfı: (s, S) Politikası
- B sınıfı: (R, Q) Politikası
- C Sınıfı: (T, S) Politikası

Sipariş politikaları analitik olarak formüle edilirken yapılan varsayımlar gerçek sistemle karşılaştırıldığında dinamik olmayan, katı ve hata payı yüksek sonuçlar alınacağı öngörülmüştür. Örneğin, analitik formüller Özgün'den AOÇ Depo'ya olan teslimat süresini sabit olarak 3 gün almayı gerektirse de yapılan veri analizlerinde bu dağılımın 1 ile 19 gün arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Daha gerçekçi ve esnek değerlere ulaşabilmek için alt sistemler arasındaki bilgi akışı ve ürün tedarik sisteminin simülasyonunun kurulmasına karar verilmiştir.

Her bir ürün için sistem gerçeğe en uygun şekilde simüle edildikten sonra evrensel optimum değeri yakalayabilecek kadar çok sayıda senaryo analizi yapılarak o ürüne ait en iyi –hangi sınıfa aitse- (s, S), (R, Q) ya da (T, S) değerleri bulunmuştur. Bu analizler yapılırken öncelikle zaman bazlı OOS'yi %4.5'un altında bırakan değerler kabul edilebilir

değerler olarak filtrelenmiş, ardından envanter maliyetlerini (stok tutma + kayıp kar) en düşük olarak veren değerler tespit edilmiştir.

Optimum sipariş politikası değerlerinin belirlenmesinin ardından ürünün talebindeki değişiklik üzerinden geniş çaplı bir hassasiyet analizi yapılmış, talepteki değişkenliğin zaman bazlı OOS ve envanter maliyetleri üzerindeki yüzdelik yansımaları incelenmiştir.

SAP geçiş aşamasındaki Beğendik kriz yönetiminde olduğundan uygulamaya geçme aşaması sancılı ve uzun sürmüştür. 24 Nisan itibarıyla A, B ve C grubundan 1'er olmak üzere 3 ürün için AOÇ Depo ve iki mağazada projenin demo uygulamasına geçilmiştir. İlk izlenimler sonuçların öngörüldüğü gibi alındığı doğrultusundadır; ancak henüz istatistiksel bir test yapılabilecek kadar yeterli sayıda sonuç verisi elde edilmemiştir. Beğendikten, proje P&G ürünleri için hedeflenen başarıyı gösterdiği takdirde diğer tüm ürünler için kullanılabileceği sözü alınmıştır.

Sürdürdüğümüz simülasyon sonuçlarına göre tüm Beğendik mağazalarında mevcut durumdaki OOS'den kaynaklı ciro kaybı sadece P&G ürünleri için aylık 54.000 TL'yi bulmaktadır. Bu değer, Beğendik ve P&G'nin ortaklaşa yaptığı hesapla örtüşmektedir. Önerdiğimiz çözüm önerisinin tüm Beğendik mağazalarında ve depolarında tüm P&G ürünleri için kullanılması halinde aylık ciro kaybı yaklaşık 24.000 TL'ye düşürülmektedir ki bu da yaklaşık 30.000 TL'lik bir ciro kazancı anlamına gelmektedir. Bu durumda, projemiz Beğendik'e ve elbette P&G'ye yıllık 360.000 TL'lik bir ciro artışı sağlamayı hedeflemektedir. Bu değer Beğendik'in P&G ürünleri üzerinden elde ettiği toplam cironun %5.5'ine denk gelmektedir.

### **Kaynakça**

- Gruen T. Cursten. "Retail Out-of-stock". Colarado Emory University. 2002.
- "P&G Has Better News on Stock Outs". Journal of Supply Chain Europe. December-2004.
- Nahmias, Steven. "Production and Operational Analysis". McGraw Hill International 6th Edition. 2009.
- Gruen, T. Cursten, D. "A Comprehensive Guide To Retail Out-of-Stock Reduction In the Fast-Moving Consumer Goods Industry." NACDS Organization Publishing. 2007.
- Axsater, Sven. "Inventory Control". Springer's International Series. 2006.

## **İşgücü Verimliliğinin Artırılması**

### **Bilkent Coffee Company**

#### **Proje Ekibi**

Erdem Dinçer  
F. Feyza Keskin  
Utku Serhatlı  
İ. Ozan Sert  
Gülnur Solmaz  
Özge Yapar

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

N. Dilek Ergüz  
Bilkent Coffee Company, Saha Eğitim Süpervizörü

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. Ülkü Gürler  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü  
Doç. Dr. Emre Berk  
Bilkent Üniversitesi, İşletme Fakültesi

#### **Firma Tanıtımı**

Bilkent Coffee dünya üzerinde mağazaları olan bir kahve dükkanları zinciridir. Şirketin Türkiye’de 170’in üzerinde mağazası bulunmaktadır. Bilkent Coffee’nin sunduğu ürünler arasında ağırlıklı olarak kahve bazlı olmak üzere sıcak ve soğuk içecekler, tatlı ve tuzlu yiyecekler ve kahveyle ilgili diğer satışa hazır mallar olarak sayılabilir.

\* Gizlilik ilkeleri dolayısıyla şirketin kimliği gizli tutulmakta, temsili olarak “Bilkent Coffee” ismi kullanılmaktadır.

## Proje Tanıtımı

Proje, Bilkent Coffee için çalışan verimliliğinin artırılması amacıyla başlamıştır. Projeyle birlikte, mağazalarda bar içindeki istasyonlar arası hareketin azaltılmasına ve üretim hatlarında iş gücünü dengeleyerek çalışan verimliliğinin artırılmasına çalışılmıştır. Böylelikle, iş gücü maliyetini en aza indirmek, müşteriler için servis ve bekleme sürelerini azaltarak müşteri memnuniyetini artırmak planlanmaktadır. Proje çıktısı olarak barda çalışan her çalışanın üstleneceği görevlerin belirlendiği modeller yaratılmıştır. Uygulamanın başarısına göre proje çıktısı olarak sunulan modellerin Türkiye'deki her mağazada kullanılması öngörülmektedir. Şirketin Türkiye kahve mağazaları zinciri pazarında faaliyetlerinin tam olarak örtüştüğü bir rakibi bulunmamasına rağmen, bu projeyle birlikte hedeflenen iş gücü verimliliği artışı sağlandığında pazara girebilecek olası rakiplere karşı şirket rekabet üstünlüğü kazanacaktır. Proje çıktısı Türkiye'deki Bilkent Coffee mağazalarına özgü olsa da, proje için izlenen yöntemler herhangi bir self-servis hızlı yiyecek sektörü için uyarlanabilir durumdadır.

Firmanın görevlendirme modeli oluşturmak üzerine Türkiye'de yapmış olduğu bilimsel bir çalışma veya önceden alınmış bir tescil bulunmamaktadır. Türkiye'deki her mağaza için yurtdışında uygulanan görevlendirme modeli kullanılmakta, bu model Türkiye'ye özgü satış karakteristiklerini, mağazaların ürün çeşidi ve mevsimselliğe göre talep ve satış oranlarını dikkate almamaktadır. Yeni görevlendirme modelleri ise, tek bir modelin tüm mağazalar için yeterince uygun ve verimli olmadığı gözlemlenmesi üzerine, geçmiş satış verilerinin analizi ışığında, dokuz mağaza grubu ve iki mevsim için ayrı tasarlanmıştır. Firmanın uygulamadaki görevlendirme modelinin matematiksel bir altyapısı olmamamakla beraber, tamamıyla servis sektörü düşünülerek oluşturulmuştur. Proje kapsamında meydana getirilen modeller ise, bar içindeki sipariş hazırlama adımlarını ve sürecini bir üretim sistemi olarak değerlendirerek, üretim hattı dengeleme yöntemleri ve benzetim modeli gibi matematiksel çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Böylece, süreç tamamen servis değil, aynı zamanda üretim bakış açısından da ele alınmış; üretim hattı dengeleme algoritmaları servis sistemi için uygulanabilir hale getirilmiş ve self-servis çalışan bir mağazada sipariş hazırlama süreci için görevlendirme modeli oluşturmada özgün bir yöntem elde edilmiştir. Mevcut görevlendirme modelinin verimliliğine dair firmanın sahip olduğu tek ölçüt ağırlıklı olarak yurtdışında gerçekleştirilmiş ölçümlerden elde edilmiş olan uygulama verileridir. Proje kapsamında sistemin benzetim programında modellenmesi, hem mevcut, hem de önerilen modellerin çıktıları hakkında uygulama yapmadan önce fikir sahibi olmaya, muhtemel düzeltme ve

iyileştirmeleri öngörmeye olanak sağlamıştır. Projede kullanılan ve elde edilen bütün veri ve çıktıların tüm hakları firmaya aittir.

Görevlendirme modellerinin iyileştirilmesi için özetle, üretim hattı dengeleme sezgisel yöntemleri kullanılmış, buradan elde edilen sonuçlar benzetim modeli ile iyileştirilmiş ve oluşturulan modellerin bir kısmı mağazalarda test edilmiştir. Grup üyelerince alınan bar içi çalışan eğitiminin ardından 31 farklı ürün çeşidi için, her birinin hazırlanması için gerçekleştirilen adımları, bu adımlarda ihtiyaç duyulan kaynağı (çalışan/makina) ve bunların öncelik sırası ve akışını gösteren üretim süreci akış şemaları tasarlanmıştır. Bu şemalar üzerinden çalışanlar arasında bölüştürülemeyecek iş adımları gruplandırılarak iş paketleri oluşturulmuş ve zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Ardından, pazarlama odaklı oluşturulmuş ve ürün satış dağılımı ile mevsimselliği göz önüne almayan mevcut mağaza gruplandırması bahsedilen faktörler hesaba katılarak yeniden düzenlenmiştir.

Dengeli iş dağılımına sahip görevlendirme modelleri elde etmek için, “en uzun işlem süresi” ve “sıralanmış pozisyon ağırlıkları” yöntemleri olmak üzere iki adet temel üretim hattı dengeleme sezgisel yöntemi, makine kullanımı ve müsaitliğini de göz önünde bulunduracak şekilde sisteme uyarlanmıştır. Elde edilen sezgisel yöntemler Java programlama dili ile programlanmıştır. Dokuz mağaza grubu, yaz ve kış olmak üzere iki mevsim ve 2-7 arası çalışan sayısı için toplamda 108 farklı durum için sezgisel yöntem çıktıları alınmıştır. Bir mağazadaki tüm operasyonları kapsayan bir benzetim modeli Arena Simulation Software kullanılarak oluşturulmuştur. Sezgisel yöntemlerden elde edilen 108 model istasyonlar arası hareket gibi uygulama kolaylığı sağlayacak ölçütleri içermediği için, her biri üzerinde hareketin azaltılması ve iş dağılımı dengesi ölçütleri göz önünde bulundurularak Arena Process Analyzer yardımıyla iyileştirmeler yapılmıştır. Bu iyileştirmeler yapılırken çıktı olarak sipariş gelme oranının normal ve yoğun olduğu zamanlardaki ortalama servis süresi, her bir çalışanın meşgul olma oranından elde edilen çalışan verimleri ve çalışan verimleri arasındaki değişkenliğin hesaplanmasıyla analiz edilen çalışanlar arası iş dağılımı dengesi dikkate alınmıştır.

Proje planının bugüne kadar öngördüğü tüm aşamalar gerçekleştirilmiştir. Yeni görevlendirme modelleri dört pilot mağazada değişik satış yoğunluğu görülen zaman aralıklarında uygulamaya konulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bugüne kadar oluşturulan çıktılar sırasıyla mağazaların satış dağılımlarına göre istatistiksel yöntemlerle gruplandırması, hat dengeleme sezgisel yöntemlerinin sonuçları, bu sonuçların benzetim modeli kullanılarak iyileştirilmiş halleri, benzetim modeline dayanarak yeni görev dağılımlarının eski modeli iyileştirme yüzdeleri ve dört farklı



mağazada yapılan pilot uygulamaların geri bildirimleri yer almaktadır. Uygulama sonuçlarından hareketle görev dağılımları yeniden düzenlenmiş ve gerçek hayat iyileştirme yüzdeleri hesaplanmıştır. Proje bitiminde şirkete ürün satış oranları odaklı bir mağaza gruplandırması ve 108 görevlendirme modeli sunulmuştur.

Yeni görevlendirme modelleri ve uygulamadaki modelin benzetim modelinde karşılaştırılmasından alınan sonuçlar Tablo 1’de incelenebilir. Tabloda verilen değerler çalışan sayısı ve mevsime göre segmentlerin ortalamalarını göstermektedir.

Tablo 1. Önerilen görevlendirme modelinin uygulamadaki modele kıyasla sağladığı iyileştirme yüzdeleri

	<b>7 Kişilik</b>	<b>6 Kişilik</b>	<b>5 Kişilik</b>	<b>4 Kişilik</b>	<b>3 Kişilik</b>
<b>Servis süresi</b>	22,9%	21,7%	28,0%	20,9%	0,4%
<b>İş yükü dağılımı</b>	76,1%	90,5%	79,4%	95,5%	73,5%

Pilot mağaza uygulamaları sonunda elde edilen servis süresi değerleri ve bu değerlerin Türkiye’nin de içinde bulunduğu Avrupa, Ortadoğu ve Afrika (EMEA) pazarındaki veriler ile karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir. Şirketin ortalama servis süresini üç dakikaya düşürme amacına büyük ölçüde yaklaşılmıştır.

Tablo 2. Önerilen model ile EMEA pazarı verilerinin karşılaştırılması

	<b>Kasa kuyruğunda geçen süre</b>	<b>Kasada geçen süre</b>	<b>İçecek kuyruğunda geçen süre</b>	<b>Toplam süre</b>
<b>Önerilen model</b>	0:01:39	0:00:54	0:00:52	0:03:22
<b>EMEA ortalaması</b>	0:07:59	-	0:02:14	0:08:00

Yeni görevlendirme modelleri dokuz segment ve iki mevsim için ayrı ayrı hazırlandığı için mağazaların karakteristiklerine daha iyi uyum sağlamaktadır. Uygulamadaki gözlemler ve çalışanlardan alınan geribildirimler de yeni modellerin uygulama kolaylığı, iş dağılımı ve istasyonlar arası hareket azlığı açısından daha üstün olduğunu desteklemektedir.

#### **Kaynakça**

- Boysen, N., Fliedner, M., Scholl, A. 2008. “Assembly Line Balancing: Which Model to Use When?” International Journal of Production Economics, 111 (2), 509-528
- Pastor, R., Andrés, C., Duran, A., Pérez, M. 2002. “Tabu Search Algorithms for an Industrial Multi-Product and Multi-Objective Assembly Line Balancing Problem, with Reduction of the Task Dispersion”, Journal of the Operational Research Society, 53, 1317-1323.

## **Benzetimin ve Sezgisel Yöntemlerin Araç Rotalama Probleminin Çözümü İçin Entegre Kullanımı**

### **Aselsan -Simssoft**

#### **Proje Ekibi**

Başak Güler

Cem Barış

Emrullah Koyunlu

İlayda Korkmaz

Kerem Ali Doğan

Selin Çakmak

Endüstri Mühendisliği

Bilkent Üniversitesi

06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Sibel Şahin, Aselsan, Uzman Mühendis

Damla Sivrioğlu, Simsoft, Proje Yöneticisi

Prof. Dr. Veysi İşler, Simsoft, Danışman

#### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. Nesim K. Erkip

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

ASELSAN elektronik ürünler ve sistemler tasarlayan, geliştiren, üreten ve ürünlerinin satış sonrası servis hizmetlerini karşılayan; yüksek teknolojili ve çeşitli ürün yelpazesine sahip bir elektronik sanayi kuruluşudur. SİMSOFT ise simülasyon sistemleri, savunma yazılımları ve bilgisayar oyunları alanında faaliyet göstermek amacıyla, içinde üniversite öğretim üyeleri ve doktora öğrencileri bulunan bir ekip ile kurulmuştur.

## Proje Tanıtımı

Projemiz, Aselsan ve Simsoft işbirliği ile, varolan personel taşıma sisteminin analiz edilmesi ve geliştirilmesi ihtiyacından doğmuştur. Birçok değişkenin olduğu bu sistemde bilgisayar üzerinden modern bir karar destek sistemi kullanılmamaktadır. Projemizin amacı birçok değişkeni hesaba katan bir karar destek sistemi geliştirerek bu tip kararların daha hızlı ve daha verimli olarak alınabilmesini sağlamaktır. Çalışmalarımızın başlangıcında yol haritamız, sistemin literatürde ARP (araç rotalama problemi) modeli olarak geçen optimizasyon problemi kapsamında çözülmesi ve takiben simülasyon modellemesi yoluyla hem varolan sistemin, hem de problemin çözümünden elde edilecek sonucun karşılaştırılması iken; zamanla, projenin içerik ve kapsamı değişmiştir. Bu bağlamda projemiz, Aselsan'ın personel taşıma sisteminden yola çıkarak özellikle trafiğin saatlere göre akışının fazlasıyla dinamik olduğu şehir içi yollarında, kullanılan araç rotalama modellerinin duyarlılığını sorgulamaya yönelik bir çalışma halini almıştır.

Aselsan Macunköy tesislerinde yaklaşık 3500 personel bulunmaktadır. Bu personelin yaklaşık 3000 kadarı varolan servis sisteminde kayıtlıdır. Aselsan, bu hizmeti mümkün olduğu kadar kesintisiz ve problemsiz sürdürmeyi hedeflemektedir. Bu sebeple, herhangi bir servisteki seyahat süresinin bir saatten fazla olmaması istenmektedir. Ayrıca, bu sürecin problemsiz yürütülmesi amacıyla yaklaşık yüz yirmi beş adet servis hizmet vermektedir. Bu servisler için tek bir acente ile anlaşma yapılmamakta ve her bir servis için ayrı şahıslarla kontrat imzalanmaktadır. Sistemin maliyeti araç başına sabit bir meblağ ve kilometre başına oluşan yakıt maliyetinden oluşmaktadır.

Aselsan servis sistemi başlarda küçük bir sistem iken zamanla büyümüştür. Kaydolan her yeni personelin manuel yolla sisteme entegrasyonu zaman içerisinde sistemin verimsiz işlemesine yol açmıştır. Ayrıca, sistem içinde kullanıma bağlı değişkenliğin varlığı kontrolü ciddi anlamda zorlaşmaktadır. Tüm servis sisteminin tek bir kişi tarafından yönetiliyor olması, Aselsan'ı tek bir kişiye bağımlı kılmıştır. Dolayısıyla, Aselsan'ın bu kişiden yoksunluğu durumunda taşıma hizmetinin ciddi anlamda sektöre uğraması olasıdır.

Projemiz, rotalama problem çözücü ve benzetim modellerinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Bu iki modelin devrimsel olarak birbirini izlediği sistemimizde, araç rotalama sürecinde saatlere göre trafikteki araç yoğunluğu da dikkate alınmaktadır. Bu bağlamda projemiz, araç rotalama problemlerinde izlediği dinamik yolla ve hem optimizasyon hem de simülasyon modellerini bir arada kullanmasıyla uluslararası alanda yeni bir yöntem ortaya koymaktadır.

Problem, kapasite sınırlamalı araç rotalama problemi olarak tasarlanmıştır. Modelde, her bir aracın aynı durağa ikinci kez gelmemesi sağlanmıştır. Koyulan diğer kısıtlar ise her turun depodan başlayıp depoda bitmesini zorunlu kılmaktadır.

Problem, Xpress yazılımı kullanılarak modellenmiş ve küçük ölçekli problemlerde başarıyla çalıştırılmıştır. Ancak gerçek boyutlu problemlerde istenilen performansın görülebilmesi, alternatif yöntemlere başvurulmasını zorunlu kılmıştır.

Alternatif yöntemler içerisinde ilk olarak sezgisel yöntemlere başvurulmuştur. Bunlar, “açgözlü algoritma” gibi basit olanlardan “yasakçı” ve “genetik” gibi karmaşık olanlara kadar büyük bir perdede incelenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda en iyi çözüme ulaşmanın önemli olduğu; ancak, sistemin özyinelemeli olarak defalarca çalışmasıyla daha hızlı çözüm üretebilen bir sistemin daha kritik olduğuna karar verilmiştir. Kullanılan yöntemler “tasarruf algoritması”, “bir nokta taşıma”, “iki nokta taşıma” ve “çapraz takas” ile sınırlandırılmıştır.

Sezgisel yöntemlere ek olarak rotalamada trafik faktörünü göz önünde bulundurmak amacıyla bir benzetim modeli tasarlanmıştır. Bu model ile bölgesel bazdaki değişikliklerin diğer bölgelere etkisi gözlenebilmektedir. ARENA yazılımı ile tasarlanan benzetim modelinde en iyi sonuca ulaşmak amacıyla özyinelemenin fazla olacağı göz önüne alınarak verilerin kolaylıkla değiştirilebilmesine olanak tanınmıştır. Modelin tasarlanmasında sistemin en küçük bağımsız birimi olan tek otobüslü rotalar baz alınmıştır. Bu sayede, tek bir otobüs rotasının durakları arasındaki uzunlukların hesaplanıldığı sistemde, bu uzunlukların birbirinden bağımsız olma özelliğinden faydalanılarak tüm sistem modellenmektedir.

Verilerin toplanmasındaki temel ilke, benzetim modelinin kullanabileceği, yol tiplerine ve saatlere özgü dağılımlar üreten bir taban oluşturmaktır. Bu sebeple, bazı güzergahlar belirlenerek bu güzergahlardan araçlar seçilmiş olup de bu araç güzergahlarında bazı noktalar seçilmiştir. Daha sonra hem servislerden hem de seçilmiş yollardan hız ve yol dataları toplanıp analizleri yapılmıştır. Analizde Arena Input Analyser kullanılarak, dağılımlar ve buna bağlı parametreler hesaplanmıştır. Bu parametreler, hem sezgisel yöntemler hem de benzetim modeli hesaplamalarında kullanılmaktadır.

Sistemin ilk adımı sezgisel yöntemler ile bir çözüm bulunmasıdır. Buradan alınan sonuç, benzetim modeli üzerinde deneyerek sezgisel sistemin varsayım olarak aldığı yol bilgilerini trafik durumuna göre yenilenmektedir, ki bu durum veri setinin yenilenmesi demektir. Yenilenen veri setiyle sezgisel sistem tekrar çalıştırılıp tekrar benzetime geçilmektedir. Bu özyineleme, belirli koşullar sağlandığında

durdurulur. Tercih edilen durma koşulu, sistemin art arda iki yinelemede aynı rotayı önermesidir. Bunun belirli bir yinelemede gerçekleşmemesi durumunda ise, iki yineleme arası sonuç farklılığının istenen ölçüden az olması durma koşulu olarak kabul edilmektedir.

Yapılan uygulamadan çıkarılan sonuçlar; sezgisel yöntemlerle bulunan değerlerin, benzetim modelinin oluşturduğu geri bildirimle test edildiğinde, farklılık gösterdiğini doğrulamaktadır. Ayrıca, benzetim modeli sayesinde kar, kapalı yol gibi tahmin edilemez durumların da rota süresine ne kadar etki edeceği de önceden hesaplanabilmektedir.

Gerekli altyapı çalışmaları henüz tamamlanmadığından, sistem şirket tarafından henüz uygulanmamıştır.

Yaptığımız çalışma, belirli koşullara bağlı olarak değişen sürelerde kat edilen yollarda sadece matematiksel modelin ya da sezgisel yöntemlerin oluşturduğu çözümlerin çeşitli problemler yaratabildiğini göstermektedir. Oluşturduğumuz yöntem, bu durumun önüne geçilmesinde kullanılabilir. Yöntem, şehir içi personel ya da kargo taşınması gibi trafiğin ve diğer koşulların anlık değişkenliğinin yüksek olduğu sistemlerin modellenmesinde, karar vericilere önemli avantajlar sağlayabilme potansiyeline sahiptir.

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### **Simsoft Bilgisayar Teknolojileri İdari İşler ve Veri Yöneticisi'nden,**

Kuruluşunun temeli üniversite-sanayi işbirliğine dayanan Simsoft Bilgisayar Teknolojileri, üniversite-sanayi işbirliğine çok önem veren ve destekleyen bir şirkettir. Simülasyon ve oyun teknolojileri konusunda kuruluşundan bugüne kadar alanında uzman mühendis kadrosu ile aldığı işleri başarıyla yürüten Simsoft, simülasyon çalışmalarını savunma konularına ek olarak üretim, taşımacılık gibi konulara taşımayı amaçlamaktadır. Simsoft, bu amaç doğrultusunda başlattığı projede Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği akademisyen ve öğrencilerinden oluşan ekiple beraber çalışmıştır. Üniversite öğrencileri tarafından gerçekleştirilen “Benzetimin ve Sezgisel Yöntemlerin Araç Rotalama Probleminin Çözümü İçin Entegre Kullanımı” projesi sonucunda Simsoft araç rotalarının optimizasyonu için taşımacılığın her alanında kullanılacak temel bir simülasyon modeline sahip olmuştur. Bundan sonraki aşamada bu modeli bilgi birikimimiz ve teknolojimizle daha ileriye taşımayı hedefliyoruz.

Simsoft Bilgisayar Teknolojileri ekibi olarak Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne bu işbirliği için ve proje ekibi öğrencilerine gayretli çalışmaları için teşekkür ederiz. Öğrencilerimize, ayrıca, bundan sonraki hayatlarında başarılar dileriz.

Damla Sivrioğlu Aslan  
Simsoft Bilgisayar Teknolojileri  
İdari İşler ve Veri Yöneticisi

# **Panel Hattı RFID Takip Sistemi Tasarımı ve Kesim Operasyonu Çizelgelemesi**

## **TEPE HOME – Mobilya**

### **Proje Takımı**

Gamze Agha  
Yağmur Akşit  
Merve Arslan  
Merve Gülnaz Erdem  
Ömer Tunçel  
Tuğçe Vural

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Songül Anıl  
Tepe Home, Entegre Yönetim Sistemleri Direktörü

### **Akademik Danışman**

Doç Dr. Osman Oguz  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

### **Firma Tanıtımı**

Tepe Home Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Ticaret A.Ş. 1997 yılında Bilkent Holding'e bağlı olarak kurulmuş, ülkemizde mobilya ve ev aksesuarı perakendeciliği alanında faaliyet gösteren ilk ve en büyük mağazalar zinciridir. Bugün 27 mağaza ve 123.000 m<sup>2</sup>'i aşan mağaza alanıyla faaliyet göstermektedir. Tepe Home mağazalarında ortalama 40.000 çeşit ürün teşhir edilmekte ve ürün yelpazesi her geçen gün daha da geliştirilmektedir. Tepe Home, mobilya ürünlerinin %80'inini kendi üretim tesislerinde üretmektedir. Ankara ve Eskişehir'de toplam 104.400 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip iki üretim tesisine sahiptir.

## Proje Tanıtımı

Projede yer almak istememizin başlıca sebebi diğer projelerden farklı olarak üretimdeki son teknolojilere yönelik olmasıdır. Projenin başarılı olması durumunda şirket, RFID takip sistemi ile panel hattındaki üretimi insan faktöründen kaynaklanan hataları azaltarak anlık takip edebilecek ve kesim operasyonunu teslim tarihlerini de göz önünde bulundurarak fire açısından daha verimli gerçekleştirecektir. Böylece, firenden kaynaklanan maliyet düşürülecek, RFID takip sistemi ile de anlık geribildirim alınacak ve operasyonlarla ilgili kesin veriler kullanılarak üretim çizelgeleme optimize edilecektir.

Tepe Home, üretim tesislerinde RFID takip sistemini kullanarak Türkiye’de mobilya sektöründe bir ilke imza atacaktır. Bunun yanı sıra kesim operasyonunda ise kesim eniyilemesine ek olarak takip sistemiyle alınan güvenilir veri kullanılarak geliştirilen algoritmayla kesim çizelgeleme de yapılarak örneklerinden farklı olacaktır.

Mevcut sistemde panel hattında operasyonların başlangıç ve bitimi Oracle üretim izleme modülü ile takip edilmekte, ara operasyonlar ise manuel olarak izlenmektedir. Bu nedenle operasyon zamanları ve siparişin hangi operasyonda olduğu bilgisi anlık olarak elde edilememektedir. Panel hattının başlangıcı olan sunta kesim atölyesinde suntalar kesildikten sonra ilgili siparişin izleyeceği sonraki operasyonlar için her bir ürün takımına Oracle ERP’den oluşturulan ve “Operasyon formu” adı verilen izleme formları konulmaktadır. Bu formlar gerçekleşen üretim sürelerini içermemektedir. Ürünün izleyeceği operasyonlar (rota) standart değerler hakkında bilgi vermektedir. Kesim operasyonunda ise eniyileme ve çizelgeleme çoğunlukla manuel yapılmaktadır.

Tarafımızdan belirlenen ana problem, üretim planlama ve yönetimde verimlilik sürecini olumsuz yönde etkileyen anlık ve güvenilir veriler sağlayan otomatik bir veri-takip sistemi ve sunta kesme operasyonundaki kesim eniyileme ve çizelgeleme sistemi eksikliğidir.

Proje, iki çözüm önerisiyle inceleme altına alınmıştır. Zamanında teslim edilen sipariş sayısını maksimize etmek ve üretim süreci ile ilgili detaylı bilgi alabilmek amacıyla panel hattında otomatik veri toplama sistemi kurulması önerilmiş ve ürünleri tekil ve otomatik olarak takip edebildiği için RFID veri takip sisteminin kurulmasına karar verilmiştir. Tarafımızdan belirlenen noktalarda kurulacak sistem için farklı RFID firmalarıyla görüşülmüştür. Diğer problem için çözüm önerisi ise kesim eniyileme programı kullanılıp ve tasarımı tarafımızdan yapılan çizelgeleme metodudur. Kesim eniyilemesi için yayınlanmış makaleler incelenmiş ve eniyileme program araştırması yapılmıştır. Farklı kesim programlarının sonuçları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, şirket



faaliyet ve beklentilerine en iyi şekilde cevap verecek program seçilmiştir.

RFID veri takip sistemiyle birlikte Tepe Home, üretimi sipariş bazında değil, adet bazında izleyebilecek ve üretimle ilgili aksaklıklar olduğunda gerekli müdahaleyi edebilecektir. RFID'nin izlemeyi hangi noktalarda yapıp sisteme bilgi sunacağını belirlemek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu izleme noktalarını belirlemek için şirketin en çok ürettiği 100 ürün seçilmiş ve bu ürünlerin alt parçalarına kadar geçtikleri her bir operasyon kaydedilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ürünlerin %80'inin geçtiği 3 kritik operasyon saptanmıştır. Okuyucuların yerleştirileceği bu noktalar yalnızca ürünlerin nerelerde olduğu bilgisini sağlamayacak aynı zamanda ürünlerin operasyonlardan ne kadar sürede geçtiğinin kesin verisi de üretim planlamada kullanılacaktır.

Tüm ürünlerin geçtiği ilk nokta olan kesim operasyonu, teslim tarihi ve fire miktarını büyük oranda belirlediği için kritiktir. İlk alternatifte zamanında teslim ön plandayken, diğerinde öncelikle minimum fire amaçlanmaktadır. Şirkete sunulan her iki yöntem için de uygun çizelgelemenin yapılması zamanında teslim için önemlidir. Bu nedenle, iş emirleri esas alınarak her ürün bir çizelgeleme yöntemi olan kritik oran formülünden yararlanılarak sıralanmıştır. Kritik Oran, işin kalan zamanının işin bitmesi için gerekli zamana bölünmesiyle elde edilen bir indekstir. İndeksin 1 olması işin vaktinde devam ettiğinin; 1'den küçük olması işin yetişemez durumda olduğunun; 1'den büyük olması da vaktinden önce bitirilebilir durumda olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle kritik orana göre sıradaki iş; bekleyen işler içinde en küçük kritik orana sahip olan iştir. Önerilen kesim eniyilemesi programları PLUS 2D Wood ve THE ITEMIZER 9.0'dır. Demo sürümü nedeniyle yetersiz kalan Plus2D programı yerine analizlerde Itemizer kullanılmıştır. Panel kesim çizelgelemesi için şirkete önerilen yöntemler aşağıdaki gibidir.

- Önerilen birinci yöntemde kritik orana göre sıralanan sipariş listesinin kaç takım halinde alınacağı kritik oranı birbirine yakın ürünler alınacak şekilde operatörün kararına bırakılmıştır. Düşük orana sahip takımlar öncelikli olarak programa aktarılır. Program bu takımlar üzerinden şablonlar oluşturur ve ilk takıma kesim operasyonunda öncelik verilir. Sonuç olarak, kesim eniyilemesi yapılmış ve şablonların hangi sırayla kesilmesi gerektiği belirlenmiştir.
- Yöntem 2: İkinci yöntemde kritik orana göre sıralanan sipariş listesi bütün olarak programa girilmiş ve minimum fire elde edilmeye çalışılmıştır. Tüm parçaların aynı anda optimize edilmesi ile minimum fire hedefine ulaşılırken, teslim tarihleri ikinci planda

kalmaktadır. Bunun sebebi, kesilecek olan tek bir panelde bile teslim tarihi birbirine çok uzak alt-parçaların bulunmasıdır. Bu sorunu en aza indirmek adına sezgisel methodla Visual Basic programlama dili kullanılarak çizelgeleme sistemi geliştirilmiştir. Bu metodda, kesim planı belirlenmiş şablonların içerdiği alt parçaların ağırlıklı ortalama kritik oranı, o şablonun oranı gibi alınarak, şablonlar arasında artan sıralama yapılır ve kesime başlanır.

Panel üretim hattındaki üç noktada; ebatlama, delik ve montaj operasyonlarında pilot uygulama olarak operasyon formu bazında izleme yapması için ilgili RFID kurulum firması ile anlaşılmıştır ve Mayıs ayının ilk haftası itibariyle gerçekleştirilmiştir. Uygulamada, RFID okuyucularının işlem süresine göre aynı formu birden çok kez okuduğu görülmüştür. Gerçekleştirilecek sistemde birden fazla okuma bilgisayar ortamına atılan bigilerin ayrıştırılmasıyla tekil sonuçlara dönüştürülecektir. Bu sonuçlar Oracle ekranına yansıdığına da anlamlı hale gelecektir. Bununla ilgili olarak her iki firmanın yazılım uzmanları çalışmalarını yürütmektedir.

Kesim eniyileme ve çizelgeleme sisteminde Yöntem 1 ve Yöntem 2'nin gerçek verilerle uygulanması amacıyla 383 parçalık bir kesim listesi kullanılmıştır. Yöntem 1 için toplamda 1341 panel, Yöntem 2 için ise toplamda 1205 panel kullanılmıştır. Buna göre verimlilik açısından Yöntem 2, Yöntem 1 den %11 daha verimlidir.

Projemizin hayata geçirilmesi durumunda şirkete yansıyacak maliyetler analiz edilmiştir. Araştırmalarımız göstermektedir ki RFID kurulumu için ana maliyetin önemli kısmını etiket maliyeti oluşturmaktadır. Etiketler tek kullanımlık olduğundan ötürü okuyucu maliyeti uzun vadede kritik değildir. Ankaref şirketiyle görüşmeler sonucu tek bir etiketin 35 kuruş olduğunu göz önüne alırsak alt parçaların her birine etiket yapıştırmak şirket için maliyetli olacağından pilot uygulama operasyon formları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Okuyucu maliyeti olarak 4,028.25 TRY ve anten maliyeti 492.342 TRY olarak değerlendirilmiştir. Bu durumda 13.561,78 tı RFID sabit maliyetimiz vardır. Bunun yanında, yazılım şirketleriyle görüşmemiz sonucu PLUS2DWood 1400 €, ITEMIZER 9.0 ise 1800 TRY'dir. Tepe Home, maliyet açısından iki programı da uygun görmüştür.

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### Entegre Yönetim Sistemleri Direktörü'nden

1969 yılında Bilkent Holding bünyesinde kurulan Tepe Mobilya ve 1997 yılında kuruluşu gerçekleşen Tepe Home, 2011 yılında birleşerek bugün Tepe Home Markası olarak sektördeki 40 yıllık deneyim ve birikimini geleceğe taşımaktadır.

Tepe Home, Türkiye'nin mobilya ve ev aksesuarları perakendeciliği alanında faaliyet gösteren ilk ve en büyük mobilya markasıdır. Kuruluşundan bugüne hızlı bir gelişim süreci yaşayan Tepe Home, bugün mobilya sektörünün öncü ve lider markaları arasında bulunmaktadır.

Tasarımları ve kalitesiyle sektöründe her zaman fark yaratan Tepe Home'un geniş ürün yelpazesi içinde; oturma takımları, yatak odaları, çocuk odaları, bebek odaları, bahçe sistemleri, mutfak masaları, tv üniteleri, cash and carry ürünleri, banyo dolapları, ofis mobilyaları ve mutfak gibi ana ürünler yer almaktadır. Tüm ürünler farklı beğeni ve seçimlere, uygun fiyat aralıklarında tüketiciğe sunulmakta, üretiminin önemli bir bölümünü kendi üretim tesislerinde gerçekleştirmektedir.

Tepe Home, ev ve ofis mobilyaları dışında, projeli işler alanında Türkiye'de ve yurt dışında; otel, turizm kompleksi, eğitim binası, iş merkezi, konferans salonu, sağlık binası, mağaza, havaalanı, banka gibi uzmanlık ve donanım gerektiren alanlarda da hizmet sunmakta, büyük projelerin tüm dekorasyon ve tefriş çalışmalarını başarıyla gerçekleştirmektedir.

İmalat kontrol sistemimiz çizelge ve zaman planlarının önceden belirlendiği bir yapıya sahiptir. Müşteri siparişleri, ana planlama merkezinde işleme alınmakta, detaylı çizelge ve planlar oluşturulmaktadır. Projemizde, üretim kontrol ve izleme sistemimizi; dinamik olarak, ürün, malzeme ve makina bilgilerini gerçek zamanlı olarak RFID uygulamaları ile geliştirmeyi hedefledik.

Projemizin çalışmalarında tüm bilgi ve araştırma yeteneklerini tam zamanlı olarak kullanan, projeyi hedefine ulaştırarak sonuçlandıran, proje ekibine, Bilkent Üniversitesi proje hocalarımız, Sn.Osman Oğuz ve Selim Aktürk'e teşekkürlerimizi sunarız.

İşbirliğimizin gelecek yıllarda da devamını dileriz.

Tepe Home Entegre Yönetim Sistemleri

# Havayolları Yer Hizmetlerinde Kalite Standartlarının Fark Analizi (Gap Analizi) ile İyileştirilmesi

## Türk Hava Yolları

### Proje Ekibi

Ayşe Gökçe Arı  
Selene Budak  
Ecem Cephe  
Merve Keser  
Pelin Öner  
Billur Südür

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Elif Balaban Yakay  
Ürün ve Hizmet Yönetimi Mühendisi

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Deniz Yenigün  
Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

### Firma Tanıtımı

1933 yılında kurulan Türk Hava Yolları zamanla bir dünya markası haline gelmiştir. Yılda yaklaşık 32 milyon yolcu taşıyan, 99 ülkede, 223 ayrı nokta ve 225 havalimanına ulaşan 4 yıldızlı bir havayolu şirketidir. 2008 yılında Star Alliance üyesi olarak global bir havayolu şirketi olduğunu ispatlamıştır.

### **Proje Tanıtımı**

Türk Hava Yolları (THY) yer hizmetlerinde kaliteyi arttırmak adına yolcunun aldığı hizmet ile ilgili algısı ve sunulan hizmetin kalitesi arasındaki farkları ölçmek istemektedir. Yolcunun kalite standartlarına yönelik algısının ve sunulan hizmete yönelik beklentilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirsizlikleri saptamak amacı ile Service Quality (SERVQUAL) metodu kullanılarak THY yolcu hizmetlerinde servis kalitesinin ve yolcu memnuniyetinin değerlendirilmesi; yer hizmetlerinde 5 yıldızlı olmak adına yapılması gerekenleri fark analizi modellemesi ile belirlenmesi içerikli proje, THY tarafından Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne sunulmuştur. Yolcu beklentilerini ve algılarını ölçmek, belirsiz olan ya da inisiyatif kullanılarak yolcuya sunulan kalite standartlarını saptamak adına THY yolcularına, personeline ve yöneticilerine anket çalışması yapılması ve sonuçlarının analiz edilmesi planlanmıştır. Projenin başarılı olması durumunda, yer hizmetleri kalite standartlarında yapılacak iyileştirmeler veya değişiklikler, THY'nin Star Alliance bünyesinde 5 yıldızla sahip bir havayolu olmasına katkı sağlayacaktır. Standartların belirlenmesi ve kalitenin artırılması ile hizmet verilen yolcu sayısında artış olması ülke ekonomisine de olumlu katkı sağlayacaktır.

THY benzeri bir projeyi 2011 yılında gerçekleştirmiş; ancak o dönemde sadece yolculara yönelik bir anket çalışması uygulanmıştır. Çalışma sonucunda güvenilirlik ve yenilikçi yaklaşım yolcuların takdir ettiği noktalar olurken, servis kalitesinin ve kalite yönetiminin iyileştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Projemizle yolcuların kalite standartlarına yönelik algısının yanı sıra yöneticilerin ve personelin de THY yer hizmetlerine bakış açısının ölçülmesi hedeflenmektedir. Anketler aracılığıyla yapılan fark analizi modeliyle yolcuların, yöneticilerin ve personelin kalite ve hizmet standartlarına bakış farklılıklarının ortaya çıkması beklenmektedir. Böylelikle hizmet standartlarında değiştirilmesi veya iyileştirilmesi gereken alanların belirlenip THY'ye ulusal düzeyde yenilikler getirilmesi nihai hedefdir.

Projede, hizmet kalitesini ölçmek amacıyla sıklıkla kullanılan SERVQUAL metodu tercih edilmiştir. Hızlı çözüm oluşturma, empati, güvenilirlik, fiziki özellikler ve teminat olarak belirlenen model ölçütleri beşten üçe indirgenerek güvenilirlik ve teminatı kapsayan "kalite" ölçütü ile birlikte fiziki özellikler ve hızlı çözüm oluşturma ölçütleri projenin içeriğine göre uyarlanmıştır. Hizmet kalitesindeki problemleri belirlemek için üç farktan yararlanılmıştır. Eleren ve Bektaş'ta (2007) belirtildiği gibi, Fark 1 müşterinin algıladığı hizmet ve müşterinin hizmetten beklentisi arasındaki fark, Fark 2 yöneticinin müşteri beklentisine dair algısı ve hizmetin kalite standartları arasındaki

fark ve Fark 3 hizmet sunumu ve hizmetin kalite standartları arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Pakdil ve Aydın'ın (2007) çalışmaları esas alınarak fark öncülleri piyasa araştırması, üst kademeye iletişim, yönetim seviyeleri, hizmet bağlılığı, hedef belirleme, görev standardizasyonu, olabilirlik algısı, grup çalışması, çalışan iş uyumu, teknoloji iş uyumu, algılanan denetim, gözetimsel kontrol sistemleri, görev karmaşası ve görev belirsizliği olarak belirlenmiştir. Anketlerde, Fark 1 öncülleri olarak piyasa araştırması, üst kademeye iletişim, yönetim seviyeleri, Fark 2 öncülleri olarak hizmet bağlılığı, hedef belirleme, görev standardizasyonu, olabilirlik algısı ve Fark 3 öncülleri olarak da grup çalışması, çalışan iş uyumu, teknoloji iş uyumu, algılanan denetim, gözetimsel kontrol sistemleri, görev karmaşası, görev belirsizliği seçilmiştir.

Belirlenen metot, THY'nin sık uçan segmentindeki yolcularına, THY yer hizmetlerini gerçekleştiren Turkish Ground Services (TGS) handling firması yer hizmetleri çalışanlarına ve THY ve TGS üst düzey yöneticilerine yapılmak üzere üç farklı anket hazırlanarak uygulamaya geçirilmiştir. Anketlerin soruları yer hizmetleri süreçlerini ve metot ölçütlerini kapsayacak şekilde ve mümkün olduğunca fazla kişiye ulaşabilmek adına çevrimiçi şekilde hazırlanmıştır. Yolcu segmentinde belirlenen popülasyon içerisinde 4000 kişiden %95'lik güvenilirlik aralığı kullanılarak 420 kişi ideal örnek büyüklüğü hedef olarak belirlenmiştir ancak 207 kişiye ulaşılmıştır. Yöneticide toplamda 237 kişiden anketimizi tam olarak tamamlayan 118 kişi ideal örnek büyüklüğü olarak seçilmiştir. Personelde 567 kişiden yöneticiyle birebir farkı bulmak için ideal örnek büyüklüğünden 118 kişi analizde kullanılmak üzere belirlenmiştir. THY'nin belirlediği yolcu segmentine ek olarak Bilkent mezunlarına da anket gönderilmiştir. Anket sonuçlarının elde edilmesinin ardından belirlenen üç fark için SERVQUAL değerleri hesaplanmıştır. Demografik özelliklerin sonuçlara etkisini gözlemlemek için testler yapılmıştır. Anket sonuçları Excel programında oluşturulan formül ve modeller ile detaylı şekilde analiz edilmiştir. Genel kanı olarak, personel ve yöneticilerin zamanında kalkış konusunda en başarılı olduklarını düşündükleri gözlemlenmiştir. Yolcu ise THY'nin hızlı ve rahat seyahat imkânları sunma ve çalışanlarının yaklaşımı başlıklarında başarılı bulduklarını belirtmişlerdir.

Proje başlangıcından itibaren kullanılacak yöntem ve bu yöntemin uygulanabilirliği üzerine araştırmalar yapılmıştır. Süreç içinde proje planı üzerinde çeşitli değişiklikler olmuştur. Yöntem, bu değişikliklere göre gözden geçirilmiş ve son halini almıştır. Bu aşamada, verilerin toplanacağı araç olan anketler; yönetici, personel ve yolculara gönderilmiştir. Popülasyonu temsil edebilmesi için belirlenen sayılara

çeşitli nedenlerden dolayı ulaşılamamıştır. Bunların başında anketlerin internet üzerinden gönderilişi gelmektedir. Bu sorunun önüne geçebilecek çözümler üretilmiş; ancak süre kısıtı nedeniyle uygulanamamıştır. Elde edilen sayıdaki anketler geneli temsil edebilecek doğrultuda kabul edilmiş, hesaplamalar ve yorumlamalar bu şekilde yapılmıştır.

Anket verileri metot hesaplamalarına uygun hale getirilmiş ve yorumlamaları yapılmıştır. Bu sayede, gözlenmesi hedeflenen farklar ortaya çıkmıştır. Yapılacak olan faktör analizi ile THY ve TGS yöneticilerinin verilen hizmet hakkındaki görüşleri ile TGS personelinin hizmet sunumu ve kalitesi şirket, pozisyon ve yöneticiler için şehir/ülke farklılıkları göz önünde bulundurularak yorumlanacaktır. Yolculardan gelen veriler ise yaş, cinsiyet, uçuş sıklığı, genellikle uçuş nedeni gibi faktörler çerçevesinde incelenecektir. Son olarak bu çıktılar, THY yer hizmetleri kalite standartlarının geliştirilmesine yönelik olarak öneriler getirilmesi amacıyla kullanılacaktır. Farkları oluşturan öncüllerin bütün olarak gözlenebildiği, yönetici ve personel anketinde yer alan takım çalışması, hiyerarşik düzen, kontrol mekanizmaları, performans değerlendirmesi gibi alt başlıkların yer aldığı değerlendirmeler sonucunda THY yönetimi içinde problem yaratabilecek olan konular belirlenecek ve bunlara yönelik, sorunun içeriğine göre çözüm önerileri getirilecektir.

Faktör analizi sonucunda, yukarıda da belirtilen yönetici, personel ve yolcu özelliklerinin gözlenen farklar üzerindeki etkisi daha belirgin olarak yorumlanabilecektir. Bu aşama öncesinde, projenin üzerine kurulmuş olduğu varsayım anketler aracılığıyla ortaya konmuştur. Varsayıma göre kalite standartlarının belirlenmesi, gerçekleştirilmesi ve yolcuların bu standartları algılamalarında farklılıklar vardır. Anket sonuçları, bunu destekler yönde çıkmış ve bu sonuçlar ışığında standardizasyon hedeflenerek hizmet kalitesine yönelik öneriler ortaya sürülecektir. Önerilerin THY tarafından hayata geçirilmesiyle 5 yıldızlı bir havayolu şirketi olma yolunda ilerleyen şirketin, yer hizmetleri konusunda her yönden daha iyi bir seviyeye ulaşması ve gerek Türkiye’de gerekse tüm dünyada üstün hizmet kalitesi nedeniyle tercih edilen bir noktaya gelmesi hedeflenmektedir.

#### **Kaynakça**

- Eleren, A., Bektaş, Ç., Görmüş, A.Ş. 2007. “Hizmet Sektöründe Hizmet Kalitesinin SERVQUAL Yöntemi ile Ölçülmesi ve Hazır Yemek İşletmesinde Bir Uygulama”, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 44(514).
- Pakdil, F., Aydın, Ö., 2007. “Expectations and perceptions in airline services: An analysis using weighted SERVQUAL scores”, Journal of Air Transport Management, 13(229-237).

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### Ürün ve Hizmet Yönetimi'nden

Türkiye'nin ve dünyanın en hızlı büyüyen hava yolu şirketlerinden olan Türk Hava Yolları istikrarlı ilerleyişi sürdürmek ve sektördeki yoğun rekabet ortamında farklılaşmak için mühendislik tekniklerine ve teknoloji kullanımına son derece önem vermektedir. Üniversite-sanayi işbirliği de bu bağlamda bizim için önemlidir.

Yolcunun, sunulan yer hizmetleri ile ilgili algısı ve beklentisi arasındaki farkların belirlenmesi amacı ile Service Quality (SERVQUAL) metodu kullanılarak, Türk Hava Yolları yolcu hizmetlerinde servis kalitesinin ve yolcu memnuniyetinin değerlendirilmesi; saptanan belirsizlikleri gidermek amacı ile fark analizi modellemesi yapılması içerikli proje 5 yıldızlı bir havayolu şirketi olma yolunda ilerleyen Türk Hava Yolları için gerek Türkiye'de gerekse tüm dünyada üstün yer hizmetleri kalitesi nedeniyle tercih edilen bir noktaya gelmesinde yol gösterici olacaktır.

Türk Hava Yolları olarak Bilkent Üniversitesi'nin çok değerli Endüstri Mühendisliği akademisyen ve öğrencilerine bu iş birliği ve projedeki gayretli çalışmalarından dolayı içten teşekkür eder, kendilerine bundan sonraki hayatlarında başarılar dileriz.

Elif BALABAN YAKAY  
Ürün ve Hizmet Yönetimi  
Endüstri Mühendisi



# Uçaa Alım ve Yerleşim Süreçlerinin İyileştirilmesi ve El Bagajı Kontrol Sistemlerinin Geliştirilmesi

## Türk Hava Yolları

### Proje Ekibi

Nur Selin Erbeni  
Mehmet Mithat Çınar  
Pınar Okutgen  
Özgün Şahin  
Orhun Dinçer  
Tuğçe Benli

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### Şirket Danışmanı

Elif Balaban Yakay, Türk Hava Yolları Ürün ve Hizmet Yönetimi  
Müdürlüğü, Mühendis

### Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıyıkoglu  
Bilkent Üniversitesi, İşletme Fakültesi

### Firma Tanıtımı:

Türk Hava Yolları Anonim Ortaklığı (THY), Türkiye'nin ulusal en önemli havayolu şirketi ve bayrak taşıyıcısıdır. THY'nin merkezi Atatürk Havalimanı'ndadır. Ayrıca Ankara Esenboğa Uluslararası Havalimanı'nda da bir merkezi bulunmaktadır. Türk Hava Yolları'nın uçuş ağı Avrupa, Orta Doğu, Uzak Doğu, Kuzey Afrika, Güney Afrika, Kuzey ve Güney Amerika'ya kadar uzanmaktadır. 2012 yılında toplam 33 milyon yolcu sayısına ulaşmıştır.

Aynı zamanda eski verileri kullanmaya gerek yok verilerine göre de dünyanın en büyük 9. havayolu şirketidir. Star Alliance üyesi Türk Hava Yolları, 223 noktaya sefer düzenlemektedir. Bu uçuş ağı ile en çok uçuş ağı bulunan hava yolları listesinde Avrupa'da 3, tüm dünyada ise 7. sırada yer almaktadır. THY'nin çeşitli uçak tiplerinden oluşan 211 adetlik bir uçak filosu vardır.

## Proje Tanıtımı

Hava taşımacılığı sektörü tüm dünyada hızla büyüyen bir sektör olmasına rağmen, gerek rekabet, gerek yüksek giderler birçok hava yolunu zor durumda bırakmaktadır. Müşteri memnuniyeti üst düzeyde tutularak, rekabet avantajı sağlanması ve giderlerin olabildiğince düşürülmesi, Türk Hava Yolları'nın en öncelikli amaçlarından biridir. Bu amaca, uçağa alım anonsundan son yolcu uçaktaki koltuğuna oturana kadarki alt süreçlerin tamamını kapsayan uçağa alım (boarding) süreçlerinin iyileştirilmesi ile katkı sağlanabilir. THY'nin yaptığı bir araştırmaya göre yolcuların yolculuk süresince en önem verdikleri süreç uçağa alım sürecidir.<sup>[2]</sup>En hızlı ve en rahat uçağa alım süreçlerine sahip şirketler müşterilerce diğerlerine tercih edilmektedirler.

Hava yolları, hava alanlarını kullandıkları süre ile orantılı olarak belli bir ücret ödemektedirler. Dar gövde uçaklar için bu maliyet ortalama 14 euro/dk, geniş gövde uçaklar içinse ortalama 25 euro/dk'dır.<sup>[3]</sup>Uçağa alım sürecinin uzun sürmesi maliyetleri arttırmakta, ayrıca uçakların uçuş süresini azaltmakta ve uçaklardan alınan verimi oldukça düşürmektedir. THY'nin gerçekleştirdiği tüm uçuşlarda uçağa alım beşer dakika azaltıldığı takdirde senede bir Boeing 737-800 uçağının kullanım kapasitesi kadar kapasite tasarrufu sağlanabilmektedir. THY'nin 2012' de gerçekleştirdiği uçuşlarındaki gecikmelerin %14.55'i (50,259 dk.) uçağa alım süreçlerinde yaşanan aksaklıklardan veya sürecin uzunluğundan kaynaklanmaktadır. Bu gecikmelerin THY'ye maliyeti ise dar gövdeli uçaklar için ortalama 108 euro/dk ve geniş gövdeli uçaklar için ortalama 155 euro/dk'dır.<sup>[2]</sup>Uçağa alım süreçleri hızlandırılarak uçuşun gecikme riski de azaltılmakta ve ortaya çıkabilecek maliyetler bertaraf edilebilmektedir.

Bu projeye yıllık uçuş sayısı 265.000'i aşan THY'nin uçağa alım süreçlerini iyileştirmek ve hızlandırmak hedeflenmiştir.<sup>[4]</sup>

Proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda uçağa alım sürecini etkileyen başlıca iki ana unsur tespit edilmiştir. Bunlar yolcuların uçağa alım düzeni ve taşıdıkları kabin bagajıdır. Yolcuların uçağa alımı için kullanılan belli başlı düzenler vardır. Hâlihazırda THY tarafından kullanılan ve sırasıyla arka, orta ve ön sıralarda oturan yolcuların uçağa alımının yapıldığı sistem back-to-front sistemidir. Önce cam kenarı sonra orta sıralar ve en son koridor sırasında oturan yolcuların uçağa alımının yapıldığı sistemse outside-in sistemidir. Yolcuların uçağa rastgele, herhangi bir düzen olmadan alındığı sistem random sistemdir.

<sup>2</sup>Yer İsl. Bsk. "Quality Function Deployment Thesis." Thesis.Turkish Airlines A.O, 2012. Print.

<sup>3</sup>Briel, Menkes Van Den. *Delay Model*. N.p.: n.p., 2010. Excel.

<sup>4</sup> Turkish Airlines, Investor Relations Presentations, accessed at <http://www.turkishairlines.com/en-int/corporate/investor-relation/presentation> , Nov., 19 2012

Literatürde en verimli sistemlerden biri olarak geçen reverse-pyramid sistemiye önce arka cam kenarı ön koridor ve orta sıraların alındığı ve bu şekilde uçağa alımın yapıldığı sistemdir. (Şekil-1)

	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F		
1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		
2		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		
3		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		
4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
5	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
6	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
7	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	7	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
8	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	8	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
9	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	9	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
10	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	2	10	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
11	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	11	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	
12	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	12	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	
13	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	13	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	
14	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	14	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	
15	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	15	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	
16	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	16	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2
17	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	17	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2
18	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	18	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2
19	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	19	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
20	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	20	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
21	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	21	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
22	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	22	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
23	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	23	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
24	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	24	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
25	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	25	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
26	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
27	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
28	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
29	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2

Şekil: Uçağa Alım Yerleşim Düzenleri

Çeşitli akademik çalışma ve makalelerde bu dört sistem en verimli ve en çok kullanılan sistemler olarak gösterilmiştir.<sup>[5][6]</sup> Proje kapsamında da bu dört sistemin özellikleri ve THY'nin ihtiyaçları baz alınarak, en uygun sistemin belirlenmesine ve gerekli düzenlemelerin yapılmasına karar verilmiştir. Sistemlerin hepsini gerçek hayatta denemek mümkün olmadığından benzetim modelleri oluşturulmasına karar verilmiş, filodaki 12 farklı model uçağın oturma düzenleri de farklı olduğundan filonun çoğunu kapsayan Boeing 737-800(dar gövde) ve Airbus A330(geniş g.) uçakları baz alınarak bu modeller oluşturulmuştur. Bu modellere girilecek veriler ise proje ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulan bir veri toplama formatı ile Atatürk ve Esenboğa Havalimanlarında yapılan çalışmalar ile toplanmıştır. Toplanan verilerin sayısı 95% güven aralığına göre belirlenmiştir.

Bu sistemler toplanan verilerle beraber benzetim modelinde denedikten sonra en verimli iki sistem olan random ve reverse pyramid sistemleri gerçek süreçte uygulanmıştır. Bu uygulamalardan alınan sonuçlarla benzetim modelinden alınan sonuçların gerçekliği hipotez testi uygulanarak kontrol edilmiş, bu test ile benzetim modelinin ve sonuçlarının gerçeğe uygunluğu doğrulanmıştır. Modelden alınan veriler doğrultusunda reverse-pyramid sisteminin en hızlı sonucu verdiği görülmüş ve duyarlılık analizleriyle bu sistemde çeşitli

<sup>5</sup>Bazargan, Massoud. "A Linear Programming Approach for Aircraft Boarding Strategy." *European Journal of Operational Research* 183 (2007): 394-412. Web.

<sup>6</sup>Nyquist, David C.. "A Study of the Airline Boarding Problem." *Journal of Air Transport Management* 197 (2008): 197-205. Web.

modifikasyonlara gidilmiştir. Önerilecek reverse - pyramid sistemine son hali verilerek THY'nin kullanımına özel Türkiye'deki havayolları için bir ilk olacak ve dünyadaki sayılı havayolu tarafından da benzerleri uygulanan üstün bir sistem oluşturulmuştur.

Uçağa alım sürecini etkileyen iki ana husustan diğeri kabin bagajıdır. Yapılan gözlemlerde yolcuların kabin bagajı sınırlamalarına çoğunlukla uymadıkları belirlenmiştir. Boyut ve ağırlık olarak uygunsuz bagajların yerleştirilmesi, uçak içinde ve körük boyunca taşınması tıkanıklıklara sebep olduğundan uçak içi yerleşim ve uçağa alım sürecini olumsuz etkilemektedir. Uygunsuz bagajlar kabin içerisinde oluşabilecek bir sarsıntıda veya acil durumda potansiyel emniyet tehlikesi oluşturmaktadırlar. El bagajı ölçüm ekipmanları check-in bankosu ve gate alanlarında bulunmalarına rağmen yerleşim ve tasarımları nedeniyle verimli kullanılamamaktadır. Proje kapsamında check-in ve uçağa alım personelinin bu ekipmanları daha rahat ve etkili biçimde kullanarak uygunsuz bagajları daha rahat tespit etmeleri ve gerekli işlemleri yapabilmeleri hedeflenmiştir. Bu amaçla ekipmanlar için uygun yerleşim düzenleri önerilmiştir. Ayrıca lazer sensor ve elektronik ölçüm sistemleri kullanarak bagajın uygunluğunu sesli ve görüntülü olarak ileten daha kullanışlı ve hassas bir ölçüm ekipmanı dizayn edilerek prototipi oluşturulmuştur. Bu ekipmanın gelecekte self check-in bankolarına entegre edilerek kullanımı da önerilmiştir. Böylece dünyada ilk ve tek olan bir el bagajı ölçüm sistemi geliştirilmiş ve yine benzersiz bir yerleşim düzeni önerilerek bayrak taşıyıcımız THY'nin kullanımına sunulmuştur.

Proje sonuçları alınmış ve önerilecek sistemlere nihai hali verilmiştir. Benzetim modeline göre üzerinde çeşitli modifikasyonların yapıldığı reverse-pyramid sistemi uçağa alım süreci için önerilmiştir. Bu sistemin dar gövde uçaklarda hâlihazırda 24dk. 12 sn. süren süreci 19dk. 40 sn.ye, geniş gövdeli uçaklarda ise 40dk. 29 sn.den 33dk. 40 sn.ye indirgelediği belirlenmiştir. Ayrıca geliştirilen el bagajı kontrol ekipmanının ve ekipman yerleşim düzeninin de daha kolay kullanıldığı ve uygunsuz el bagajlarını tespit etmede başarının %100'e varan oranlarda arttığı denemelerde gözlemlenmiştir.

Proje sonucunda yapılan iyileştirmelerle, THY'nin 2012 yılındaki uçuşlarında gerçekleşen ve uçağa alım süreçlerinden kaynaklanan %14.55'lik (50,259dk) gecikmenin 6.98%'a (28,125dk) indirgeneceği belirlenmiştir. Ayrıca uygulanacak yeni sistemle beraber uçağa alım süreci tüm uçuşlarda ortalama 5dk kısalacak ve bir B737 uçağının yıllık kapasitesi eşdeğerinde kapasite tasarrufu sağlanacaktır. Yeni geliştirilen el bagajı kontrol ekipmanı ve sistemiyle de kabin içine uygunsuz el bagajı girişi önlenecek ve hem daha hızlı bir uçağa alım süreci hem de daha emniyetli bir uçuş ortamı sağlanacaktır.

## TEŞEKKÜR MEKTUBU

### Ürün ve Hizmet Yönetimi'nden

Hava taşımacılığı sektörü tüm dünyada hızla büyüyen rekabeti yüksek bir sektördür. Bu rekabet ortamında, yolcularımızın seyahatlerinin tüm süreçlerinde olduğu gibi uçağa alım süreçlerinde de hızlı ve rahat seyahat etmelerine önem veriyoruz.

İyileştirmeyi ve geliştirmeyi hedeflerimizden süreçlerden biri olan boarding süreci ile ilgili, Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin ve akademisyenlerinin katkıları ile “Uçağa Alım ve Yerleşim Süreçlerinin İyileştirilmesi ve El Bagajı Kontrol Sistemlerinin Geliştirilmesi” projesi başlatılmıştır. Proje sonuçlarının uygulamasıyla hem yolcularımızın rahat seyahatlerinin sağlanması hem de maliyet azaltılması tedbirlerinin alınması konusunda olumlu sonuçlar doğuracağı kanaatindeyiz.

Süreçlerdeki iyileşmenin yanında yeni geliştirilen el bagajı kontrol ekipmanı ve sistemiyle ürünü dünyada bir ilk olarak kabul edebiliriz.

Yolcu memnuniyeti noktasında fayda sağlayacağını düşündüğümüz bu projede azimle ve istikrarlı bir şekilde çalışan, çok güzel iletişim kurarak projenin her aşamasına sahip çıkan, gayretli öğrencilerimizi tebrik ediyor; bölüme ve değerli akademik danışmanlarımıza teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Elif BALABAN YAKAY  
Ürün ve Hizmet Yönetimi  
Endüstri Mühendisi

## **Turkcell İletişim Merkezleri'ndeki Müşterilerin Bekleme Sürelerinin Ölçülmesi ve İyileştirilmesi**

### **Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.**

#### **Proje Ekibi**

Gökçe Akkahve  
Dilecan Aksüyek  
Pınar Aytaş  
Duygu Durmuşoğlu  
Umut Nalçacı  
Mert Sönmez

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

#### **Şirket Danışmanı**

Neslihan Peker, Müşteri Deneyimi Yönetimi  
Müşteri Deneyimi Tasarımı Takım Lideri  
Dilara Durak, Müşteri Deneyimi Yönetimi,  
Ürün ve Kullanıcı Deneyimi Tasarımcısı

#### **Akademik Danışman**

Dr. Oğuzhan Vıçıl  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

#### **Firma Tanıtımı**

Turkcell, mobil iletişim ve teknoloji odaklı global bir GSM şirkettir. Merkezi İstanbul'da bulunan şirket, Türkiye GSM pazarında market lideridir. 2011 yılı itibariyle 68 milyon aboneyi bünyesinde barındırmakla beraber 5.34 milyar dolar ciroya sahiptir. %51 hisseyle şirketin en büyük hissedarı Turkcell Holding A.Ş.dir ve Sonera Holding B.V. ve Çukurova Holding A.Ş. ile ortaklıkları bulunmaktadır. Ayrıca şirketin %35'i halka arz edilmiştir. 1994 yılının Şubat ayından bu yana hizmet veren şirket; başta Almanya, Beyaz Rusya, K.K.T.C. ve Gürcistan olmak üzere sekiz farklı ülkede hizmet vermektedir.

### **Proje Tanıtımı**

Turkcell, market lideri olmasının en büyük sebebi olan yüksek kalite ve servis/ürün çeşitliliğini pek çok noktada müşterilerine kolay ulaşabilir kılmak adına Turkcell İletişim Merkezleri'ni (TİM) kurmuştur. TİMLer, ürün ve abone odaklı hizmetlerin yapıldığı, Turkcell'in müşterilerine ulaşmak için kullandığı yüz yüze kanalıdır.

Bu projenin amacı, TİM'lerdeki mevcut işleyişin detaylı analizini yapıp, süreçlerdeki dar boğazlara yönelik çözümler üretmek müşteri memnuniyetini arttırmaktır. İlk olarak, Türkiye genelinde yer alan TİMLer yıllık müşteri sayılarına göre sekiz kümeye ayrılmıştır. Böylece TİMLer yoğunlukları esas alınarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Daha sonra proje kapsamında TİMLer'in mevcut performanslarını görmek ve müşterilerin bekleme sürelerini hesaplamak adına bir benzetim programı kullanılarak TİMLer'in mevcut durumu canlandırılmıştır. Bunun için Turkcell ile işbirliği içinde çalışılarak Türkiye çapında seçilen TİMLer'den gerekli veriler toplanmıştır. Bu veriler ile çalıştırılan benzetim programı ile her bir küme için Kasa işlemlerinin, Satış Danışmanı işlemlerinin ve İletişim Danışmanı işlemlerinin müşteri bekleme süreleri elde edilmiştir.

Mevcut durumdaki müşteri bekleme süreleri ölçüldükten sonra bu sürelerle yönelik iyileştirme çalışmaları başlamıştır. Benzetim programının sonuçlarına göre en çok beklemenin İletişim Danışmanı önünde olduğu görülmüştür. Sıradaki işlem önceden tahmin edilemeyeceğinden İletişim Danışmanı için yapılacak iyileştirmenin dinamik bir yapıda olmasına karar verilmiştir. Ayrıca bu iyileştirmede toplanan verilerin dağılım fonksiyonlarına fit edilmesi sonucu elde edilen işlem süreleri kullanılmıştır. Böylece İletişim Danışmanı önündeki kuyruk müşteri bekleme süresini en az verecek şekilde iki koldan yönetilmiştir.

Satış Danışmanı'nın gerçekleştirdiği en yoğun işlemin elektronik bir sisteme taşınması amaçlanmıştır. Bu sistem için gerekli arayüz görüntüleri tasarlanmıştır. Böylece bu işlem için satış danışmanını bekleyen müşteriler, işlerini bu elektronik sistem üzerinden kendileri de halledebilecektir.

Son olarak, müşterilerin TİM çalışanlarını kolay ayırt edip, işlemlerine yönelik bilinçli hareket etmelerini sağlamak adına çalışanların üniformaları, renklerin insan psikolojisine olan bilimsel etkileri göz önünde bulundurularak yeniden tasarlanmıştır.

# **Gebze Depo Ürün Yerleştirme ve Sevkiyat Hazırlık Süreçlerinin İyileştirilmesi**

## **Unilever Türkiye – Gebze Anadepo**

### **Proje Ekibi**

Murat Bal  
Damla Bayındır  
Canel Biryol  
Efe Çöteliolu  
Kerim Kurtulmuş  
Ezgi Türetken

Endüstri Mühendisliği  
Bilkent Üniversitesi  
06800 Ankara

### **Şirket Danışmanı**

Derya Aydın, İhracat Yöneticisi  
Aysun Tokkuzun, AAR Talep – Ödeme Süreç Analisti  
Burak Yıldırım, Dağıtım Operasyon Yöneticisi

### **Akademik Danışman**

Prof. Dr. Nesim Erkip  
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

### **Firma Tanıtımı**

Unilever firması dünyanın en büyük hızlı tüketim ürünleri şirketlerinden biri olmakla beraber Algida, Carte'dor, Lipton, Knorr, Omo, Cif, Domestos, Clear gibi çok bilinen, pazar lideri markaların sahibidir. Unilever 190 ülkede faaliyet göstermektedir. Türkiye pazarına 1924 yılında girmiş olup, bugün Türkiye'de 7 fabrikaya, 5.086 çalışana sahiptir. Unilever Türkiye fabrikalarında ürettiği gıda, kişisel bakım ve ev bakımı kategorilerindeki ürünlerini 35 ülkeye ihraç etmektedir. Üretimden dağıtıma değer zincirindeki tüm süreçlerini başarıyla yöneten Unilever, Türkiye genelinde 4 dağıtım deposuna sahiptir. Gebze'de yer alan depo üç kategorideki ürünlerin tamamını barındırabilen, 50.000 palet kapasitesiyle, Unilever Türkiye'nin anadeposu olarak tanımlanmaktadır.



## Proje Tanıtımı

Unilever performans ve verimlilik odaklı bir şirket olma çabasını inovatif fikirlere ve yeniliklere açık olmayı sağlayan pek çok aktiviteyle sürdürmektedir. Bu aktivitelerden biri de çeşitli üniversiteleri bir araya getirip, şirket süreçlerine katkıda bulunmalarını sağlamayı amaçlayan Chainreaction projesidir. Bu proje kapsamında her yıl şirket içerisinde farklı bir süreç mercek altına alınarak, herhangi bir geliştirme sağlanıp sağlanamayacağı araştırılmaktadır. 2013 yılında depo süreçlerinin incelenmesine karar verilmiştir.

Unilever Gebze Anadepo bünyesinde gerçekleşen ürün yerleştirme ve sevkiyata hazırlık süreçlerini yönetmek için kullanılan sistemin satış trendlerindeki değişikliklere cevap veremiyor olması, gebze depo içi operasyonların verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Depoya girişteki iş yoğunluğunun düzenli bir dağılıma sahip olmasına rağmen sevkiyat kısmında iş yoğunluğunun sürekli olarak değişken ve az tahmin edilebilir olması nedeniyle sevkiyata hazırlık süreçleri depo içi yoğunluğu büyük ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle geliştirilen sistem temel olarak ürün yerleştirme sürecinin, ürün sevkiyatına hazırlık sırasında harcanan zamanı minimize etmeye odaklı olarak çalışmasını sağlamaktadır. Sistem satış trendlerindeki değişimleri gözeterek, çok satılması beklenen ürünleri öncelikli olarak sınıflandırıp, depo içerisinde “ulaşılabilirlik zamanı olarak en avantajlı” olarak adlandırılmış hücrelere yerleştirme sağlamaktadır. Sistemin geliştirilmesindeki temel amaç depo içinde katedilen mesafeyi minimize etmek değil, ürünlerin depodan çıkışını yaparken harcanan süreyi minimize ederek Gebze deponun cevap verebilirliğinin artırılmasıdır. Geliştirilen sistemin yanı sıra, depo içi yeniden düzenlemelerle de ürün sevkiyat hazırlık sürecinde harcanan zamanın azaltılması hedeflenmiştir. Unilever Gebze Depo süreçleri düşünülerek tarafımızca yapılmış olan geliştirmeler, ilerleyen yıllarda diğer depoların yönetiminde de kullanılacaktır.

Mevcut sistemde mal kabulü yapılmış olan ürünler sevkiyat platformlarına en yakın ve halihazırda boş bulunan hücrelere öncelikli olarak yerleştirilir. Sistemde sadece belli başlı az satan ürünler için, gerçekleşmiş satış dataları kullanılarak, ayrı ve sevkiyat platformlarından uzak bir bölge belirlenmiştir ancak bu az satan ürün listesi periyodik olarak güncellenmemektedir. Depo doluluğunun %80’leri geçtiği durumlarda, bu bölgeler de çok satan ürünlerin yerleştirilmesinde kullanılmaktadır. Mevcut sistemde hiçbir şekilde satışının çok olması beklenen ürünleri sevkiyat platformlarına yakın olan hücrelere öncelikli olarak yerleştirme faaliyeti gözlenmemiştir. Aynı şekilde artık satışı gözlemlenmeyen ya da satışı çok az olması beklenen yerleşmiş ürünlerin de daha uzaktaki hücrelere taşınma faaliyeti gözlenmemiştir.

Önerilen sistem ise mevcut sistemden oldukça farklı olarak şu şekilde çalışmaktadır. Öncelikle depo içerisindeki hücreler, sevkiyat platformlarından ulaşılma sürelerine göre küçükten büyüğe sıralanıp çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Bu kategoriler “ulaşılma zamanı olarak en avantajlı, daha az avantajlı ve en az avantajlı” şeklinde düşünülebilir. Aynı şekilde depo içerisinde stoklanan ürünler de talep edilme oranlarına göre sıralanarak çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Bu kategoriler de “öncelikli olarak sevkiyat platformlarına yakın hücrelere yerleştirilmesi çok gerekli, az gerekli, en az gerekli” şeklinde düşünülebilir. Daha sonra öncelikli olarak yerleşmesi gereken ürünler listesi, zaman olarak en avantajlı hücreler listesi ile eşleştirilir ve yapılan yerleşimler bu eşlemeye uyacak şekilde yapılır. Ürünler arasındaki sıralama yapılırken dinamik bir yapıyla, pazardaki değişikliklere yanıt verebilmek adına gerçekleştirilmiş satış datası yerine, talep tahmin datası kullanılmıştır. Algoritmanın uygulamaya geçirilmesi ile ilgili geliştirilen prosedürler, bu listelemelerin belirlenen periyotlarda yinelenmesini öngörmektedir. Böylece yeni periyotta gelecek olan ürünler, yine yeni periyotta gerçekleşmesi beklenen satışlara uygun olarak depo içine yerleşecek, deponun cevap verebilirliği artacaktır. Bu geliştirmeye ek olarak depo içindeki hali hazırda yerleşmiş olan ürünlerin de periyodik olarak gözden geçirilmesi, varsa kategorisi değişen ürünlerin yerdeğişikliklerinin yapılması da sistem içerisinde öngörülmektedir. Yapılan maliyet analizleri ve şirketle toplantılar sonucunda depo içi yerdeğişikliklerini yapmanın mümkün ve mantıklı olduğu görülmüştür.

Öne sürülmüş olan bu yeni ürün yerleştirme algoritması ve prosedürler daha önce uygulanmamış olup, depodaki sevkiyat hazırlık süreçlerinin büyük ölçüde hızlandıracaktır. Geliştirilen sistemin şirkete sunduğu bir diğer yenilik ise, gelecekte beklenen durumlara depoyu adapte edebilme özelliği sağlamasıdır. Mevcut sistemde, adaptasyonlar ve depo stok yönetimi geleceğe yönelik öngörülerini göz önüne alarak önceden değil, gerçekleştirilmiş olan değişiklikleri gözlemledikten sonra yapılmaktadır. Geliştirilen sistemin bu özelliği ile depoda belirli dönemlerde yaşanan yoğunluğun ve karışıklığın da önüne geçilmesi ve böylece deponun verimliliğinin artırılması beklenmektedir.

Projede ilk adım olarak çözüm geliştirmeye yönelik süreç analizi çalışmaları yapıldı, sistemin eksik olan yanları tespit edilmiştir. Depo içi operasyonlarda yaşanan sorunlar ve bunların nedenleri araştırılıp, projenin kapsamı dahilinde sorunların ne ölçüde ele alınacağına karar verilmiştir. Daha sonra sistemde belirlenen eksiklere ve sorunlara yönelik literatür taraması yapılmıştır. Sorunlara teorik çözümler sunması beklenen matematiksel modeller geliştirilmiştir. Ürün sevkiyata hazırlık süreçlerinin bir parçası olan karışık palet oluşturma ile ilgili

binpacking algoritması kullanılmış ancak problem NP-hard olduğundan sezgisel algoritma geliştirilmesi tercih edilmiştir. Ürün yerleştirme sisteminin tasarımında, önce XPRESS kodu yazılmış ve deponun sadece küçük bir kısmı için denenmiştir, ancak 50.000 hücreli Gebze anadeponun tamamı için kodun çalışması mümkün olmamıştır. Bu nedenle uygulamada kolaylık sağladığından, matematiksel modelin yerine çözüm prosedürleri tanımlamak tercih edilmiştir. Daha sonra uygulamanın daha kolay anlaşılabilmesi için Java platformunda depo içindeki ürünlerin fiziki yerleşimlerini görsel hale dönüştüren bir modül yazılmıştır. Öne sürülen çözüm önerilerinin geçerliliğinin gösterilmesi ve mevcut sistemle kıyaslamalarının yapılması için yine Java programı kullanılarak bir simülasyon programı yazılmıştır.

Proje başlangıcında belirlenen proje planı büyük ölçüde tamamlanmıştır. Projenin ara çıktısı olarak karışık palet oluşturma modeli geliştirilmiş, ancak daha sonra şirket tarafından kullanılan benzer bir programın varlığı keşfedilip, uygulamaya sokulması planlanmıştır. Projenin temel çıktıları ise şu şekilde maddelenebilir;

- Ürün yerleştirme sistemi ve uygulama prosedürleri
- Karışık palet toplama gözleri yerleşim planı
- Depodaki ürünlerin fiziki konumlarını gösteren bir modül
- Simülasyon programı

Simülasyon sonuçlarının şirkete bildirilmesinin ardından Mayıs ayında projenin uygulamaya geçirilmesi planlanmaktadır.

Java platformunda geliştirilen simülasyon programında, depoda gerçekleşmiş mal kabul, toplama gözü besleme ve sevkiyat palet hareketleri girdi olarak alınmıştır. Simülasyonda, depoya kabulü yapılan paletler yukarıda belirtilen ürün yerleştirme prosedürlerine göre raflara yerleştirilmiş; toplama gözlerini beslemede kullanılacak paletler ve müşterilere sevk edilecek paletler ise ilk-giren-ilk-çıkart (İGİÇ) prensibine göre belirlenmiştir. Nisan 2012 ayında gerçekleşen 75.820 palet hareketinin girdi olarak kullanıldığı simülasyonun sonuçlarıyla aynı ayın gerçekleşmiş sonuçları kıyaslandığında, forkliftlerin sevk edilecek paletleri raflardan alıp sevkiyat alanına getirmek için katettiği mesafede %32'lik iyileşme gözlenmiştir. Mal kabul işlemleri için harcanan toplam mesafede artış gözlemlenmesine rağmen depo içinde forkliftler tarafından katedilen toplam mesafede de %11'lik iyileşme kaydedilmiştir. Depo içinde katedilen mesafelerdeki azalma direkt olarak depo içinde sevkiyata hazırlık sürecinde harcanan zamanda bir azalma anlamına geldiğinden, projenin sunduğu çözümler deponun yoğun olduğu zamanlarda operasyonun daha iyi yönetilmesini, deponun değişken talebe daha iyi cevap verebilmesini ve iş yükünün daha düzenli olarak dağılımını sağlayacaktır.

---