

**BİLKENT ÜNİVERSİTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ÜNİVERSİTE - SANAYİ/İŞ DÜNYASI
İŞBİRLİĞİ PROJELERİ
2014**

Derleyenler

Yrd. Doç Dr. Kağan Gökbayrak

Yeşim Gülseren

Yrd. Doç Dr. Emre Nadar

Doç. Dr. Osman Oğuz

ISBN: 978-975-6090-87-9
BASKI: Meteksan Matbaacılık, Mayıs 2014.

Düzenleme Kurulu:

Prof. Dr. M. Selim Aktürk
Yrd. Doç Dr. Kağan Gökbayrak
Yrd. Doç Dr. Emre Nadar
Doç Dr. Osman Oğuz
Yeşim Gülseren
Çağıl Koçyiğit
Pelin Öner
Nazlı Sönmez

Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi TTO
Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi
Bilkent Üniversitesi

Değerlendirme Kurulu

Yrd. Doç. Dr. Alp Akçay
Doç. Dr. İbrahim Akgün
Prof. Dr. Selim Aktürk
Doç. Dr. Emre Berk
Yrd. Doç. Dr. Özlem Çavuş
Doç. Dr. Savaş Dayanık
Prof. Dr. Erdal Erel
Prof. Dr. Nesim Erkip
Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak
Dr. Kemal Göler
Prof. Dr. Ülkü Gürler
Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara
Doç. Dr. Oya Ekin Karaşan
Yrd. Doç. Dr. Yiğit Karpaz
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıykoğlu
Yrd. Doç Dr. Ayşe Selin Kocaman
Yrd. Doç. Dr. Emre Nadar
Doç. Dr. Osman Oğuz
Prof. Dr. Mustafa Pınar
Dr. Nil Şahin
Doç. Dr. Alper Şen
Yrd. Doç. Dr. Fehmi Tanrısever
Yrd. Doç. Dr. Öznur Taştan
Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal
Dr. Hünkar Toyoğlu
Dr. Oğuzhan Vıçıl
Prof. Dr. Hande Yaman

İÇİNDEKİLER

Önsöz-----	xiv
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı'ndan-----	xv
Mağaza Yeri Seçimi İçin Karar Destek Sistemi A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. -----	1
Ürün Çeşitliliğinin Belirlenmesi İçin Karar Destek Sistemi A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. -----	5
Uçuş Maliyetlerini Enazlayan Talep Tahmin Ve Filo Atama Sistem Tasarımı Anadolu Jet -----	9
Mal Kabul Sürecinin İyileştirilmesi İçin Sistem Tasarımı Ve Uygulaması Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası -----	13
Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası Teşekkür Mesajı Arçelik Bulaşık Makinesi Fabrikası -----	17
Buzdolabı Montaj Paleti Dağıtım Sistemi İyileştirme Arçelik Buzdolabı Fabrikası -----	18
Marketlerdeki Kategorilerin Yerleşimi Ve Optimizasyonu Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	22
Üretim Planlama Ve Çizelgeleme Sürecinin Geliştirilmesi Coca-Cola İçecek A.Ş. -----	26
Biten Ürünlerin Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi Üzerinde Stoğa Alım Sürecinin İyileştirilmesi Doğadan Gıda ve Pazarlama -----	30
Doğadan Teşekkür Mesajı Doğadan Gıda ve Pazarlama -----	34
Ekol Lojistik Otomasyon Sistemlerinin Verimliliğinin Arttırılması Ekol Lojistik -----	35

Hat Besleme Sisteminin İyileştirilmesi Erkunt Traktör -----	39
Yedek Parça Ambarı Talep Tahmini Ve Süreç İyileştirilmesi Erkunt Traktör -----	43
Eti Çikolata Fabrikası Hammadde Deposu İçin Yerleşim Düzeni Tasarlanması Eti Gıda -----	47
Ford Otosan İnönü Fabrikasının Fazla Envanter Miktarının Azaltılarak Verimliliğin Artırılması Ford Otomotiv Sanayi A.Ş. -----	51
Acil Bölümü Hasta Transferi Ve Yatış İşlemleri Süreç Analizi Ve İyileştirilmesi Ankara Güven Hastanesi -----	55
Ankara Güven Hastanesi Ameliyathane Çizelgeleme Karar Destek Sistemi Ankara Güven Hastanesi -----	59
Medikal Aletlerin Sigortalanması İçin Karar Destek Sistemi Ankara Güven Hastanesi -----	63
Ankara Güven Hastanesi Teşekkür Mesajı Ankara Güven Hastanesi -----	67
İzmir Şehirçi Servisleri Rotalama Eniyileme Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. -----	69
Kâmil Koç Bilet Satış Noktalarının Yazılım Yoluyla Verimlilik Analizi, Geliştirilmesi Ve Yeni Pazarlama Önerileri Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. -----	72
Cinemaximum Büfelerinde İş Gücü Planlaması Mars Entertainment Group -----	76
Yurtiçi Lojistik Optimizasyonu Ve Maliyet Kontrol Yapısı Kurulumu Mudo Mağazaları -----	80
Etkin Planlama Ve Tahmin Modelleme Yapısı Kurulumu Mudo Mağazaları -----	84

Envanter Yönetimi İçin Karar Destek Sistemi Nezih Kitap Kırtasiye -----	88
Watsons Mağazaları Teşhir Optimizasyonu Projesi Procter&Gamble -----	92
Tepe Home – Ankara Sipariş Rotalama Sisteminin Geliştirilmesi Tepe Home-Mobilya-----	96
Gövde Alanı Ham Madde Envanter Yönetimi İçin Karar Destek Sistemi TOFAŞ-----	100
Abone İptal Analizi İyileştirmesi Türk Telekom -----	104
Maliyet Analizi ve Tahminleme Çalışmalarının İyileştirmesi Türk Telekom -----	108
İndirimli Satış Mağazaları Kanalındaki Kişisel Bakım Ürünleri İçin Tedarik Zinciri İyileştirmesi Unilever -----	112

**2013-2014 Döneminde Bu Programa Katkıda Bulunan Kişilere
Teşekkür Ederiz...**

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden

Yrd. Doç. Dr. Alp Akçay
Doç. Dr. İbrahim Akgün
Prof. Dr. M. Selim Aktürk
Yrd. Doç. Dr. Özlem Çavuş
Doç. Dr. Savaş Dayanık
Prof. Dr. Nesim Erkip
Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak
Dr. Kemal Göler
Prof. Dr. Ülkü Gürler
Doç. Dr. Bahar Yetiş Kara
Doç. Dr. Oya Ekin Karaşan
Yrd. Doç. Dr. Yiğit Karpat
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Selin Kocaman
Yrd. Doç. Dr. Emre Nadar
Doç. Dr. Osman Oğuz
Prof. Dr. Mustafa Çelebi Pınar
Dr. Nil Şahin
Doç. Dr. Alper Şen
Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal
Dr. Hünkar Toyoğlu
Dr. Oğuzhan Vıcıl
Prof. Dr. Hande Yaman

Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü'nden

Doç. Dr. Emre Berk
Prof. Dr. Erdal Erel
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Kocabıykoğlu
Yrd. Doç. Dr. Fehmi Tanrısever

Bilkent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden

Yrd. Doç. Dr. Öznur Taştan

***Bilkent Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi – Bilkent TTO
Üniversite-Sanayi İşbirliği Koordinatörü***

Yeşim Gülseren

İş Dünyasından Değerli Temsilciler

Gürhan	Özesenli	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Esra	Özpolat	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Zehra	Gürbüz	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Gürol	Kıraç	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Muhammed	Güncü	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Korhan	Dönmez	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Orhan	Dağlıoğlugil	A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Şebnem	Kuy	A.S. Watson Group
Burcu	Karamağara	A.S. Watson Group
Melih Akif	Gürbüz	Anadolu Jet
Abdullah	Taşkıncan	Anadolu Jet
Ali	Altuncu	Arçelik A.Ş.
Mustafa	Özkan	Arçelik A.Ş.
Ayşe	Çelikbaş	Arçelik A.Ş.
Aycan	Yılmaz	Arçelik A.Ş.
Tayfun	Baysan	Arçelik A.Ş.
Umut	Altuntaş	Arçelik A.Ş.
Çağlar	Seyhan	Coca-Cola İçecek A.Ş.
Şahin	Keykan	Coca-Cola İçecek A.Ş.
Çağlar	Eser	Coca-Cola İçecek A.Ş.
Ender	Kudiaki	Coca-Cola İçecek A.Ş.
Ercüment	Balcı	Doğadan Gıda ve Paz.
Gözde	Sili	Doğadan Gıda ve Paz.
Seniha	Uyar	Doğadan Gıda ve Paz.
Öner	Sinan	Doğadan Gıda ve Paz.
Hayrullah	Üstün	Doğadan Gıda ve Paz.
Mehmet	Topçu	Doğadan Gıda ve Paz.
İnan	Öztürk	Doğadan Gıda ve Paz.
Mustafa	Dolay	Doğadan Gıda ve Paz.
Koray	Mezgitçi	Ekol Lojistik A.Ş.
Ömer	Doğan	Ekol Lojistik A.Ş.
Recep	Aras	Ekol Lojistik A.Ş.
Bahar	Aydın	Erkunt Traktör A.Ş.

Hakan Ali	Koçer	Erkunt Traktör A.Ş.
Şükriye	Özkır	Eti Gıda San. ve Tic. A.Ş.
Cenk	Gülcan	Eti Gıda San. ve Tic. A.Ş.
Serkan	Kabalı	Ford Otomotiv A.Ş.
Sezen	Öz	Ford Otomotiv A.Ş.
Elif	Koçyiğit	Ford Otomotiv A.Ş.
Gökşen	Töre Sancak	Ford Otomotiv A.Ş.
Fatih	Kılınç	Ford Otomotiv A.Ş.
Çağatay	Kepek	Kâmil Koç Otobüsleri A.Ş.
Feliks	Boynuinceoğlu	Mars Entertainment Group
Selcen	Oztok	Mars Entertainment Group
Tolga	Oguz	Mars Entertainment Group
Burak	Mese	Mars Entertainment Group
Duygu	Sümer	Mudo A.Ş.
Muhlis	Yücebıyık	Mudo A.Ş.
Barış	Karakullukçu	Mudo A.Ş.
H. İlteriş	Öztürk	Mudo A.Ş.
Tarkan	Özkan	Mudo A.Ş.
Kürşat	Erdoğan	Mudo A.Ş.
Kubilay	Çağatay	Mudo A.Ş.
Çiğdem	Taşer	Mudo A.Ş.
Ali	Özgeç	Mudo A.Ş.
Fulya	Dumlu	Mudo A.Ş.
Cüneyt	Çivicioğlu	Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.
Kerem	Mutlu	Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.
Sebahattin	Özdemir	Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.
Yıldız	Pekgöl	Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.
Erdem	Tabak	Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.
Mahir	Şahin	Özel Ankara Güven Hastanesi
Sevgi	Bakır	Özel Ankara Güven Hastanesi
Mehmet Emin	Erginöz	Özel Ankara Güven Hastanesi
Nilüfer	Turan	Özel Ankara Güven Hastanesi
Ayfer Tuncay	Çalışkan	Özel Ankara Güven Hastanesi
Seda	Kahraman	Özel Ankara Güven Hastanesi
Aydın	Suerdem	Özel Ankara Güven Hastanesi
Satı	Yurtkulu	Özel Ankara Güven Hastanesi
Ersan	Özdeş	Özel Ankara Güven Hastanesi
Ertan	Halaç	Özel Ankara Güven Hastanesi
Buğra	Ayan	Özel Ankara Güven Hastanesi
Emir N.	Şeremet	Procter & Gamble

Zeynep	Cansoylu	Procter & Gamble
Nur Esin	Şaylan	Procter & Gamble
Songül	Anıl	Tepe Home Mobilya ve Dek.Ürünleri Tic. A.Ş.
Serdar	Karaman	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Barış	Şahal	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Hidayet	Duman	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Serkan	Temel	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
İrem	Güloğulları	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Mehmet	Yiğit	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Altan	Sert	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Öcal	Fidanboy	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
Erdal	Altıntaş	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
Fikret Burhan	Yılmaz	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
Ali Furkan	Akın	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
Ahmet Tuğberk	Tözman	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
Nihal	Temur	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Alpaslan	Üzmez	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Sıla	Kurt	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Yiğit	Öğretmengil	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Mert	Potur	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Bahadır	Eden	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Efe	Çakır	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Enver	Çifçi	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Nazlı	Erman	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Semih	Kumluk	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.
Deniz	Kubalı	Unilever Sanayi ve Ticaret Turk A.Ş.

ÖNSÖZ

Bu kitap, 2013-2014 öğretim yılında Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen Üniversite-Sanayi İşbirliği Bitirme Projeleri özetlerini kapsamaktadır. Programımız 20 yıl önce sistem tasarımı derslerinin sanayi projelerine dönüştürülmesi ile başlamıştır. Bu süre içerisinde farklı sektör ve büyüklükte 75 şirketle toplam 347 proje gerçekleştirilmiştir.

Endüstri Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencilerinden oluşan proje ekipleri, şirket yetkilileri, üniversite akademik danışmanları ve Bilkent Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi'nin de desteği ile firmaların belirlediği gerçek problemler üzerinde çalışmaktadır. Yapılan projeler sonucunda ortaya çıkan ürün, yöntem veya hizmet, ilgili firmaya önemli yarar ve katma değer sağlamaktadır.

Endüstri Mühendisliği Proje Fuarı ve Yarışması da 2002-2003 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 hazırlanmış ve bu dönemde gerçekleştirilen projeler gizlilik ilkesine bağlı kalınarak özet halinde sizlere sunulmuştur.

Kitaba girecek olan projelerin seçim aşamasında desteklerini esirgemeyen "Değerlendirme Kurulu"muza, fuar ve yarışma jürimizde görev alan Anıl Yılmaz (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), Fırat Türkiliz (Tepe Home), Murat Aksu (LC Waikiki) ve Dr. Kemal Göler'e (Bilkent Üniversitesi) teşekkür ederiz.

Sistem Tasarımı Dersi Koordinatörleri :

Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak
Yrd. Doç. Dr. Emre Nadar
Doç. Dr. Osman Oğuz

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Başkanı'ndan

Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü olarak öğrencilerimizin teknolojik ve sosyal değişikliklere uyum sağlayabilen, yaşam boyu öğrenmeyi hedefleyen ve sorgulayan iyi bir endüstri mühendisi olarak mezun olmasını amaçlamaktayız. Karmaşık sistemler ve problemlere bir bütün olarak bakabilme ve analitik düşünebilme yeteneğinin kazandırılması, eğitim programımızın en önemli amaçlarından. Bu doğrultuda Bölümümüz 2007 yılında Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) adlı bağımsız kuruluş tarafından eğitim kalitesini belgeleyen tam akreditasyonu Türkiye'de ilk alan mühendislik bölümüdür.

Eğitimde dünya çapında kalite standartlarını kullanan Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, **Üniversite-Sanayi İşbirliği** adı altında ülkemizde örnek gösterilen programını 20 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.

Bu yıl 12.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. Bu yıl 15 proje grubumuz TÜBİTAK 2241-A Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Tezi Destekleme Programı Kapsamında destek almaya hak kazanmıştır. Bu gruplarımızdan TÜBİTAK 2241/B Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Projeleri Yarışmasına başvuruda bulunan 10 proje grubumuzla katılacağız. Öğrencilerimizi bu vesile ile kutluyor ve programa büyük katkıları olan tüm firma yetkililerine ve danışmanlarımıza teşekkür ediyorum.

Ayrıca bütün bu süreç boyunca yoğun ve özverili çalışmalarıyla programın hedeflerine uygun şekilde yürümesi için büyük çaba gösteren program koordinatörleri Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak, Yrd. Doç. Dr. Emre Nadar, Doç. Dr. Osman Oğuz hocalarımıza, Bilkent TTO Üniversite-Sanayi İşbirliği Koordinatörümüz Yeşim Gülseren'e, asistanlarımız Çağıl Koçyiğit, Pelin Öner, Nazlı Sönmez'e ve emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum.

Saygılarımla,

Prof. Dr. M. Selim Aktürk
Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı

Mağaza Yeri Seçimi İçin Karar Destek Sistemi

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş

Proje Ekibi

Ahmet Can Ersöz

Erman Gözü

Osman Barış Karaöğen

Burcu Süerdem

Abdullah Yılmaz

Ceren Uzun

Bilkent Üniversitesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Ankara

Şirket Danışmanı

Gürhan Özesenli

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş., Sistem Geliştirme Mühendisi

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Öznur Taştan

Bilkent Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı:

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş., Türkiye’de perakende sektöründe hizmet veren bir indirim marketleri zinciridir. Kaliteli gıda ve tüketim malzemelerini düşük fiyatlarla tüketiciye ulaştırma prensibiyle 2008’de kurulan A101, bugün 2500’ü aşan mağazası ve 800’ü aşkın ürün çeşidiyle, Türkiye’nin her ilinde faaliyet göstermektedir.

Proje Tanıtımı

Perakende market sektörü, ülkemizde rekabetin yoğun olarak yaşandığı bir sektör haline gelmiştir. A101 market zinciri, kurulduğu 2008 yılından bu yana mağaza sayısını hızla arttırmaktadır. A101, bugün 2500'ün üzerinde mağazası ile Türkiye'nin her ilinde hizmet vermektedir. Öncelikli planlar arasında, mağaza sayılarını daha da artırmak bulunmaktadır.

A101 yetkililerince, bir mağazanın başarılı olmasında en önemli faktör mağazanın konumu olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, mağaza yeri seçimi, genişlemedeki önemli stratejik bir karar olarak öne çıkmaktadır. Bir ilde nereye mağaza açılacağı kararı verilirken, A101 yetkilileri öncelikli olarak, mağaza açılmaya aday konumları belirlerler. Daha sonra, bu aday mağaza konumlarına dair, çok boyutlu demografik, sosyoekonomik ve rakip firmalara dair veriler elde edilir. İkamet edenlerin yaş dağılımından, gelir dağılımına, çevrede okul ya da ulaşım noktası olup olmamasına kadar çeşitli olan bu veriler, yöneticiler tarafından nicel olarak değerlendirilir ve bu değerlendirme sonucunda karlı olacağı düşünülen mağaza konumlarında mağaza açmak için adımlar atılır.

Bir mağazaya ait 100'den fazla sayısal veri, mağazaların başarıları ile ilişkilidir. Fakat bu 100'ü aşkın veri, insan gözünün farkedemeyeceği karmaşık örüntüler barındıracağından, yöneticilerin nicel değerlendirmelerinde aksaklıklar olabilmektedir. Bu proje ile, istatistiki makine öğrenme yöntemleri ile yöneticileri destekleyecek bir sistem oluşturmak amaçlanmıştır.

Bu sistem, aday bir mağaza konumuna dair demografik, sosyoekonomik veriler girildiğinde, o mağaza açıldığı takdirde elde edebileceği günlük ortalama ciroyu tahmin edebilen bir yazılım geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu araç, bir dizi aday market zincirleri girildiğinde, mağazaları tahmin edilen ciro rakamlarına göre sıralayabilecektir. Böylece bu konumlardan hangilerine mağaza açılacağı yönetici tarafından kolaylıkla karar verilecektir. Projenin kapsamı, öncelikli olarak, Ankara ili olarak belirlenmiştir. Ama geliştirilen araç diğer bölgelere ve illere de uyarlanabilir.

Şirket tarafından sağlanan veriler, Ankara'da açık olan 124 mağazanın ortalama günlük cirosunu ve bu mağazaların çevresindeki 10 dakika yürüme mesafesi içerisindeki bölgelerin sosyoekonomik ve demografik yapısını, rakip mağazaların uzaklıklarını, önemli sayılabilecek noktalarının detaylarını içeren sayısal verilerdir. Proje çıktısı, bu verilerden ciroyu tahmin edebilen istatistiki bir model, başka bir deyişle bu verileri alıp ciroyla ilişkilendiren bir işlev olacaktır. Şirkete yeni veriler geldiğinde güncelleyip iyileştirebilecekleri bir

model sağlamak amacıyla, açık kaynak kodlu “R” yazılımında oluşturulmuş bir araç ve bu aracı kullanma örnekleri verilecektir. Bu yazılım, grafiksel kullanıcı ara yüzü içerecektir ve yazılımın kullanıcı tarafından kolay bir şekilde öğrenilip kullanılabilmesi amaçlanmıştır.

Projenin bir çıktısı da, ciroya etki eden faktörlerin analizi olacaktır. Yöneticilerin mağaza yeri seçerken kullandıkları belirleyici özelliklerin ciro üzerindeki etkileri sunulacak ve ciroyu etkileyen fakat farkedilmeyen bazı faktörlerin özeti gösterilecektir.

Literatürde, kullanılan veri sayısının artmasıyla modelin ideal modele yakınsadığından bahsedilmiştir; proje çıktısı yeni mağaza açıldıkça şirket tarafından güncellenebilecek ve zaman içerisinde geliştirilebilecektir. Yanı sıra, sunulacak modelin tahminleme yöntemleri üzerine kurulu olması sebebiyle belirli bir aralık içerisinde tahmin yapılabilir. Önemli olan bu tahmin aralığının olabildiğince dar olmasıdır. Sunulacak proje, şirketteki mevcut sisteme göre daha sistematik sonuçlar üretecektir. Ayrıca, hem zaman tasarrufu sağlayacak, hem de karar mekanizmalarını daha etkili verilere dayandıracaktır. Proje çıktısı olarak elde edilecek yazılım, daha önce örneğine rastlanmayan bir çalışmanın sonucu olacağından, patent elde etme olasılığı oldukça yüksek öngörülmektedir.

Mağaza konumuna dair elde edilmiş çok sayıdaki değişkenden ciroyu tahmin etmek bir regresyon problemi olarak tanımlanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda, regresyon tekniklerinden *Çoklu Doğrusal Regresyon*, *Düzenlenmiş Regresyon* ve *Rastgele Orman* teknikleri uygun bulunmuştur.

Projede ilk olarak, ham verilerin ön analizi yapılmıştır. *Keşfedici Veri Çözümlemesi* adımıyla, kutu diyagramı, çubuk ve yoğunluk grafikleri ve ciroların öznitelikler ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu veri analizi sonucunda asimetrik dağılıma sahip verilere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Ayrıca, aykırı ciro değerlerine sahip olan mağazalar belirlenmiş ve çıkarılmıştır.

İlk olarak, *Çoklu Doğrusal Regresyon* denenmiştir ve iyi sonuçlar alınamamıştır. Yapılan analizlerde, öznitelikler arasındaki çoklu bağımlılık keşfedilmiştir, bu nedenle özniteliklerin filtrelenmesi yoluna gidilmiştir. Öznitelik filtrelemesi, öğrenme süresini ve aşırı uyum olasılığını azalttığı gibi, ilgisiz öznitelikleri modelden eleyerek modelin yorumlanabilirliğini arttırmaktadır. Bu sebeple ilk olarak doğrusal regresyonda *İleri Seçim* ve *Sıralı Geri Eleme* sezgisel algoritmaları uygulanmış fakat iyi sonuçlar alınmamıştır. Alternatif olarak, model kurarken öznitelik filtrelemeyi de sağlayan, düzenlenmiş çoklu regresyon metotlarından *Lasso*, *Ridge*, *Elastic Net*, *Rastgele Orman* metotları kurulmuştur. Bu metotlar, içsel olarak öznitelikleri eleyen modellerdir.

Regresyon modellerinde aşırı uyumu engellemek amacı ile eğitim kümesi üzerinde k-kat çapraz geçirme metodu ile doğrulama yapılmıştır. Doğrulama sürecinde, performans ölçütü olarak ortalama karesel hata ve determinasyon katsayısı esas alınmıştır. Lasso, Ridge ve ikisinin ara modeli olan Elastic Net regresyon modelleri kurulmuş, bu modellerde en çok kullanılan öznelikler şirkete sunmak ve başka modellerde kullanılmak üzere sıralanmıştır. Filtrelenmiş öznelikler kullanılarak Lasso ve Ridge regresyon modelleri ile tahmin yapılmış ve ortalama karesel hatalar hesaplanmıştır. Rastgele Orman metodunda ise önceki modellerde en çok kullanılan öznelik kümeleri sırası ile alınıp en iyi modelin kurulması amaçlanmıştır. Tablo 1’de kurulan modellerden Lasso, Ridge, Elastic Net modelleri ve Rastgele Orman’ın ortalama karesel hatalarının karekökü verilmiştir.

	Ortalama Kök Karesel Hata
Lasso	454.69
Elastic Net (alpha=0.85)	455.45
Elastic Net (alpha=0.55)	457.88
Ridge	482.52
Rastgele Orman	458.11

Tablo 1. Farklı metodların en iyi sonuç veren modellerinin performans karşılaştırması. Ortalama kök karesel hata, 10-kat-çaprazlama ile elde edilen modellerden elde edilmiştir. Elastic Net’in alpha parametresi, Ridge ve Lasso düzenlemelerinin modelde ne oranda katkı sağladığını belirleyen bir parametredir.

Modellerin sonuçlarına göre, modelde kullanılmayan doğrulama verilerindeki hataların ortalama 454 ile 482 arasında olduğu ölçülmüştür. Eldeki normalleştirilmiş mağaza ciro verileri 3000 ile 6000 arasında değişmektedir. Yapılan analizlerde, yöneticilerin mağaza yeri belirlerken kullanmadığı bazı verilerin, açılacak mağazanın performansını önemli derecede etkileyebileceği farkedilmiştir. İleriki dönemlerde, önemli özneliklerin etkileşimleri de modellere katılacak ve iyileştirme olup olmadığı incelenecektir. Son olarak da R yazılımında grafik kullanıcı arayüzü ve kullanma kılavuzu oluşturulup şirkete teslim edilecektir.

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. ile gerçekleştirilen bu projenin birincil önemi, mağaza yeri seçimi konusunda, derin bir veri analizi sonucu ile elde edilmiş ciro tahminini sunmasıdır. Proje çıktısı, potansiyel mağazaların konum bilgisi girildiğinde, bu mağazaların günlük ortalama cirolarını tahmin edip, bu cirolara göre kıyaslama imkânı sağlayacaktır. Proje hedeflenen sonuca ulaştığı takdirde ulusal yeniliklere ve daha kapsamlı çalışmalar yapılmasına ön ayak olacaktır.

Ürün Çeşitliliğinin Belirlenmesi İçin Karar Destek Sistemi

A 101 Yeni Mağazacılık A.Ş.

Proje Ekibi

Berkant Beller
Berkay Çalışır
Ezgi Ergin
Aydan Koca
Ezgi Uluç

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Gürhan Özeseñli, A101 Yeni Mağazacılık A.Ş.
Sistem Geliştirme Mühendisi

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Toptal Bilhan
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

A101 ucuzluk konseptine sahip zincir marketlerden oluşan bir şirkettir. Mevcut durumu itibariyle A101 yaklaşık 900 ürün çeşidine sahiptir fakat zaman içerisinde 1000 ürün çeşidine ulaşmayı hedeflemektedir. Listeye eklenen her ürün için ucuzluk konsepti ve kapasite nedeniyle bazı ürün çeşitlerinin satıştan çıkarılması gerekmektedir. A101 mevcut durumunda satışa sunma (list) ve satıştan kaldırma (delist) süreçlerinde karar vermek için her bölgeden gelen müdürler ile üç ayda bir genel merkez toplantıları yapmaktadır ve ürün satıştan kaldırma ve satışa sunma süreçleri öñnel olarak yürütölmektedir. Projeden beklenen sonuç, bu süreci standart bir yöntem belirleyerek, nesnel bir karar destek sistemi oluşturmaktır.

Proje Tanıtımı

A101 Yeni Mağazacılık A.Ş. 28 Nisan 2008 tarihinde ilk marketinin açılmasıyla perakende sektöründe yer edinmeye başlamıştır. Kısa zamanda gerçekleştirdiği hızlı büyüme ile A101, bugün 2500'e yaklaşmış mağaza sayısı ile sektörde üçüncü konumdadır. Ucuzluk (hard discount) sistemini benimsemiş olan firma yaklaşık 20 ürün grubu ve 900 farklı ürün çeşidi ile müşterilerine kaliteli ürünleri uygun fiyatlarla sunabilmeyi amaçlamaktadır. Bunu gerçekleştirmek için, şirket politikası olarak mağazalarında dört veya beş personel bulunduran A101, insan kaynakları, reklam, mağaza içi görsellik gibi maliyetleri azaltmayı hedeflemektedir.

Ucuzluk prensibi gereği olarak 1000 ürün çeşidi sınırını geçmemeyi ilke edinmiş olan firmanın, ürün performansı belirlenmesinde sistematik bir yöntemi bulunmamaktadır. Bu durum, fazla maliyet, zaman kaybı, verim ve performans düşüklüğü gibi şikâyetler oluşturmaktadır. Proje kapsamında, ürünlerin performans bilgileri (satış miktarı, fire, iade, vb.) ışığında; satışa sunma (list) veya satıştan kaldırma (delist) durumunu belirleyecek bir karar destek tasarımı talep edilmektedir. Firma, tasarlanan sistemi, performansı düşük olan ürünleri belirleyip, satıştan kaldırma amacıyla kullanacaktır.

Delist karar süreci, şu anda üç ayda bir yapılan genel kurul toplantılarında, üst düzey yöneticilerin tecrübe ve önerileri doğrultusunda öznel bir yaklaşım izlenerek yürütülmektedir. Mevcut durum göz önüne alındığında, firmanın objektif, standart ve analitik bir karar mekanizması bulunmamaktadır. Doğru ürünlerin raflarda yerlerini bulmasıyla müşteri memnuniyetini arttırmak da proje hedefleri arasındadır. Projenin başarılı olması durumunda, firma delist sürecini analitik bir yaklaşımla standart hale getirecek bir sisteme sahip olarak kar marjını, satış miktarını, çalışanların performansını, müşteri memnuniyetini artıracak; karar süresince harcanan zaman kaybını da azaltacaktır.

Türkiye'deki perakende sektörünün bugünkü durumu düşünüldüğünde, bu tip bilişim sistemlerinin etkili kullanımında oldukça geri kaldığı görülmektedir. Bu sebepten, hedeflere ulaşıldığı takdirde, A101 şirketi, kendi sektöründeki ve başka sektörlerdeki diğer şirketlere bu alanda önyak olacaktır.

Projenin ekonomik çıktılarının kısa vadede hesaplanması için şu anki delist kararlarından doğan kar kaybı gereklidir. Elde bu veri bulunmadığı için hesabı yapmak mümkün olmasa da, karar almanın sistematikleşmesi uzun vadede verimlilik ve karlılığı arttıracaktır.

Yaptığımız araştırmalar sonucunda, bu konu üzerinde doğrudan çalışılmış bir sistem olmadığı tespit edilmiştir. Konuyla ilgili yapılan

akademik makale incelemelerinde, tek performans göstergesi ile bir veya birkaç ürün çeşidi kapsamında çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Proje kapsamındaki problem açısından düşünüldüğünde, mevcut çözümlerin yetersiz olması, ürün çeşitliliği ve ürün verilerinin (satış miktarı, fire sayısı, iade miktarları vb.) fazla olması gibi nedenlerden dolayı, en doğru yaklaşımın yapay sinir ağları olduğuna karar verilmiştir. Bu çözüm metodu 900'e yakın ürün çeşidi verisini çözebilecek nitelikte olup, list veya delist problemlerini çözebilmek için büyük ölçüde bir karar desteği sağlamaktadır. Sektöre farklı bir bakış açısı kazandırmanın yanı sıra, firma açısından ve ulusal düzeyde bir yenilik olacağı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda uluslararası düzeyde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buna ek olarak, soğuk dolabı ürün yerleştirme konusunda literatürde yaygın olarak kullanılan sırt çantası (knapsack) modeli ile firmanın bir diğer beklentisi olan soğuk dolabını eniyileme sorununa çözüm getirilmektedir. Sırt çantası modelinde, raf hacmi ve yapay sinir ağlarından elde edilecek veriler kullanılarak eniyileme yapılmaktadır. Yapay sinir ağları modelinin aksine, bu konuda dünyada uygulanmakta olan birçok benzer örnek bulunmaktadır.

Geliştirilmekte olan yapay sinir ağları metodu başka alanlarda ve sektörlerde kullanılmasına rağmen, proje kapsamında önceden alınmış bir tescili bulunmadığından patent alınabilme olasılığı vardır.

Yapay sinir ağları biyolojik öğrenmeyi temel alan ve insan sinir sistemine benzer yapıda modellerdir. Literatürde makine öğrenmesi başlığı altında incelenirler ve lineer programların uygulanmadığı problemleri çözebilmektedirler. Yapay sinir ağları çoğunlukla üç temel katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanıdır. Geçmişte alınan kararların verileri girdi katmanına verilir. Yapay sinir ağları, girdilerden alınan verileri ağ boyunca işleyerek çıktı üretir ve üretilen çıktıyla beklenen çıktı arasındaki farkı ağa geri yayılım ile göndererek kendilerini günceller ve iyileştirir. Bu doğrultuda, MATLAB kullanılarak kurulan yapay sinir ağı şirketin paylaştığı mevcut veriler kullanılarak çalıştırılmıştır. Uygulama sonucunda sistemin doğrulanması yüzde 84 olarak bulunmuştur. Yani hazırlanan yapay sinir ağı şirketin taleplerini karşılayacak düzeydedir ve şirketin kullanımına hazırdır.

Projedeki diğer kullanılan yöntem knapsack modelidir. Bu model özellikle soğuk dolabı ürünlerinin list / delist kararı için ve raf hacmi kullanımını iyileştirmek için yapılmıştır. Modelde yapay sinir ağlarından alınan çıktılar yarar katsayıları olarak kullanılır ve bu çıktılar doğrultusunda çalıştırılır. Model Xpress programı kullanılarak kodlanmış ve çalıştırılmıştır.

Projede zamanın ve diğer kaynakların sınırlı olması nedeni ile onikinci ürün grubu olarak tabir edilen soğuk dolap ürünlerine yoğunlaşmıştır. Dolap ürünlerinin performanslarını hesaplama ve öngörmede kullanılan veriler sırası ile satış adedi, satış fiyatı, fire (satılmayan veya son kullanma tarihi geçen ürünler) ve iade edilen ürün sayısıdır. Bu veriler sistemde yüzlerce ürün için bulunmakta olsa da, bütün verilerin aynı anda bulunduğu ürünlerin sayısı 124'tür. Dolayısıyla projede 124 çeşit ürünün performansları ve list / delist kararları incelenmiştir.

İncelenen 124 çeşit ürün ve bu ürünlere ait performans ölçütleri doğrultusunda her ürün için bir yararlılık katsayısı çıktı olarak alınmıştır. Bir sonraki aşamada ise belirtildiği üzere problem knapsack yaklaşımı ile ele alınacak ve dolabın ürün hacimleri ve yararlılıkları baz alınarak en verimli şekilde nasıl kullanılabilceği hesaplanarak şirkete sunulacaktır. Projenin bu şekilde özetlenebilecek olan iki ana kısmından birincisi olan yapay sinir ağları tamamlanmış, Knapsack modeli ise tamamlanmak üzeredir. Knapsack modeli tamamlandığında genel iyileştirmeler için bütün sistem gözden geçirilecektir.

Sonuç olarak, A101 firmasında hâlihazırda sistematikleştirmek istediği bir süreç olan ürün delist kararlarına endüstri mühendisliği yaklaşımlarının kullanıldığı bir bakış açısı sunulacaktır. Elde edilen hata oranı tatmin edici olsa da, daha çeşitli ve düzenli verilerle yola çıkılıp aynı yaklaşım kullanılarak daha düşük hata oranlarını yakalamak mümkündür. Böylelikle çalışırılığı onaylanan sistemin çıktıları, Knapsack yaklaşımının da sayesinde stratejik önemi yüksek olan süt ve süt ürünleri grubu için pratik kullanıma uygundur. Aynı model, diğer ürün gruplarının verileri ile de eğitilip geliştirilerek tüm delist karar alma süreçlerinde karar destek sistemi olarak kullanılabilir.

Kaynakça

Assortment Planning for Vertically Differentiated Products, Dorothee Honhon, Xiajun Amy Pan
Assortment Planning: Review of Literature and industry practice, Marshall L. Fisher, A.Gürhan Kök, Ramnath Vaidyanathan
Yapay Zeka: problemler-yöntemler-algoritmalar, Doç. Dr. Vasif V. Nabiyev

Uçuş Maliyetlerini Enazlayan Talep Tahmin ve Filo Atama Sistem Tasarımı

AnadoluJet

Proje Ekibi

A. Erdem Banak
Ece Çakmak
Merve Düven
Özge Özel
Z. İrem Türkeş
Merve Uzun

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Melih Akif Gürbüz
AnadoluJet, THY Bölgesel Uçuşlar Başkanlığı
Tarife ve Network Planlama Müdürü

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Türk Hava Yolları'nın alt markası olan AnadoluJet, 23 Nisan 2008'de Ankara merkezli olarak 5 uçaklı filosuyla hizmet vermeye başlamıştır. AnadoluJet, düşük maliyetli hava taşımacılığı modelini benimsemiş ve hava taşımacılığına olan talebi arttırmayı hedeflemiştir. Ankara'da Esenboğa Havaalanı ve İstanbul'da Sabiha Gökçen Havaalanı olmak üzere iki uçuş merkezi bulunmaktadır. AnadoluJet, Sabiha Gökçen Havalimanı'nda yaptığı seferlerle birlikte, 2013 yılında toplam 7.7 milyon yolcu taşımıştır. Günümüzde 26 uçaklı filosuyla yurtiçinde 40'a yakın noktaya uçarak sektörün liderlerinden biri konumuna ulaşmıştır.

Proje Tanıtımı

Projeden yararlanacak olan firma AnadoluJet, Türk Hava Yolları'nın alt markası olarak düşük maliyetli hava taşımacılığı modelini benimsemiştir (Türk Hava Yolları, 2013). Mevcut durumda AnadoluJet'in problemi, uçak atama sürecinin zaman alması ve manuel sisteme dayalı olduğundan hata olasılığı barındırmasıdır. Bu problemin iki temel nedene dayandığı gözlenmiştir. Talep tahmininin manuel olarak gerçekleşmesi süreci yavaşlatmakla birlikte hata olasılığı doğurmaktadır. Talep tahmin algoritması olmadığı için, her hatta görevli planlamacılar gözleme dayalı talep tahmini yapmaktadır. Problemin diğer ayağı ise uçak atama süreci ile ilgilidir. Yapılan tahmine göre eldeki uçaklar, herhangi bir matematiksel model ya da belirli bir algoritma olmaksızın manuel bir şekilde uçuşa atanmaktadır. Talep tahmin algoritması ve atama modeli eksikliğinden kaynaklanan yanlış kararlar filodan düşük oranda faydalanılmasına neden olmakta, bu durum da maliyeti arttırmaktadır. Projenin sonunda, talep tahmin ve filo atama süreçlerinin daha hızlı gerçekleşmesi, talep tahminindeki doğruluk ve filodan faydalanma oranının artması ve toplam maliyetin azalması beklenmektedir. Proje çıktıları olan talep tahmin ve uçak atama modeli AnadoluJet dışında diğer havayolu taşımacılığı yapan şirketler tarafından da süreç iyileştirme ve maliyet düşürme amacıyla kullanabilecektir.

Proje fikrinin içerdiği yenilik unsuru öncelikle firma düzeyinde incelenebilir. Uçak atama sürecini manuel olmaktan kurtaracak olan talep tahmin ve uçak atama algoritmaları, şirket için büyük bir yenilik olacaktır. Planlamacılar için uzun vakit alan talep gelişimi takip süreci, bilgisayar üzerinden kullanıcı arayüzü ile daha hızlı ve daha rahat bir hale gelecektir; uçak atamanın matematiksel bir metoda dayanarak yapılması en iyi sonucu verecektir. Aynı zamanda, karşılanamayan talep bilgisinin kaydını tutmak da mümkün olacaktır. Çünkü algoritma, uçuş gerçekleşene kadar talep tahminini güncellemeye devam edecektir. Şirket karşılanamayan talep bilgisini de kullanarak daha doğru analizler yapma şansı elde edecektir. Filo atama modeli uluslararası literatür düzeyinde bir yenilik de barındırmaktadır. Literatürde filo atama yapılırken uçuşlar tek yönlü olarak alınmıştır. Ancak bu proje için yazılan modelde AnadoluJet'in çalışma prensibi göz önünde bulundurularak çeşitli yenilikler yapılmıştır. AnadoluJet "Hub and spoke" sistemi ile çalıştığı için istasyon olarak sadece Esenboğa ve Sabiha Gökçen havaalanları kullanılmış, bunlar dışındaki hava alanlarına yapılan uçuşlar gidiş-geliş olarak tanımlanmıştır.

Projede kullanılan yöntemler iki başlık altında incelenebilir: Talep Tahmin ve Filo Atama Modeli. Filo atama sistemi için

matematiksel bir model yazılmış ve daha sonra bu model Xpress ile çözülmüştür. Filo atama modelinin doğruluğunu kontrol etmek için, AnadoluJet'in algoritma kullanmadan atadıkları uçakların maliyeti ve bizim geliştirdiğimiz modelle uçak atandığında elde edilecek olan maliyet karşılaştırılmıştır. Maliyeti oluşturan kalemlerden biri olan karşılanamayan talep maliyeti iki atama için de talep tahmin algoritmasından gelen kısıtlanmamış tahmine göre hesaplanmıştır. Matematiksel modelin atamasıyla AnadoluJet'in ataması arasındaki farkı oluşturan etkenlerden biri de modelde gerçek talebe daha yakın talep tahmin değerlerinin kullanılması olabilir. AnadoluJet'in elinde geçmişteki bir atama için tahmin verisinin olmaması elle atama ve modelle atama arasındaki gerçek farkı görmemizi engellemiştir. Aldığımız sonuçlar, talep tahmin ve matematiksel modelin birlikte çalışmasıyla elde edilen iyileşmeyi göstermektedir.

Talep tahmin algoritması oluşturulurken, farklı metodlar denenmiştir: Artış Modeli, Regresyon Analizi ve Holt Winter's Metodu bunlardan bazılarıdır. En doğru metoda karar verilmesi için modellerin verdiği tahminler ve gerçekleşen veriler kullanılarak ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE), mutlak sapma (MAD) ve ortalama karesel sapma (MSD) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda R İstatistiksel Yazılımı kullanılarak oluşturulan son model, Artış ve Regresyon modellerini birleştirerek bu modellere oranla çok daha iyi sonuçlar vermiştir.

Uçak atama modeli için yapılan literatür taramaları sonucunda modelin uzay-zaman ağ yapısı kullanılarak yazılmasına karar verilmiştir. İstasyon olarak sadece Esenboğa ve Sabiha Gökçen havaalanları kullanılmış, diğer havaalanlarına yapılan uçuşlar gidiş-geliş olarak düşünülmüştür. Modelde her uçuşa (ya da uçuş çiftine) tek tip uçak atanması sağlanmış ve herhangi bir anda herhangi bir istasyondaki uçak sayısının negatif olması envanter denge kısıtlarıyla engellenmiştir. Maliyet ise karşılanamayan talep maliyeti ve operasyonel maliyet üzerinden hesaplanmıştır.

Talep bilgisi Wickham'ın geliştirdiği algoritmadan yararlanılarak kısıtlanmamış hale getirilmiştir (Wickham, 1995). Ardından, uçuş gününden önceki haftalarda aynı gündeki uçuşların (örneğin uçuş pazartesi ise önceki pazartesi uçuşları) rezervasyon artışının nasıl bir davranış gösterdiği hesaplanmıştır. Buradan yola çıkılarak, uçuşa X gün kala ne kadar artış olacağını tahmini yapılmıştır. Bu artış tahmini yapılırken, uçuşun yılın hangi ayında ve haftanın hangi gününde olduğunun etkisi de göz önüne alınmıştır. Son olarak bu artış tahminleri uçuşa X gün kala olan rezervasyonlara eklenerek uçuş günündeki talep tahmini hesaplanmıştır.

Talep tahmin algoritması 2013 yılı için uygulanmış, sonuçlar incelenmiştir. Filo atama modeli belirli günler için çalıştırılmış ve sonuçlar alınmıştır. Herhangi bir gün için planlanmış bir uçuşu iptal etme ya da planlanmayan bir uçuşun talep doğrultusunda eklenmesi kararı için algoritma oluşturulmuş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Talep tahmin algoritması kullanılarak, 2013 yılı için tahminler (uçuşa 1,2,...15 ve 20 gün kala için) yapılmış ve tahminlerin oldukça iyi olduğu gözlenmiştir. Örneğin 2013 yılı ilk yarısı için uçuşa üç gün kala yapılan tahminlerin R kare, düzeltilmiş R kare ve sigma değerleri bulunmuştur. 2013 yılı ilk yarısının ortalama R kare değeri 0,99, ortalama düzeltilmiş R kare değeri 0,83 ve ortalama sigma değeri (standart sapma) 8,34 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, modelin bağımlı değişkenin varyasyonunu ölçme gücünün yaklaşık %83 ve tahminlerin %95'inin gerçekleşen veriye uzaklığının $\pm 16,68$ 'lik aralıkta olduğunu göstermektedir.

Filo atama algoritması rastgele seçilmiş 10 gün için çalıştırıldıktan sonra, atama maliyetinde günlük ortalama 37.000 TL'ye tekabül eden bir düşüş gözlemlenmiştir.

Kaynakça

R. R. Wickham, "Evaluation of forecasting techniques for short-term demand of air transportation" [M.S. thesis], Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass, USA, 1995

Türk Hava Yolları, Kurumsal Tarihçe, <http://www.turkishairlines.com/tr> 26 Kasım 2013. Web.

Mal Kabul Sürecinin İyileştirilmesi İçin Sistem Tasarımı ve Uygulaması

Arçelik A.Ş. Bulaşık Makinesi İşletmesi

Proje Ekibi

Ceren Cangöner
Hakan Ozan İğde
Ertuğrul Ozan Özbahar
Ece Özyonar
Elif Işıl Reis
Buse Tali

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Ali Altuncu, Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi,
Üretim Planlama Yöneticisi

Akademik Danışman

Dr. Oğuzhan Vıçıl
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanımı

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi Ankara Sincan Organize Sanayi bölgesinde kurulmuş olup 1993 yılından bu yana faaliyet göstermektedir. Elektronik ve dayanıklı tüketim ürünleri sektöründe aktif ve lider bir rol oynayan şirketin beyaz eşya sektöründeki iç pazar payı %50'nin üzerinde, Avrupa ülkelerindeki pazar payı ise %8'dir. Arçelik'in dünyadaki tek bulaşık makinesi fabrikası olma özelliğini taşıyan üretim tesisi, 2013 yılında bünyesinde topladığı Arçelik, Beko, Blomberg, Elektrabregenz, Arctic, Leisure, Flavel, Altus, Grunding ve Defy isimli on markasıyla 1,9 milyon üretim kapasitesine ulaşmıştır. 81 farklı ülkeye ihracat yapmakta olan işletme, sahip olduğu büyüme potansiyeli ile sektördeki lider konumunu sürdürmektedir.

Proje Tanıtımı

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi sahip olduğu 1000'e yakın ürün gamı ile tüketicilere farklı model seçenekleri sunarak daha geniş bir kitleye hitap etmeyi başarmaktadır. 1000 farklı ürüne ait binlerce aktif malzeme çeşidi ve günlük ortalama 1 milyondan fazla malzeme kullanımıyla oldukça dinamik ve yoğun bir üretim programına sahiptir. Bu nedenle tedarik zinciri operasyonları ve özellikle rampa adı verilen bölgelerde gerçekleşen mal kabul süreçleri büyük önem taşımaktadır.

Üretimde kullanılmak üzere tedarikçilerden araçlar ile getirilen malzemeler, mal kabul rampalarından rampa alanına indirilmektedir. İndirilen malzemelerin rampa alanında girişinin yapılmasının ardından, malzemeler forklift veya transpaletlerle ilgili depolara taşınmaktadır. Ayrıca üretimde kullanılan malzemelerin boş ambalaj kutuları rampa alanında depolanmakta ve mal kabul rampaları üzerinden tedarikçilere gönderilmek üzere araçlara yüklenmektedir.

Malzeme depoları yüksek doluluk oranları ile çalışırken, üretim ihtiyacını karşılayabilmek adına mal kabul işlemleri rampalarda gün boyu devam etmektedir. Bu yoğunluğun ve rampa alanındaki kapasite kısıtının rampa alanında malzeme birikimine yol açtığı ve sistemi olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca tedarikçiler tarafından getirilen sevkiyatlar için rampalarda bir randevu sistemi olmadığı görülmüştür. Bu nedenle sevkiyat araçlarının tesis dışında uzun süre beklediği görülmüştür.

Bu proje ile indirilen malzemelerin üretim ve depolara aktarılma hızı dikkate alınarak; üretim planındaki değişimlere ve stok durumuna dinamik olarak yanıt verebilen bir rampa randevu sistemi oluşturulmuştur. Sistem, mal kabul faaliyetlerinin %90'ından fazlasını oluşturan malzemeler ve yerli tedarikçiler için tasarlanmıştır. Bu randevu sistemiyle, rampa alanında oluşan envanter ve araç bekleme sürelerinin azaltılması, rampalarda gerçekleşen indirme-bindirme operasyonlarının sistematik bir hale getirilmesi ve tedarikçi memnuniyetinin artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca tesis içi ve tesis dışı malzeme taşıma maliyetlerinin ve envanter maliyetlerinin azalması öngörülmektedir. Sistemimiz gerekli düzenlemeler yapıldığında, yoğun talep karşısında sınırlı alan ve depo kapasitesine sahip şirketlerce kullanılacak, malzeme taşıma maliyetini düşüren etkili bir çözüm yolu olacaktır. Projenin katacağı katma değer şu an için firma düzeyinde olup ileride yapılabilecek küçük uyarlamalar ile ulusal düzeye taşınabilecektir.

Bu proje kapsamında zaman etüdü çalışması, istatistiksel analiz araçları, gözleme dayalı bulgular ve kök-neden analizi kullanılarak, üretimde kullanılan malzeme çeşitliliği, üretim planı, üretim planındaki

değişimler, benzer özelliklere sahip olan malzeme grupları, rampalardaki indirme-bindirme sürelerindeki değişimler, araçların geliş dağılımları ve rampa alanındaki iş akışları incelenmiştir. Bu sayede mevcut sistem analiz edilerek olası iyileştirmeler tespit edilmiştir. Benzer problemler için daha önce yapılmış akademik çalışmalar ve endüstriyel uygulamalar detaylı biçimde araştırılarak akademik literatürde rampa randevu sistemleri ile ilgili yeterli çalışmanın bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle projemizde farklı problemler için uygulanmış sipariş atölyesi makine çizelgeleme modellerinden uyarlanan yeni bir çizelgeleme modeli oluşturulmuştur (Pinedo, 1995). Bu modelle, üretimde diğer malzemelerden daha önce kullanılacak olan malzemelerin tedarikçi tarafından öncelikli olarak getirilmesi amaçlanmıştır. Her malzeme için bir öncelik katsayısı hesaplanmış ve bu katsayı malzemenin gelme önceliğini belirlemiştir. Modelin amaç fonksiyonu malzeme öncelik katsayıları ile araçların rampalardaki indirme işlemlerinin bitim anını kullanır. Bu iki değişkeni her bir malzeme için çarpıp bu çarpımların toplamını azaltmayı amaçlar. Bu model kurulurken belirlenen saatlerde rampalarda malzeme indirme sürecinin başlayacağı ve indirme süreci başlatılan aracın işlem bitene kadar rampada kalacağı varsayılmıştır. Kurulan modelin girdileri, malzemelerin öncelik katsayıları ve araç kodlarıdır. Modelin çıktıları ise, hangi aracın, hangi rampaya, hangi saatte gelmesi gerektiğidir.

Kurulan modelin girdilerinden olan malzeme öncelik katsayılarının hesaplanması için bir veri tabanı modeli oluşturulmuştur. SAP ve ORACLE üzerinden çekilen şirket verileri SQL Server'daki bu veri tabanı üzerinde depolanmış ve oluşturulan sorgu dizileri sayesinde gerekli matematiksel hesaplamalar ve analiz işlemleri yaptırılarak modelde kullanılmak üzere biçimlendirilmiştir.

Bu girdilerin SQL Server üzerinden Microsoft Excel'e aktarımının ardından Excel VBA tabanında oluşturulan algoritma ile mal kabul rampalarına gelecek malzemelerin, günlük üretimdeki kullanım miktarı ve stok durumları baz alınarak önceliklendirilmeleri yapılmıştır. Aynı algoritma ile sistem, aynı tedarikçiye ait birden fazla malzeme çeşidini bu önceliklendirmeyi bozmadan aracın doluluğunu arttıracak şekilde araç içi malzeme listesini belirlemektedir. Malzeme önceliklerinin ve araç içeriklerinin belirlenmesinin ardından literatür çalışmaları sonucunda geliştirilen model XPRESS'te çalıştırılmıştır. Oluşturulan modelin çözüm süresi küçük problemler için dahi 6 saati geçtiğinden, kullanılması planlanan değişken sayısı ile oluşturulmuş bir problemin makul sürede yazılım tarafından çözülemeyeceğine karar verilmiştir. Bu sebeple çizelgeleme modeli çözümlerinde sıklıkla kullanılan bir sezgisel yöntemden yararlanılmıştır (Chen, 2013). Bu sezgisel yöntem kurulan çizelgeleme modeli ile aynı girdileri kullanmakta ve aynı çıktıları

vermektedir. Sezgisel yöntem ile çizelgeleme modeli karşılaştırıldığında amaç fonksiyonunun %0-%15 oranında sapma gösterebileceği görülmüş ve bu oran makul bulunmuştur. Sezgisel yöntem Excel VBA tabanında kodlanmış ve çalıştırılmıştır. Tüm bu süreç sayesinde hangi tedarikçiye ait hangi malzemelerin hangi rampaya saat kaçta getirilmesi gerektiği belirlenmektedir.

Farklı yazılımlar kullanılarak çalıştırılan sistem parçalarını tek bir yapı altında toplamak ve sistemin şirket içerisindeki kullanımını kolaylaştırmak amacıyla Visual Studio kullanılarak .NET tabanında çalışan bir uygulama geliştirilmiş ve kullanıcı arayüzü oluşturulmuştur. Sistemin çıktıları bu uygulama kullanılarak tedarikçilere e-posta yoluyla otomatik olarak bildirilecektir.

Uygulama sırasında herhangi bir problem ile karşılaşılması için oluşturulan modeller ve algoritmalar farklı olasılıkların yer aldığı senaryolar kullanılarak incelenmiş ve sistemin doğruluğu kanıtlanmıştır. Tamamlanan .NET tabanlı rampa randevu sistemi yazılımının doğruluğu şirket tarafından da test edilmektedir. Bu aşamadan sonra, oluşturulan sistemin pilot uygulamaları ve şirketin geri bildirimleri baz alınarak sistemde gerekli iyileştirmelerin yapılması planlanmıştır. Pilot uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi için malzeme taşıma ve envanter maliyetleri, araç bekleme süreleri ve tedarikçi memnuniyeti gibi performans ölçütleri, zaman etütleri ve tedarikçi memnuniyet anketi yapılarak hesaplanacaktır.

Günümüzde Avrupa'nın önde gelen beyaz eşya üreticilerinden ve ihracatçılarından olan Arçelik'in tedarik zinciri operasyonlarında yapılacak iyileştirme ve geliştirmelerin şirkete ve sektöre katkısı büyük önem taşımaktadır. Oluşturduğumuz dinamik rampa randevu sistemi öncelik bazlı malzeme sıralaması yaparak, hangi tedarikçinin hangi rampaya hangi saatte geleceği ve araç içinde hangi malzeme tiplerinden ne kadar bulundurulması gerektiği bilgisini çıktı olarak vermektedir. Bu sistem, veri depolaması yönünden güvenilirliği, kullanıcı kaynaklı hatalara kapalı oluşu, kolay ve kullanıcı dostu arayüzü, şirketin kullandığı veri tabanı sistemlerinden çekilebilen güncel veriler ve şirketin gelecekte kullanmayı planladığı sistemlere entegre edilebilir oluşu sayesinde işletmenin mal kabul operasyonlarına büyük katkıda bulunacaktır. Bu sayede hem tedarikçi firmaların memnuniyetinin artacağı hem de mal kabul süreçlerinin iyileştirileceği öngörülmektedir.

Kaynakça

- Pinedo, M. (1995). "Scheduling: theory, algorithms, and systems", Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Chen, J. F. 2013. "Unrelated parallel-machine scheduling to minimize total weighted completion time". Journal Of Intelligent Manufacturing.

TEŞEKKÜR MEKTUBU

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

Arçelik Bulaşık Makinası İşletmesi, 1993'teki kuruluşundan beri bu yana birçok farklı modelde üretim yapmaktadır. Sincan'daki üretim tesislerinde, geniş bir üretim yelpazesinde üretilen bu ürünlerin yarıya yakını dünyanın 55 farklı ülkesine ihraç edilmektedir. Türkiye'nin en büyük kuruluşlarından olan Arçelik, üniversite ve sanayi arasında bilgi ve teknoloji transferinin kalkınma yolundaki önemini farkında olarak, üniversite-sanayi işbirliğini desteklemeye devam etmektedir. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğrencileri tarafından hazırlanan "Mal Kabul Sürecinin İyileştirilmesi İçin Sistem Tasarımı ve Uygulaması" projesi ile, malzeme kabul sürecinin yönetimi daha kolay ve daha verimli bir şekilde gerçekleştirerek, yan sanayilerimizin ve nakliyecilerimizin bekleme sürelerini azaltmış, işletme tedarik sürecine önemli katkılarda bulunulmuştur. Projenin, işletmemizde kullanılabilir bir uygulama olması ile daha verimli bir üretim akışına ulaşılması hedeflenmektedir. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü, üniversite sanayi işbirliği çalışmalarından ötürü kutlar, proje ekibine ve akademik danışmanlara proje süresince gösterdikleri özverili ve gayretli çalışmalarından dolayı teşekkür ederiz.

ALİ ALTUNCU
Arçelik A.Ş.
Ankara Bulaşık Makinası İşletmesi
Üretim Planlama Yöneticisi

Buzdolabı Montaj Paleti Dağıtım Sistemi İyileştirme

Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi

Proje Ekibi

Haydar Sinan Yıldırım
Ezgi Nergis Topçu
Ayşenur Özkan
Barış Yelbay
Yiğit Karataş
Yunus Emre Ceylan

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Umut Altuntaş, Arçelik Eskişehir Buzdolabı İşletmesi
Endüstri Mühendisi

Akademik Danışman

Doç. Dr. Osman Oğuz
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Koç Holding bünyesindeki 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 olarak 22.000 çalışana sahiptir. Türkiye, Romanya, Rusya, Çin ve Güney Afrika'da toplamda 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, en yüksek kapasiteye sahip buzdolabı üretim tesisi olup buzdolabı alanında Türkiye'yi diğer rakipleri (Birleşik Krallık, Romanya ve Litvanya) karşısında pazar lideri konumuna taşımıştır.

Proje Tanıtımı

Eskişehir'deki Arçelik A.Ş. Buzdolabı fabrikasında mini boy, tek kapılı ve iki kapılı olmak üzere birçok farklı çeşitte buzdolabı üretilmekte ve dünyaya ihraç edilmektedir. Arçelik Eskişehir Buzdolabı İşletmesi'nde 5 ana üretim hattı ve 4 ambalaj hattı bulunmaktadır. Her üretim hattının ürettiği buzdolabı farklıdır. Bu nedenle de buzdolabı üretim hızları birbirlerinden farklıdır. Buzdolapları üretim hatları üzerinde paletler ile taşınmaktadır. Paletler üzerindeki buzdolaplarına paletler yardımıyla elektrik ve gaz tesisatının testi yapılmaktadır. Üretimi tamamlanan dolaplar aynı palet üzerinde ambalaj hatlarına gönderilmekte ve orada paletlerden ayrılmaktadır. Dolaplardan ayrılan paletler palet sistemi aracılığı ile yeniden üretim hatlarına yönlendirilmektedir. Üretim hatlarından herhangi birine boş palet beslemesi yapılmadığı zaman, montajı ve üretimi biten dolaplar paketleme hattına gönderilememekte ve bu durum tüm sistemde beklemeye sebep olmaktadır. Arçelik'te yaptığımız projenin amacı, mevcut sistemde gerekli değişiklikleri yaparak üretimde palet sisteminden kaynaklanan duraksamaları en aza indirmektir. Projemizin bu yöndeki en önemli getirisi teknik arızaların dağılımlarını dikkate alarak, teknik arıza kaynaklı gecikme ve tıkanmaları en aza indirmektir.

Projenin ilk aşamasında işletme içerisinde birebir yapılan gözlemler ve yetkililerle yapılan bilgi alışverişi ışığında sistemdeki duraklamaların temel sebepleri saptanmıştır. Fabrikada yaşanan en önemli sorun üretim hatlarına geç giden paletlerdir. Bu durum üretim hatlarının palet beklemesine neden olmaktadır. Sistemin sürekliliğini sağlayan algoritmaların yetersizliği ve sistemin anında kontrol edilememesi de gecikmelerin bir diğer nedenidir. Fabrikada bulunan PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi) makineleri ve içerdikleri sezgisel algoritma; paletlerin boş palet hattında veya üretim hatlarında hangi yolu seçeceğine karar vermektedir. Projenin hedefi, PLC makinelerinin bulunduğu kontrol noktalarının sayılarının artırılması, PLC makinelerinin algoritmalarının teknik arıza frekanslarının dağılımlarını da içine alan yeni algoritmalar içermesinin sağlanması ve üretim hattının her durumda beslenmesidir. Ayrıca mevcut durumdan farklı olarak sistemin, anbean bilgisayar monitörlerinden kontrol edilebilir hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

Projede güncel sistemde kullanılan araçların dışında, Arena benzetim programı kullanılmıştır. Şirketten alınan veriler ile yapılan hesaplamalar sonucunda, her üretim hattı için ayrı ayrı boş

palet bekleyen buzdolaplarının bekleme süreleri hesaplanmış ve bu rakamlar vardiya başına üretim değerleriyle çarpılarak her üretim hattı için beklemeden kaynaklı günlük iş kaybı değerlerine ulaşılmıştır. Fabrikanın bu duraksamalar sonucunda yıllık 1543 buzdolabı kaybı yaşadığı tespit edilmiştir. Şirkete sunduğumuz çözüm önerilerinin amacı bu kaybı en aza indirmektir. Mevcut sistemdeki teknik arıza frekanslarının dağılımları hesaplanarak Arena benzetim modeli geliştirilmiş, çözüm önerileri sisteme uyarlanarak sonuçları benzetim modeli üzerinde gösterilmiştir. Palet dağıtım sisteminde yapılan iyileştirmelerle verimliliğin arttığı ve buzdolabı kaybının azaldığı görülmüştür. Sunduğumuz çözüm önerilerinin maliyeti 5.000 € ile 100.000 € arasında değişmektedir.

Proje içindeki iyileştirmeler firma düzeyindedir. Fabrikadaki sisteme benzer şekilde birleşen farklı konveyör hatları için var olan modeller ve güncel olarak kullanılan yöntemler normal şartlar için geçerlidir. Bu yöntemler teknik arızaları, tıkanmaları ve gecikmeleri göz önüne bulundurmadan işlem yapmaktadır (Jing, Arantes, Kelton 1998). Mevcut sistemden farklı olarak yatayda bulunan her üretim hattının, dikeyde bulunan boş palet hatlarıyla kesiştiği yerlere boş paletleri stoklayan toplamda 5 adet stok asansörü konulması planlanmaktadır. Bu asansörler, üretim hatları için emniyet stoku görevini görecek ve olası sistem tıkanıklıklarında üretim hatlarını gecikmeye yer vermeden anında besleyebilecektir.

Fabrikadaki üretim, ambalaj ve boş hatların uzunluklarının, fabrika içindeki mesafelerin hesaplanması için Autocad programından yararlanılmıştır. Projenin amaçları doğrultusunda toplanan teknik aksaklık verilerinin yorumlanması için R yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım sayesinde toplanan verilerin dağılımı farklı olasılıksal dağılımlara uydurularak, aralarından en uygun olanı seçilmiştir ve benzetim modelinde teknik aksaklıkları oluşturabilmek için kullanılmıştır. Fabrika içerisindeki mevcut sistem bilgisayar ortamına Arena benzetim programı yardımıyla aktarılmıştır. Arena programında kurulan modelin doğrulanmasında, fabrikanın ürettiği buzdolabı sayıları ile Arena modelinden elde edilen verilerin tutarlılığı kontrol edilmiştir. Bu karşılaştırmayı doğrulamak için hipotez testi metodu kullanılmıştır.

Firma danışmanına ve akademik danışmana yapılan sunumlarla sunduğumuz çözümlerin gelecek vadeden ayrıntıları anlatılmış, onayları ve tasdikleri alınmıştır. Fabrika için maliyeti düşürmek adına sistemin palet dağıtımını için kullandığı algoritmayı değiştirmek çözümler arasında en verimli olanıdır. Bu çözümün uygulanabilmesi için fabrikadaki bütün PLC makinelerinin kodlamasının değiştirilmesi ve bunun için de fabrikadaki üretimin

belirli bir süre durdurulması gerekmektedir. Bu durumun gerçekleşmesinin fabrika yetkilileri tarafından mümkün olmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle diğer bir etkili çözüm olan stok asansörlerinin eklenmesi şirkete önerilmiştir.

Sonuç olarak, Arçelik Eskişehir Buzdolabı İşletmesi'ndeki projede, üretim hattı montaj palet dağıtım alanındaki aksaklıkların, tıkanmaların, işçi ve enerji gibi maliyetlerdeki kayıpların azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda sistemin palet akışına dair haftalık ve günlük veriler alınmış ve verilere dayalı palet hatlarında gerçekleşen aksaklıkların veri analizi yapılmıştır. Mevcut üretim sisteminin, Arena programına aktarılması sağlanmış ve hipotez testi metodu ile doğrulaması yapılmıştır. Benzetim çalışmasındaki sonuçlar, çıktılar ve güven aralıkları fabrikanın üretim sistemiyle, gerçek üretim kapasitesiyle ve fiziksel yapısıyla benzerlik göstermektedir. Oluşturulan benzetim modeli yardımıyla çözüm önerileri modele uyarlanmış, verimliliğin arttığı gözlenmiştir. Bazı hatların yönü değiştirilerek boştaki paletlerin sisteme geri kazandırılması, yeni PLC algoritması yardımıyla sistemdeki fiziksel ve işçi kaynaklı aksamaların istatistiksel sıklıklarına göre öncesinde tahmin edilmesi, yetersiz kalınan üretim hatlarına acil durum palet stokları eklenmesi kurulan benzetim modeline uyarlanabilecek çözümlerdir. Bu çözümlerden mali olarak gideri en az olan ve getirisi en fazla olan PLC sisteminin kodlamasının değiştirilmesinin uygulanabilir olmadığı şirket tarafından belirtilmiştir. Bunun yerine ikinci bir alternatif çözüm olan stok asansörlerinin eklenmesinin şirkete önerilmesi planlanmaktadır.

Kaynakça

Jing G., Arantes J. ve Kelton D. (1998) Robust Analysis via Simulation for a Merging-Conveyor Queueing Model. IEE Transactions.

Arçelik A.Ş. İşletmeler. Erişim: 25 Nisan 2013. -
<http://www.arcelikas.com/sayfa/57/Isletmeler>

Marketlerdeki Kategorilerin Yerleşimi ve Optimizasyonu

Coca-Cola İçecek A.Ş.

Proje Ekibi

Esra İlbahar

Gizem Nermin Altundağ

İshak Memigüven

Mustafa Kuş

Mustafa Saraçlar

Bilkent Üniversitesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Ankara

Şirket Danışmanı

Çağlar Eser, Coca-Cola İçecek

Modern Kanal, Müşteri Yöneticisi

Akademik Danışman

Doç. Dr. Osman Oğuz,

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

Firma Tanıtımı

Coca-Cola sisteminde 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 23 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 portföyü sunmaktadır.

Proje Tanıtımı

Perakende market sektörü, ülkemizde son yıllarda rekabetin en yoğun yaşandığı sektörlerden biri haline gelmiştir. Satış hacimleri, ciro, karlılık, stok devir hızı, müşteri trafiği yoğunluğu marketler için bazı performans kriterleridir. Belirtilen performans kriterlerini pozitif yönde etkileyen en önemli faktörden biri; marketlerin ürün kategorilerinin yerleşiminin ve reyon düzenlemelerinin müşteri tercih ve davranışlarına en uygun şekilde yapılmasıdır.

Yerel market zincirlerinin yerleşim planı düzenlemeleri genellikle tecrübe ve öngörülere dayalı bir şekilde yapılmaktadır. Bundan dolayı marketlerdeki ürün kategorilerinin market içerisindeki konumu ve diğer ürün kategorileri ile birlikte reyonda ne kadar yer alacağını, satış hacimlerini artıracak şekilde, müşteri tercih ve davranışlarına göre analitik bir karar mekanizması ile optimum bir hale getirilmesi market zincirleri için çok büyük önem taşımaktadır.

Bu proje ile Coca-Cola İçecek A.Ş adına, market zincirlerinin satışlarını pozitif yönde etkileyecek, analitik ve akademik bir tabana dayanan, marketlerin ürün kategorilerinin market içerisindeki yerleşimi ve reyondaki payını en iyi hale getirecek bir model çözümü sunulmaktadır. Proje ekibi tarafından yapılan araştırmalar sonucunda perakende marketlerdeki kategori yerleşimi ve reyondaki payının optimizasyonu konusunda ülkemizde yapılmış herhangi bir akademik çalışmaya rastlanmamıştır; A.B.D ve belirli Avrupa ülkelerinde ise bu konu üzerine uzmanlaşmış bazı danışmanlık firmaları olduğu görülmüştür.

Özellikle, marketlerde satılan kategorilerin "space elasticity" değerleri ile ilgili hiçbir çalışma ülkemizde bulunmamaktadır. Her kategorinin reyonda kapladığı alan ile satış cirosu arasındaki ilişkiyi bulmak için regresyon analizi uygulanmış ve ülkemizde ilk defa toplam 42 ürün kategorisi için space elasticity değerleri, yapılan örnekleme çalışmasına göre bulunmuştur.

Proje çıktısı olarak sanayi şirketine verilecek optimizasyon modeli algoritmasının ve yapılan örnekleme çalışmasının telif ve kullanım hakları Telif Hakları Genel Müdürlüğünden Coca-Cola İçecek tarafından projenin kullanımı aşamasında alınması planlanmaktadır. Belirtildiği gibi, ülkemizde bu konuda yapılan akademik çalışmalar bulunmadığı için yapılan proje ile birlikte perakende sektöründe birçok yeniliğin uygulamaya konulacağı ve projenin bu alanda yeni çalışmalara referans olacağı öngörülmektedir.

Alan esnekliği hesaplamasında kullanılan regresyon analizi için gerekli olan kategorilerin ciro payları Ankara Yunus Marketler Zinciri tarafından sağlanmıştır. Her kategori için, her şubenin ayrıntılı cirosunu gösteren muhasebe tablolarından faydalanılarak kategori ciro payları

hesaplanmıştır. Her kategori için, o kategoriye kapsayan ürünlerin ciroları toplandıktan sonra toplam ciroya göre oranlanmıştır. Satış paylarını ölçmek için yapılan bu işlem her şube için tekrarlanmıştır. Reyon paylarını hesaplamak için ise Yunus Market'in Ankara'da bulunan otuz şubesinde her kategorinin raflarda kapladığı alan proje ekibi tarafından ölçülmüştür. Her şube için bu alanlar her mağazanın toplam reyon alanına bölündükten sonra regresyon analizi ile her kategori için alan esnekliği bulunmuştur.

Optimizasyon algoritmasının çalışması için gerekli olan diğer veri ise hangi ürünlerin yan yana gelmesini ve gelmemesini belirleyen komşuluk değerleridir. Komşuluk değerlerini hesaplamak için CCI tarafından sağlanan, alınan ürünlerin birlikte sepete girme yüzdelere veren matris kullanılmıştır. Müşterilerin hangi ürünleri aynı anda satın aldığı bilgisinden yola çıkılarak hazırlanan ve her kategori çifti için birlikte satın alınma olasılığı veren bu matris kullanılarak ve birlikte satın alınan ürünlerin birbirine yakın olması gerektiği öngörüsüyle her kategori çifti için yerleşim düzeni planlamasında geçen yakınlık puanı atanmıştır.

Model için kullandığımız bir diğer veri ise reyonların müşteriler tarafından görünürlüğü bilgisidir. CCI'den alınan; sıcaklık haritası (heat map) olarak adlandırılan, müşteriler tarafından çokça gezilen koridorların kırmızı, az gezilen koridorların yeşil olarak gösterildiği haritadan yola çıkılarak uygulama yapılacak markete göre belirlenen 'Knapsack'ler (reyonlardan oluşturulan farazi birim-bölgeler) için görünürlük değeri atanmıştır.

Literatür araştırmaları sonucu market yerleşimini modellemek için en uygun algoritmanın "Multi-Objective Knapsack" modeli (çok amaçlı sırt çantası modeli) olduğuna karar verilmiştir. Bu model kullanılarak birbirine komşu olması gereken kategoriler ve hangi kategorinin markette nerede ve ne boyutta olması gerektiği belirlenmiştir. Modelde girdi olarak alan esneklikleri, komşuluk puanları, görünürlük puanları ve marketin ilk halinde kategorilerin reyonda kapladıkları alanlar kullanılmıştır. Model çıktısı olarak ise kategorilerin yeni durumda hangi birim-bölgede (Knapsack) yer aldıklarını ve bu kategorilerin reyonda kaplaması gerektiği alanların ne kadar olduğunu vermektedir.

Proje kapsamında 56 ürün kategorisi çerçevesinde, 30 mağazada ölçümler yapılmış ve toplam 4600 müşteri izlenmiştir. Bu ölçümlerle çözüm yönteminin girdileri olan alan esnekliği, birim-bölge görünürlük katsayısı ve komşuluk oranları belirlenmiştir. Birim-bölge görünürlük katsayılarını belirlemek için 30 farklı mağazanın ısı/trafik haritaları incelenmiştir. Bu verilerle örnek uygulama yapılacak mağazanın her birim-bölgesi (Knapsack) için (0.1 , 0.5 , 1.0) değerleri katsayı olarak

atanmıştır. Örnek uygulama için Yunus Market Ceyhun Atıf Kansu Mağazası seçilmiştir. Bu mağaza birlikte sepete girme verisinde belirlenen 56 ürün kategorisinin 40 tanesini içermektedir.

Fayda skorundaki artışın mağaza gelirine olan etkisini ölçebilmek için bulunan optimum sonuç, yukarıda belirtilen mağazada Nisan ayı içerisinde bir aylık teste tabi tutulacaktır. Böylece fayda skorundaki artışın, mağaza gelirini ne kadar artıracaklığı gözlemlenmiş olacaktır.

Şu ana kadar projenin araştırma ve teori kısmı tamamlanmış olup, hangi kategorinin hangi reyonda bulunacağı ve her kategorinin reyonda kaplaması gereken alanı çıktı olarak sağlayan modelimize son hali verilmiştir. Coca-Cola İçecek ve Yunus Marketler Zinciri ile yapılan istişareler sonucunda, modelin çıktıları doğrultusunda 10 Nisan 2014 tarihinde Balgat Ceyhun Atıf Kansu mağazasında uygulamaya geçilmesine karar verilmiştir. Bir aylık uygulama sürecinin ardından, mağazanın cirosundaki değişimlerin gözlemlenmesi ve teoride beklediğimiz artışın gerçekleşip gerçekleşmediğinin doğrulanması planlanmaktadır.

Hangi ürün kategorisinin, hangi reyonda ve hangi uzunlukta yer alacağı bilgileri modelin çıktıları olarak elde edilmiştir. Mevcut durumda mağazadaki reyonların toplam kapasitesi 175 m² ve teşhir dışındaki ürünlerin reyonda kapladıkları alan 165 m²'dir. Modelin vermiş olduğu yerleşimde ise 175 m² alanın 167 m²'sinin mevcut ürün kategorilerine ayrılması gerektiği tespit edilmiştir. Modelin de öngördüğü gibi görünürlük durumunun (müşteri yoğunluğu) fazla olduğu yerlere ciro ve alan esnekliği değerleri yüksek ürünler konumlandırılmıştır. Ayrıca alan esnekliği değeri yüksek olan ürün kategorilerinin reyonda kapladığı alan artırılırken, düşük alan esnekliği değerine sahip ürün kategorilerinin reyonda kapladığı alan azaltılmış; bu sayede hem reyonların kullanım verimliliği hem de alan esnekliği yüksek olan ürün kategorilerinden elde edilen toplam ciro artırılmıştır. Ürün kategorilerinin yerleşimi kategorilerin komşuluk ilişkileri bazında incelendiğinde, modelin birlikte sepete girme oranı yüksek olan ürün kategorilerini mağaza içerisinde birbirine daha yakın konumlandırarak mağaza yerleşimini iyileştirdiği belirlenmiştir.

Toplam reyon kapasitesi 169m² olarak ölçülmüştür. Belirlenen mağazanın başlangıç durumundaki "fayda skoru" (matematiksel modelin amaç fonksiyonu ile aynı şekilde hesaplanır) 492,289,082 olarak hesaplanmıştır. Programlanan matematiksel modelin uygun veriyle çözülmesi sonucunda, mağazanın "fayda skoru" 657,849,103'e yükselmiştir. Ayrıca optimum mağaza düzeninde, ürünlerin reyonlarda toplam kapladığı alan 165m²'ye düşmüş olup, 4m²'lik bir alan kazanılmıştır. Sonuç olarak örnek mağazanın fayda skorunda %33,63 artış, toplam reyon alanından ise %2,7 kazanım elde edilmiştir.

Üretim Planlama ve Çizelgeleme Sürecinin Geliştirilmesi

Coca-Cola İçecek A.Ş.

Proje Takımı

Kerem Aydın
A. Çağlar Ekim
H. Doğukan Karaduman
Gurur Uurlu
M. Ayberk Yamak

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Çağlar Seyhan, Coca-Cola İçecek A.Ş.
Sapanca Fabrikası, Üretim Müdürü

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

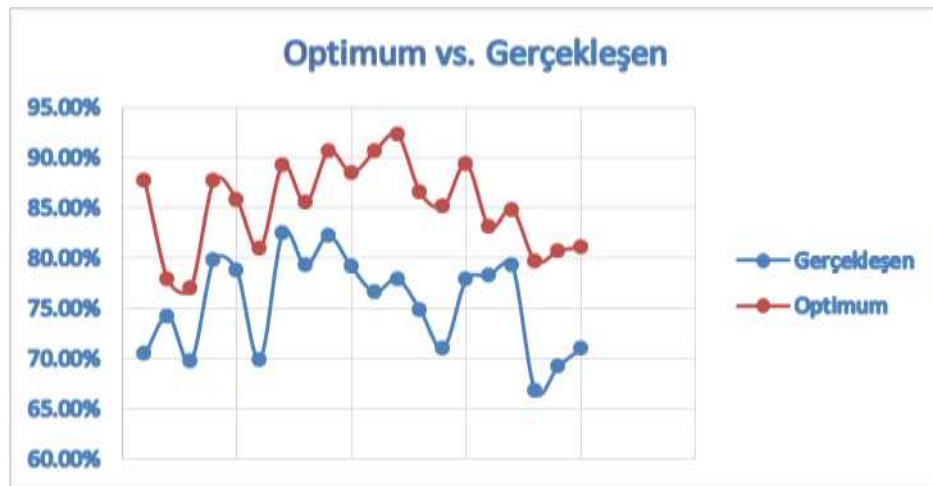
Proje çıktısını kullanacak olan fabrikanın bağlı olduğu Coca-Cola İçecek A.Ş. 1973 yılında kurulmuş olup içecek sektöründe yer alan Coca-Cola'nın satış rakamlarına göre dünyadaki altıncı en büyük şişeleycisi konumundadır (Başarır). Dokuzu Türkiye'de olmak üzere dünya üzerinde 28 fabrikası bulunmaktadır. Coca-Cola İçecek A.Ş. Ankara Fabrikası'nda Coca-Cola, Coca-Cola Light, Coca-Cola Zero, Fanta, Sprite, Schweppes ve Sen Sunürünlerinin pet şişe ve cam şişe versiyonları üretilmektedir.

Proje Tanıtımı

Coca-Cola İçecek A.Ş. Ankara Fabrikası'nda şu anki üretim planlama sürecinde tüm kısıtlar göz önünde bulundurularak istikrarlı bir verimlilik elde edilememektedir. Bu proje, ilgili üretim hatlarındaki ürünler arası değişim miktarını azaltmayı ve ürün geçişlerini en az süreyi gerektirecek şekilde düzenlemeyi hedeflemektedir. Tüm bu düzenlemelerle, hat verimliliğinin en az şirket hedefleri seviyesinde tutulması sağlanmaya çalışılacaktır. Bunun dışında, makineler ısınana kadar bir miktar ham madde kaybı olmakta, bu proje sayesinde gereksiz ürün geçişleri azalacağı için kaybedilen bu ham maddelerden tasarruf edilecek, daha kısa sürede daha fazla ürün üretilebileceğinden elektrik ve zaman tasarrufu sağlanabilecektir.

Projemiz, diğer Coca-Cola İçecek A.Ş. fabrikalarında da uygulanabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Bunun haricinde bu proje, başta hızlı tüketim ürünlerinin fabrikaları olmak üzere, uyarlanmış versiyonlarıyla tüm fabrikalarda kullanılabilir.

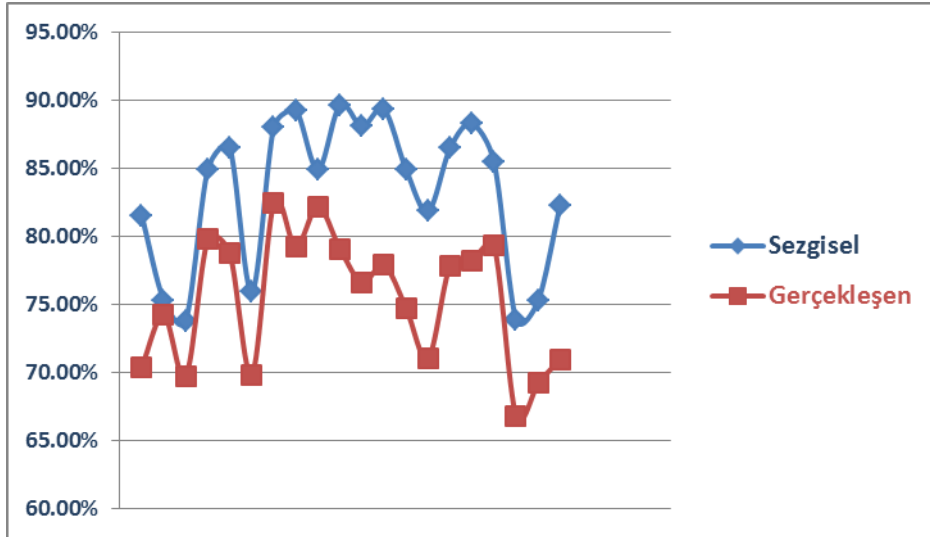
Proje, firma düzeyinde bir yenilik getirmeyi amaç edinerek başlatılmış olup sezgisel metodun başarı durumuna göre ulusal ve uluslararası çapta bir yeniliğe sebep olabilir. Çünkü proje, tüm fabrikalardaki üretim planlama sürecine entegre edilebilir şekilde dizayn edilebilir. Oluşturduğumuz yöntemlerin daha önceki kullanılan yöntemlerin aksine sistematik ve tutarlı olması en önemli özelliklerinden biridir. Planlama sürecinde neredeyse hiç süre harcanmaması da projenin başka bir üstünlüğüdür zira Coca-Cola İçecek gibi firmalar haftada en az bir günü bu sürece ayırmaktadır. Projede kullanılan yöntemlerden patent veya fikri mülkiyet hakkı elde etmek pek mümkün gözükmemektedir.



Şekil 1. Matematiksel Model Sonucu ve Gerçekleşen Verimlilikler.

Projeyi gerçekleştirirken kullanılan yöntemler; matematiksel model, haftalık talebe göre günlük sevkiyat tahmini ve sezgisel metottur. Sezgisel metot oluşturulmadan önce sezgisel metodun ne kadar etkili olacağını ölçmek ve optimum çizelgeyi değerlendirmek için bir matematiksel model oluşturulmuş ve bu model matematiksel modelleri çözmek için tasarlanmış olan OPL programında kodlanmıştır. Oluşturulan ve OPL programında kodlanan matematiksel model rastgele seçilen 20 hafta için çalıştırılmış ve bu haftalar için sonuçlar elde edilmiştir. 20 haftalık süreçte, matematiksel modelle ortalama %85,21 verimlilik elde edilmiştir. Aynı süre boyunca fabrikada elde edilen ortalama hat verimliliği ise %75,44 olarak gözlemlenmiştir. Yani, matematiksel model kullanıldığı zaman elde edilen verimliliğin, üzerinde çalışılan haftalarda fabrikada elde edilen verimlilikten %9,76 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerlerin karşılaştırılması Şekil 1’de görülebilir.

Coca-Cola İçecek A.Ş. Ankara Fabrikası’nda üretim planlama süreci açısından, fabrikadan çıkan günlük ürün sevkiyatı miktarı önemli bir veri olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle 2013 verilerine dayanarak, haftalık talebe göre gerçekleşen günlük son ürün sevkiyat miktarı tahmini, talebi bulunan haftalarda ortalama talep miktarı 10.000’den fazla olan 45 ürün için yapılmıştır. Yapılan lineer regresyon analizi sonucunda ortalama R-kare değeri yaklaşık %33 olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin yeterli olup olmadığını değerlendirmek şirkete bırakılmıştır ve bu veriler de şirkete sunulacaktır.



Şekil 2. Sezgisel Metod Sonucu ve Gerçekleşen Verimlilikler.

Proje için iki farklı sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Bunların ilkinde, yapılan sevkiyat tahmini veri olarak kullanılmaktadır. Bu algoritmanın sevkiyat tahminine bağlı olması ve şirketin sevkiyat tahmini tutarlılığını yetersiz görerek kullanmak istemeyebilecek olması göz önünde bulundurularak sevkiyat tahmini verisini girdi olarak kullanmayan başka bir algoritma da geliştirilmiştir. Sevkiyat tahminini veri olarak kullanmayan algoritma C# programında kodlanmış ve matematiksel modelin kullanıldığı 20 hafta için bu algoritmanın verdiği sonuçlar elde edilmiştir. 20 haftalık süreçte, sezgisel metotla ortalama %83,32 verimlilik elde edilmiştir. Dolayısıyla, sezgisel metotla, fabrikanın aynı haftalarda ulaştığı ortalama verimlilikten %7,88 daha fazla verimlilik elde edilmiştir. Sezgisel metot sonucu elde edilen verimliliklerle fabrikada gerçekleşen verimlilik değerlerinin karşılaştırılması Şekil 2'de görülebilir.

Projede bugüne kadar problem tanımı ve gerekli ölçümler yapıldı. Ardından sezgisel metot ve matematiksel model için literatür araştırması yapıldı. Devamında matematiksel model oluşturulup OPL'de kodlandı, alınan sonuçların analizi yapıldı ve bu sayede sezgisel metotta nasıl bir yol izlenmesi gerektiği kararlaştırıldı. Matematiksel model sonrasında, sevkiyat tahminleri için gerekli veri toplandı ve gerekli çalışmalar yapıldı. Ardından iki farklı sezgisel algoritma geliştirildi ve bunlardan kullanıma daha uygun olanı C# programında kodlanıp 20 hafta için sonuçlar elde edildi. Son olarak sezgisel metottan ve matematiksel modelden elde edilen sonuçlar, gerçekte elde edilen verimliliklerle karşılaştırıldı.

Sonuç olarak bu projede, oluşturulan matematiksel model ve sezgisel metot aracılığıyla, toplam değişim süresi minimize edilerek hat verimliliklerinin Coca-Cola İçecek'in hedef seviyesine çıkarılması planlanmaktadır. Bu proje, Coca-Cola İçecek Ankara Fabrikası'nda hat verimliliklerini artırarak, üretim planı revize sayılarını ve ısınma periyodundaki gereksiz ham madde tüketimini azaltarak ve son olarak stok yönetimini daha düzenli kontrol altında tutmayı sağlayarak Coca-Cola İçecek'e kayda değer bir ekonomik katkıda bulunacaktır. Bunun yanı sıra, Coca-Cola İçecek, üretim planlama sürecinde toplantılarla ve hesaplamalarla harcanan gereksiz vakitlerden tasarruf edebilecektir.

KAYNAKÇA

Başarır, Burak. "CEO Mesajı", 01 Ocak 2014. Web. 22 Nisan 2014.
<http://cci.com.tr/tr/bizi-taniyin/stratejimiz/>

Biten Ürünlerin Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi Üzerinde Stoğa Alım Sürecinin İyileştirilmesi

Doğadan Gıda Ürünleri Sanayi ve Pazarlama A.Ş.

Proje Ekibi

Onur Altıntaş
Başak Bebitoğlu
Emirhan Buğday
Ezgi Ceylan
Sinem Savaşer

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Gözde Özyandı Sili
Doğadan, Planlama ve Lojistik Süpervizörü

Akademik Danışman

Prof. Ülkü Gürler
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Doğadan, yurt içi bitki-meyve çayları pazarında önde gelen yerel bir çay üretim firmasıdır. Şirket üretime 1975 yılında başlamıştır ve 40 yıla yakın bir süredir gelişimini ve büyümesini hızla sürdürmektedir. 2008 yılında CocaCola Company bünyesine katılmıştır. Siyah çay ve bitki-meyve çayı üretiminin yapıldığı ana fabrika Ankara'nın Akyurt ilçesinde yer almaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 1 milyar kutu poşet çaydır. Doğadan yurt içi bitki-meyve çayları pazarının %50'sine sahiptir.

Proje Tanıtımı

Doğadan'ın çalışma prensipleri incelendiğinde, stok üretimi yapıldığı ve siparişlerin stoktan karşılandığı görülmüştür. Ancak bitki-meyve çayına olan talebin arttığı kış aylarında stoklar erimekte ve sipariş üzerine üretim yapmaya başlanmaktadır. Ekim-Nisan arasındaki bu süreçte, ürünün sevkiyata hazırlanma hızı ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Fabrikanın karşılaştığı temel sorun, üretimin tamamlanmasına rağmen envanter takip sistemi üzerindeki işlemlerin süreci geriden takip etmesi ve sevkiyatın gecikmesidir.

Bu gecikmenin arkasındaki sebepleri anlayabilmek için fabrikanın mevcut sistem analizi yapılmıştır. Süreç boyunca yapılan işler, önce fiziksel olarak ürün üzerinde gerçekleşmekte, daha sonra Kurumsal Kaynak Yönetim (KKY) sistemine dijital kayıt olarak işlenmektedir. KKY sistemi, ürün takip edilebilirliğini sağlamaktadır. Hem fiziksel hem de dijital işler palet bazında yapılmaktadır. Üretim makinelerinin verimliliğini arttırmak için palet içindeki koli sayısı değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle miktarlar ancak üretim sonrasında netleşmekte ve dijital işler bundan sonra başlamaktadır.

Üretim ve kalite kontrol tamamlandıktan sonra, Mamul Depo görevlisi tarafından sayım gerçekleştirilmektedir. Sayım sırasında bilgiler kağıt forma el ile girilmekte, sayım bitince form faks ile ilgili birimlere iletilmektedir. Bunu takiben, sırasıyla iş emri, iş sonlandırma ve kalite onayı KKY sistemine palet bazında işlenmektedir. KKY kayıtlarının tamamlanmasıyla, ürün sistemde sevkiyata hazır duruma geçmektedir.

Bu işler her mesai günü saat 08:00 ve 14:00'te yapılmaktadır. Süreç sonucunda sevkiyat sabahları ortalama 2 saat gecikmektedir. Pazartesi sayımları hafta sonu üretimini de içerdiği için artan envanter, süreci 3,5 saate kadar uzatmaktadır. Bu sırada sevkiyat turları boş beklemekte ve operatörlerden düşük seviyede faydalanılmaktadır. Müşteri memnuniyetinde düşüşler gözlenmekte, bazı siparişler ise kaybedilmektedir.

Proje uygulamaya geçtiği takdirde bitmiş ürünün stokta görülene kadar geçirdiği süre azalacaktır. Envanter takipleri gün içinde sürekli olarak yapılabilecektir. Müşteri memnuniyetindeki artışın yanı sıra kayıp siparişlerde de önemli miktarda azalmalar olacaktır. Operasyonların el ile yapılması nedeniyle birçok kez tekrarlanan kontrollerin sayısı azalacaktır.

Geliştirilen proje fikrinin firma düzeyinde önerdiği yenilikler sırasıyla şu şekildedir: (i) Mevcut sistemde sayım kayıtları kağıt üzerinde yapıp sonraki birimlere toplu iletilirken, oluşturulan sistemde sayım görevlisine yazılımla desteklenmiş bir cihaz atanmış ve sürekli bilgi iletimi sağlanmıştır ve (ii) mevcut iş akışındaki ön koşul kısıtları birimlerin birbirini bekleyerek çalışmasına ve zaman kaybına neden

olurken, oluşturulan sistemde ön koşul ilişkileri azaltılmış ve işlerin bir kısmı otomatikleştirilmiştir. Ulusal düzeyde ise, bilgimiz dahilinde, miktar bilgisine yönelik hızlı veri işleme eklentisi kullanılan KKY mevcut değildir. Proje dahilinde tasarlanan yazılım bu ihtiyacı karşılamaktadır.

Yapılan literatür taramalarıyla mevcut problemin en yaygın ve etkili çözüm yolunun otomasyon seviyesinin artırılması olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenle projenin çözüm önerisi, Akıllı Mobil Cihaz ve Palet Barkod Sistemi olmak üzere iki ayrı içerikten oluşturulmuştur.

Çözüm önerisinin ilk aşamasında donanım olarak akıllı mobil cihazların kullanıldığı, KKY uyumluluğu için projeye özel geliştirilen Makro Programı'nın ve iş birimlerine özel hazırlanmış ara yüzlerin hazırlandığı bir sistem planlanmıştır. Bu sisteme göre operatörlerin akıllı mobil cihaz aracılığıyla girdikleri bilgiler bir havuzda toplanacak, gerekli bütün bilgilerin elde edilmesiyle bitmiş ürünün stoğa alınması Makro yardımıyla KKY üzerinde yapılacaktır. Böylece sistemdeki ön koşul ilişkileri ortadan kalkacak ve veri girişi hızlanacaktır.

Akıllı Mobil Cihaz kurgusunda bir palet ürünün stoklara girebilmesi için tamamlaması gereken altı parametre belirlenmiştir. Bunlar "ürün kod", "versiyon", "kullanılacak makine bilgisi", "paletin seri numarası", "palettteki ürün adedi" ve "kalite onayı" bilgileridir. Önerilen iş akışında yazılan Makro Programı, günlük üretim planından ürün kodu, versiyon, makine ve seri numarası bilgilerini çekecektir. Bu dört parametre çekildikten sonra yazılım üzerinde seri numarasına özel bir girdi oluşacak ve tüm işlemler tamamlanıp palet KKY üzerine aktarılan kadar burada tutulacaktır. Girdinin oluşmasının ardından, bu seri numarası kalite onayı ve net adet bilgisini almak üzere ilgili çalışanların cihazında belirecek ve parametrelerin tamamlanması beklenecektir.

Mamul Depo görevlisi, mobil cihazın ara yüzünde ürünlerin listesini görecektir ve seri numaralarını kullanarak ilgili paletin adet bilgisini güncelleyecektir. Buna eş zamanlı olarak Kalite birimi görevlisinin cihazında henüz kalite onay bilgisi girilmemiş olan paletlerin seri numaraları listelenecek ve seri numarası seçildiğinde ilgili kalite parametrelerinin girileceği ekran belirecektir. Bilgisi girilen seri numaraları cihazdaki listelerden çıkacaktır.

Parametreleri farklı kaynaklardan alıp birleştiren yazılım, KKY üzerinde iş emri açma ve iş sonlandırma işlemlerini otomatik olarak gerçekleştirecektir. Herhangi bir bilgi eksikliğinde mobil cihazlara ilgili seri numarasına dair otomatik bildirim yollanacaktır. Bu durum, birimler arası iletişimin zayıflığından kaynaklanan gecikmeleri ortadan kaldıracaktır. Bütün bilgilerin tamamlanması halinde Makro yazılım stoğa alımı gerçekleştirecek ve işlemler sona erdiği için ilgili paletin girdisini sistemden silecektir.

Çözüm ayağının ikinci aşamasında ise önerilen yazılıma Palet Barkod Sistemi'nin eklenmesi fikri ortaya çıkmıştır. Buradaki amaç yaygın bir çözüme yönelerek KKY uyumluluğunu kolaylaştırmaktır. Bu çözümde, KKY üzerinden yayınlanan üretim emri, barkodu ürün kodu-versiyon-seri numarası ve makine bilgileriyle oluşturacak, iş emri de otomatik açılacaktır. Üretim görevlisi bitmiş ürüne ait bu barkodu okuttuğunda ürün sistemde görülecek, net koli sayısının da sisteme girilmesiyle KKY üzerinde iş sonlandırma otomatik olarak yapılacaktır. Mamul Depo'da ise kontroller ve yere alma işlemleri yapılacak, kalite biriminden gelecek onayla birlikte Makro sayesinde KKY üzerinde stoğa alım işlemi gerçekleşecektir.

Önerilen sistem birçok alanda iyileştirme sağlamaktadır. Kurulan otomatik bağlantılar sayesinde, çalışanların el ile bilgi girmesi gereken işlemler otomasyonla yapılmakta, dolayısıyla hem zaman kazanımı sağlanmakta, hem de hata oranı ve denetim sayısı azalmaktadır. Sistemin sağladığı en büyük kazanımlardan biri, KKY üzerinde sırayla girilmesi gereken işleri bir veri havuzunda eş zamanlı toplayarak ön koşul ilişkilerini kaldırmasıdır. Bu sayede, farklı birimler birbirlerini beklemeden çalışabildiği için toplam sürede kazanç beklenmektedir. Çözümün KKY yapısını değiştirmeden bilgi girişini düzenlemesi ise mevcut sisteme uyumu kolaylaştırıcı ve maliyeti azaltıcı bir unsurdur.

Alternatif çözüm önerilerini kıyaslamak ve mevcut sistemdeki iyileştirmeleri gözlemleyebilmek adına ARENA programı kullanılarak ilgili benzetim modelleri geliştirilmiştir. Yapılan zaman etütleri ile elde edilen palet bazlı süreler en uygun dağılımlara sabitlenmiştir. Modellerin istatistik testleriyle doğrulanmasından sonra, benzetim modelinin süresi yedi gün olarak belirlenmiştir. Daha hassas sonuçlara ulaşabilmek için 15 kere çalıştırılan modellerin çıktılarının ortalaması alınmış ve kıyaslamalar yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Mevcut ve Önerilen Sistemlerin Operasyon Bazlı Süreleri (dakika)

	Mamul Depo Kontrol Formu	Kalite Kontrol	Toplam Süre
Mevcut Sistem	45,47	14,48	102,90
Akıllı Mobil Cihaz	25,33	13,37	25,33
Palet Barkod Sistemi	6,1	13,64	19,78

Elde edilen süreler göre Akıllı Mobil Cihaz toplam sürede %76,4 iyileştirme sağlarken, palet barkodun eklendiği sistemde %80,78 iyileştirme gözlenmektedir. Bunun yanı sıra her iki çözüm önerisinde de iş emri ve iş sonlandırma tamamen otomatikleştiği için, bu operasyonların süreleri sıfırlanmaktadır.

Sonuç olarak, önerilen sistemlerin her ikisi de hem sisteme otomasyon eklemekte, hem de süreci önemli derecede iyileştirmektedir.

TEŞEKKÜR MEKTUBU

Doğadan Gıda Ürünleri San. Ve Paz. A.Ş. Planlama ve Lojistik Departmanı'ndan

1975 yılında kurulan ve The Coca-Cola Company bünyesinde 7. yaşını kutlayan Doğadan A.Ş. tüketicinin yaşadığı satın alma tecrübesine kattığı değerler, pazarın büyümesine olanak sağlayan birbirinden lezzetli ürünleri, Doğadan uzmanlığında gelen bilgi birikimi ve AR-GE departmanı ile sektörde farklı bir konuma sahiptir.

Doğanın sonsuz iyiliğini, zenginliğini ve canlılığını; doğal, sağlıklı ve iyi bir yaşam için sunmayı vizyon edinmiş Doğadan ailesi olarak Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü organizasyonunda gerçekleşen üniversite-sanayi işbirliği projelerinde yer almaktan mutluluk duyuyoruz.

“Bitmiş Ürünlerin Stoğa Alım Süreçlerinin İyileştirilmesi” projesi kapsamında barkod uygulamalarından yararlanarak daha kaliteli ve verimli bir süreç oluşturulacaktır. Projede geliştirilen öneriler ileriki dönemlerde yapılacak çalışmalar için değer oluşturmaktadır.

Proje süreci boyunca proje ekibinde yer alan tüm öğrencilerimiz ile yakın çalışma imkanı bulduk. Ekip üyeleri projenin gelişimini belirli zaman aralıkları ile bizlere aktardılar ve Doğadan departmanlarının haklı takdirini kazandılar.

Doğadan A.Ş. olarak projede emeği geçen Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencilerine ve akademik danışmanlarına teşekkürlerimizi sunarız. Öğrencilerimize bundan sonraki hayatlarında başarılar dileriz.

Gözde ÖZYANDI SİLİ
Doğadan Gıda Ürünleri San. Ve Paz. A.Ş.
Planlama ve Lojistik Süpervizörü
Endüstri Y. Mühendisi

Ekol Lojistik Otomasyon Sistemlerinin Verimliliğinin Artırılması

Ekol Lojistik A.Ş.

Proje Ekibi

Hazal Damla Altındağ
Simgе Erzurumlu
Kıvanç Gül
Barış Kamay
Yiğit Kasımağaoğlu
Caner Oğuzkan

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Koray Mezgitçi, Ekol Lojistik
Operasyon Proje Uzmanı

Akademik Danışman

Prof. Dr. Nesim Erkip,
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Ankara ili Elmadağ ilçe sınırları içerisinde bulunan Ekol Lojistik'e ait tesis, 51.000 m² arazi üzerine kurulmuş ve 43.100 m² kapalı alandan oluşmaktadır. 2008 yılında tam kapasite olarak hizmete giren tesiste serbest depolama, antrepo, katma değerli hizmetler, sipariş hazırlama, iade elleçleme ve fabrika-depo arası taşıma hizmetleri verilmektedir. İleri teknolojiye sahip tesiste, otomatik depolama ve geri çağırma sistemi (ASRS - Automated Storage & Retrieval System) kullanılarak elleçleme işleminin %85'i insan gücüne ihtiyaç duyulmaksızın otomatik olarak yürütülmektedir. Çok derinlikli palet depolama imkanı sağlayan 5 istifleme robotu (S/R machine) ve yaklaşık 300 metrelik konveyörden oluşan 52.800 palet depolama kapasitesine sahip bu sistem, saatte 150 palet giriş ve 250 palet çıkış yapma kapasitesine sahiptir. Sipariş hazırlama sürecinde kullanılan sesli toplama sistemi (pick by voice) ile karma palet hazırlama süreci ergonomik bir şekilde yürütülmektedir.

Proje Tanıtımı

Projeye başlanılmasının nedeni dört yıllık üniversite eğitiminde öğrendiğimiz teorik eğitim altyapısını pratiğe dökerek kendimizi geliştirmektir. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölüm bitirme projeleri kapsamında yer alan “Otomasyon Sistemlerinin Verimliliğinin Arttırılması” isimli projenin amacı Ekol Lojistik tesisinde yer alan otomasyon sistemlerinin daha efektif bir biçimde kullanılabilmesini göstermektir. Ekol Lojistik A.Ş. için devam ettirilen ve uygulanabilirliği hayli yüksek olan projenin çıktısı şirket tarafından otomasyon ve depolama sistemlerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılacaktır. Lojistik alanında en hızlı büyüyen şirket olma ünvanına sahip olan Ekol Lojistik, 1990 yılından beri hem Türkiye’ye hem de yurtdışında birçok ülkeye lojistik hizmeti sağlamaktadır. Ekol Lojistik farklı tesisleriyle birçok sektöre hizmet vermektedir. Bu sektörler örnek olarak hızlı tüketim, sağlık, giyim, kişisel bakım, otomotiv ve temizlik sayılabilir. Projenin yürütüldüğü Ekol Lojistik’in Elmadag’daki tesisi sadece ilgili olduğu firmaya hizmet vermekte ve o firmanın lojistik işlemlerini yürütmektedir. Lojistik operasyonlarının kolaylaştırılması için Ekol Lojistik tesisi firmanın fabrikasının yanına konuşlandırılmıştır ve firma ile Ekol Lojistik arasında uzun süreli bir kontrat bulunmaktadır. Proje sonuçlarını kullanmaya istekli olan Ekol Lojistik dışında, şirketin kontratı olan firma da çıktılardan faydalanabilecektir. Proje sonucunda elde edilen sonuçlar lojistik sektöründe yer alan ve depo yönetimi ile ilgilenen birçok şirket tarafından da kullanılabilir.

Proje kapsamındaki öneriler, firma düzeyindeki yenilik unsurları kapsamında değerlendirilebilir. Ekol Lojistik’in hali hazırda uyguladığı adresleme sistemine göre her rafa 10 palet yerleştirilmektedir. Her iki 10 paletlik raf arasında hayali bir duvar olduğu varsayılmaktadır. Bu raflara erişen asansörlerin aparat kısıtları yüzünden en fazla 17. derinlikteki palete ulaşılabilirdi için, bu yerleştirme sisteminin daha verimli bir sonuç alma amacı ile değiştirilebileceği düşünülmüştür. Proje kapsamında, yerleştirme düzeninde uygulanabilecek bu değişim üzerinde çalışılmakta; oluşturulan modeller ile ürün bazında talep edilme oranlarının kullanılarak belirlenecek yeni yerleştirme kuralına göre bir rafa yerleştirilebilecek aynı türdeki ürünün raftaki derinliğinin değiştirilmesi planlanmaktadır. Örneğin, projeden önce en fazla 10. derinliğe yerleştirilebilen bir palet, proje için geliştirilen optimizasyon modelinin çıktısı sonucunda 13. derinliğe kadar yerleştirilebilmektedir. Böyle bir yöntem ihtiyacı duyulmasının sebebi ise bir rafta bulunan en eski ürünle en yeni ürün arasında en fazla 30 gün süre olmasına izin verilmesi ve bir rafa sadece aynı türdeki ürünün yerleştirilebiliyor olması kuralıdır. Bu kısıtlar da göz önünde bulundurulduğunda, belirlenecek yeni yerleştirme metodu ile rafta kullanılamaz durumda

kalan boş palet yerlerinin sayısının azaltılması amaçlanmıştır. Proje dahilinde oluşan yöntem ve süreçler için patent, endüstriyel tasarım, copyright gibi fikri ve sınai mülkiyet hakkı talep edilmeyecektir.

Projenin ilerleyişi süresince yapılan işlemler akademik danışman tarafından periyodik olarak kontrol edilmiştir. Proje başlangıcından bu tarihe kadar her model için şirketten yeni veriler alınmış ve bu veriler analiz edilmiştir. Verilerin analizi ve modellerin kurulmasıyla elde edilen sonuçlar şirkete düzenlenen gezilerde şirket yetkililerine mutlaka teyit ettirilmiştir. Projede ve proje planında yer alan toplamda 4 farklı model bulunmaktadır. İlk model, ürünlerin raflara en iyi şekilde yerleştirilmesini sağlayan optimizasyon modelidir. Bu modelin çözümü için GAMS programı kullanılmıştır. Raf düzenine karar vermek için optimizasyon modelinin kullanılma nedeni rafın bölünmesi gereken en uygun sayıyı bulup uygulamaktır. Bahsedilen bu model üzerinden raflara yerleştirilecek palet sayılarıyla ilgili bir sonuç çıkarılmış, buna istinaden depo için bir çözüm önerisinde bulunulmuştur. Modelin çıktısı, hali hazırda kullanılabilirliği yüksek olan ve şirketin mevcut algoritmasını etkileyecek bir kural olarak görülmektedir. Örneğin, yeni kurala göre 20 palet kapasiteli bir rafı 10-10 ikiye bölmek yerine, modelin verdiği optimal değere göre 14-6 yada 13-7 bölmek önerilebilir. İkinci model projenin içerisinde bulunan talepleri yüksek olan ve talep miktarı birbirlerine yakın olan ürünlerin aynı rafta saklanmasıyla ilgili olan “Eşlenik Ürün Buluşsal Modeli”dir. Modelin öncelikli amacı raflarda boş kalan hücrelerin minimize edilmesidir. Bu modelde Excel yardımı ile buluşsal yöntemler kullanılarak, depolanan ürünlerin talep bazında birbirlerine olan aylık bazda oranları çıkartılmıştır. Bu oranların yüksekliği göz önünde bulundurularak belirli ürünlerin yüksek oranlarda düzenli olarak talep edilip edilmediği incelenmiştir. Model çıktı olarak 20 hücreden oluşan bir rafın nasıl ve kaç kaç bölünmesi gerektiği bilgisini vermektedir. Ayrıca modelin bir diğer çıktısı ise farklı ürünlerin birbirleriyle olan benzerlik oranlarıdır. Modelden alınan bu benzerlik oranları çıktı yapılan şirketler bazında incelendi. Bu incelemeler sonucunda 15 farklı üründen 12 farklı ürün çifti elde edildi. Bu çiftlerin seçilme nedenleri benzerlik oranlarının diğerlerine göre daha yüksek olmasıydı. Bu 12 farklı ürün çiftinin hangi aylarda birbirleriyle birlikte depodan çıkış yaptıkları gözlemlendi. Belirli aylardaki belirli ürün çiftlerinin aynı rafa koyulmasını sağlayan bu çalışma da depoda herhangi bir anda zorunlu boş kalan (sistemdeki algoritma kısıtlarından dolayı) raf sayısının minimize edilmesini sağlamaktadır. Bir diğer model ise sistemde gerçekleşecek olası değişimlerin mevcut sistem üzerindeki etkilerini gösteren ve Java programlama dili kullanılarak yapılan simülasyon modelidir. Proje öncesinde kullanılan algoritma ve sistem ile projede önerilen algoritma

ve sistem, bahsedilen “Mevcut Sistemin Java Programlama Dili ile Simülasyonu” modeli sayesinde karşılaştırılmış ve projenin depoya kazandırdığı faydaları reel verilere dayandırılarak kanıtlanmıştır. Bu model çıktı olarak sistemde herhangi bir bölümde bir kural değişimi olduğunda sistemden çıkış yapacak ürün miktarında yada depoya dair istatistiklerde meydana gelecek değişimi göstermektedir. Diğer modellerin validasyonuna yardımcı olacak bu model bir nevi doğrulamave sağlama mekanizması görevi görmektedir. Depo içerisindeki tüm ürünler depolama alanı ile depoya giriş bölgesi arasında tampon bölge görevi gören konveyör hattı üzerinden geçmek zorundadır. Bu hattın hızının/uzunluğunun bütün sistemi nasıl etkilediğine bakabilmek ve ileriki tarihlerde ürün sayısı arttığında konveyörde meydana gelebilecek değişiklikleri görebilmek amacıyla da dördüncü model olarak Arena simülasyon programı kullanılarak konveyörün simülasyon modeli geliştirilmiştir.

Optimizasyon modelinin verdiği sonucu kullanarak önerdiğimiz yeni depolama düzenive eşlenik ürün çalışmasının verdiği sonuç projenin asıl çıktıları sayılmaktadır. Bunun dışında konveyör hattının Arena ile simülasyonu projeye ara çıktı sağlamıştır. Sistemdeki yeni kuralların etkilerini gösteren Java simülasyonu ise proje çıktılarının önemini ölçmektedir. Bütün bu incelemeler doğrultusunda kullanılacak olan yöntemin nasıl, ne zaman ve hangi ürünler için kullanılacağı belirlenmiştir. Bu uygulama içinde yapılan modellerin genel anlamda profesyonel ortama sunulması ve uygulanması zor ve zahmetli olduğu için, firmanın işini kolaylaştırmak adına daha genel ve basit sonuçlar bu modellerden çıkartılarak firmaya sunulmuştur. Böylece modellerin geçerli kılınması için firmanın ihtiyacı olan zamanı ve eforu olabildiğince az bir seviyeye indirmek amaçlanmıştır.Yapılan araştırmalar sonucunda,başka bir lojistik kuruluşunda bu tür bir çalışmanın yapıldığına dair bir bilgiye rastlanmamıştır.

Kaynaklar:

Bartholdi, John. and Steven Hackman. *Warehouse and Distribution Science*. Georgia InstituteofTechnology,2011.

Ghiani, G., G. Laporte and R. Musmanno.“*Introduction to Logistics Systems Planning and Control*”.Wiley Interscience Series in Systems and Optimization, 2004.

Hausman, Schwarz, Graves. “Optimal Storage Assignment in Automatic Warehousing Systems.”*University of Rochester Management Science*, USA, Vol. 22 (1976): 629-638. Accessed December 11, 2013.

Hat Besleme Sisteminin İyileştirilmesi

Erkunt Traktör Sanayii A.Ş.

Proje Ekibi

Ali Demirel
Onurhan İrkin
Muhammed Fatih Kara
Berat Berkan Kesen
Barkın Sarıtaş
Muhammed Ali Yapar

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Ezgi Ulu, Erkunt Traktör
Operasyon Planlayıcısı

Akademik Danışman

Prof. Dr. Erdal Erel
Bilkent Üniversitesi, İşletme Bölümü

Firma Tanıtımı

Erkunt Traktör tasarımı tamamen Türk mühendisler tarafından yapılan Türkiye'nin ilk yerli tasarım traktör üreticisidir. Üretim, Ankara Sincan Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan 12.000 m²'si kapalı olmak üzere toplam 32.000 m² alanda gerçekleştirilmektedir. Erkunt, traktör üretiminin yanı sıra dünyadaki diğer önemli traktör üreticileri için hidrolik aksam üretimi de yapmaktadır.

Proje Tanıtımı

Erkunt Traktör tasarımı tamamen Türk bir firma tarafından yapılan traktörlerini 2003 yılından beri Türk ve dünya piyasasına pazarlayan ve an itibariyle Türk firmaları içinde pazar payında üçüncü sırada yer alan bir firmadır. Sektördeki rakipleri düşünüldüğünde nispeten genç bir firma olması hasebiyle Endüstri mühendisliği uygulamalarına uygunluğu yadsınamaz derecede büyüktür. Proje sonunda hat besleme sisteminde kurulacak gelişmiş bir sistemin, 2023 hedeflerinde yerli üretime endekslenen bir ülke için önemi yadsınamaz . Proje amacı firma üretim sahası içinde ambardan üretim hattına forkliftler tarafından yapılan toplam sefer sayısını azaltmaktır. Bu azalmayla birlikte ihtiyaç listelerinin zamanında tamamlanması sağlanacak ve üretim hattında muhtemel aksaklıklar giderilecektir. Bu durum firmanın müşteri taleplerine daha hızlı cevap vermesi anlamına gelmekle birlikte üretim hattındaki hedeflenen kapasite sağlanabilecektir.

Proje girdileri projede uygulanacak iki aşamalı sisteme uygun olarak ikiye ayrılabilir. İlk olarak materyallere uygun lokasyonları atamak için en kesin veriler MRP listeleridir. MRP listeleri kullanım sıklığı çok olan materyali belirlemek ve onu ikmal noktasına en yakın lokasyona yerleştirmek için kullanılmaktadır. İkinci girdimiz olarak, ambardaki hücrelerin ikmal noktasına olan Manhattan mesafeleri söylenebilir. Manhattan mesafeleri üç boyutlu olarak düşünülmekte ve gerekli mesafe her eksen için belirlenen mesafelerin toplanmasıyla elde edilmektedir. Bu mesafeler projenin ikinci aşaması için iki hücrenin birbirine uzaklığının hesaplanmasıyla ikinci modelin kendine uygun yakınlıktaki materyali almasına imkan vermektedir. Öncelikli proje çıktısı bir ambar personelinin kullandığı forkliftin gün içinde bir seferde hangi materyalleri taşıyacağını gösteren listedir. Bu liste her personel için ayrı bir günlük çalışma planı sunacaktır. Buna ek olarak hazırlanacak arayüzle birlikte yeni gelen materyallerin lokasyon güncellemesi ve materyal lokasyon ve miktar bilgi hizmetleri de projenin çıktılarıdır.

Proje başlangıcında oluşturulan sekiz aylık plan dahilinde öncelikli olarak literatür araştırması, mevcut sistem analizi akabinde de problem tanımı gerçekleştirildi. Ambardan üretim hattına taşınan materyallerin gerek zaman gerekse adet olarak ihtiyacı karşılama problemi takip eden aşamalarla çözüme kavuşturuldu. İlk olarak projeye önerilebilecek lineer bir modelin; materyal çeşidinin çok fazla olmasından dolayı çözülmesi gerçekçi zamanda mümkün olmadığı (np-hard) için çözüm olarak sezgisel yaklaşım geliştirildi. Lai ve

diğerlerine(1999) göre np-hard problemler için sunulan iki aşamalı çözüm projede kullanılan sezgisel yaklaşımın temelini oluşturdu. Sezgisel yaklaşımlar java programlama diline uygun hale getirilerek projede iki aşamalı bir çözüm oluşturuldu. Projemizin çıktılarının doğrulanması ve geçerli kılınması için şu anki sistemle önerilen sistemin karşılaştırılması da projenin son aşaması olarak kabul edilebilir.

Projemiz boyunca araştırdığımız kaynaklardan Khourig ve Arnaout(2012) karşılaşmış olduğumuz problemin adını koymamızda yardımcı oldu. Buna göre projemizin ilk aşaması için çok düzeyli depo problemi çözülmektedir. Bu ilk aşama için yazılan model materyallerin üretim alanında kullanıldıkları hatlar ve küme büyüklükleri bilgilerini kullanarak mevcut rafların tekrar düzenlenmesini sağlamaktadır. Boya öncesi, boya sonrası, hidrolik ve transmisyon hatlarında kullanılan materyaller ayrı bölgelerde toplanmakta ve bir defada forklift tarafından alınan miktarların büyüklüklerine göre raflara dizilmektedir. Projenin ikinci aşamasını oluşturan model ise bir forkliftin üretim planlamadan gelen ihtiyaç listesine göre her seferde alacağı materyalleri gruplandırır ve günlük plan çıkarır. Gu'nun(2005) verdiği seed algoritmasıyla; kapasite kısıtı ve yakınlık kriteri ikinci modelin temel prensibini oluşturmaktadır. Modelin vereceği excel dosyası hangi forklift kullanıcısının hangi materyalleri taşıyacağını liste halinde sunmaktadır.

Bugüne kadar projenin temelini oluşturan modeller JAVA programına aktarılmış ve küçük miktarda materyal girdisi ile denenmiştir. Sonuçlara göre yazılımın şu anki sürümü materyalleri depo raflarına planlanan düzende dizmekte ve forklift tarafından taşınacak materyalleri kümelemektedir. Proje ekibi şu an mevcut düzenin bilgilerini girdi olarak kullanarak öngörülen iyileşmeyi saptama üzerinde çalışmaktadır. Proje ekibi tarafından şirkete projenin iki aşamasını da gerçekleştiren bir yazılım sunulması planlanmaktadır. Çalışanlar için kullanışlı bir arayüz geliştirilmesi ve depodan materyal aktarımında sürdürülebilir bir düzenin oluşturulması hedeflenmektedir.

Firma, bu projenin sonunda insan faktörünün en aza indirildiği ambardan üretim hattına materyal taşınmasını sağlayacak bir sisteme kavuşacaktır. Öncelikle materyaller sıklık kullanımına göre ikmal noktasına en yakın noktaya en çok kullanılan materyal dizilecek şekilde yerleştirildiği için "seed algoritması" nın ilk kuralı olan uygun bir "seed" hiyerarşisi gözetilmiş olacaktır. Ardından forklift içinde bir seferde gidecek materyaller kapasite kısıtına uyarak sefer sayısını en aza indirecek şekilde yazılan modüler programın verdiği çıktıyla her personel söz konusu gün içinde neyi taşıması gerektiğini önceden bilmiş olacaktır. Bu kapsamda insan faktörü mümkün olduğunca en aza indirgenecek olup danışman firmaların yüksek meblağlara yapacağı bir

sistem kurulumu gerçekleştirilmiş olacaktır. Hazırlanacak olan arayüzle birlikte ambar personeli kendi ID numarasını girerek kendi iş listesini çıkaracak ve tamamladığında listeyi yine bu arayüzle gncelleyebilecektir. Aynı zamanda tesellüm işleri ve aranan materyalin lokasyonu bu arayüzle sağlanabilecek olup çıktı ve girdiler mühendisinden ambar personeline kolaylıkla girilebilecek bir arayüzle insan faktörünü minimize etmede büyük fayda sağlanacaktır.

Kaynakça

- Lai et al. ‘Layout Design for a paper reel warehouse: a twostage Heuristic approach’. International Journal of Production Economics. 28 June 1999.
- Khourig and Arnaout. ‘Metaheuristic for the MLWLP’. Lebanese American University. Babylos. Lebanon. 2012
- Jinxiang Gu. ‘The forward reserve warehouse and dimensioning problem’. Georgia Institute of Technology. December 2005.

Yedek Parça Ambarı Talep Tahmini ve Süreç İyileştirmesi

Erkunt Traktör Sanayii A.Ş

Proje Ekibi

Deniz Alp
O. Kıvanç Kırıkçı
S. Kubilay Kütük
Gözde Sayın
S. İlayda Uysal

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Hakan Ali Koçer - Satış sonrası Hizmetler Müdür Yardımcısı
Bahar Aydın - Kurumsal Performans Mühendisi
Erkunt Traktör Sanayii A.Ş.

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Erkunt Traktör Sanayii A.Ş. 12 Eylül 2003 tarihinde, yerli sermaye ile kurulmuş ve tasarımı tamamen Türk mühendisler tarafından yapılan, Türkiye'nin ilk yerli tasarım traktörünü üretmeye başlamıştır. Traktör üretiminin yanı sıra hem kendi ürünleri hem de dünyadaki diğer önemli traktör üreticileri için hidrolik aksam üretimi de yapmaktadır. Bugün itibarı ile ürün gamında 8 tip ve 65 farklı model traktör bulunmaktadır. Erkunt Traktör, ürettiği traktör modelleri için Avrupa Birliği Homologasyon Belgesi almaya hak kazanmıştır.

Proje Tanıtımı

Veri analizi günlük, haftalık ve aylık parça akışı olan firmalar için can alıcı bir noktadır. Doğru veri analizi, depoda tutulacak ve depoda tutulması gereken parça miktarının belirlenmesinde çok önemlidir. Projeye başlama amacı, yedek parça analizinin doğru bir biçimde yapılması için bir veri tahmin programı oluşturmaktır. Veri tahmin programı, geçmiş verileri kullanarak gelecek ay için bir tahminde bulunur. Bu tahmine göre de depoda tutulması gereken yedek parça sayıları bilinebilir. Proje başarılı olursa hem deponun dönme hızı artar hem de depoda gereksiz parça tutulması önlenir. Proje çıktısı firmanın ORACLE sistemine entegre edilip, verileri kendi içerisinden alacaktır. Aldığı verilerle bir sonraki ayın tahminini ekrana yansıtacaktır. Proje çıktısı, veri tahmini yapan birçok şirket için yararlı olacaktır. Yalnız yapılan tahmin programında sadece üç metot kullanıldığından ve firmanın veri azlığından dolayı diğer firmalara bu sistem uygulanırken yöntem sayısı artırılmalı ve sezonsallık gibi konular da incelenmelidir.

Erkunt Traktör'de daha önce böyle bir sistem olmadığı için oluşturulan sistem basit ve şirketin ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek şekilde oluşturulmuştur. Veri azlığından dolayı sadece üç metot ile şirketin ihtiyaçları karşılandığından var olan sistemin iyileştirilmesi yerine yeni bir sistem oluşturulmuştur.

Veri tahmin programında hareketli ortalama (3)-(6) ve üstel düzeltme metotları kullanılmıştır. Veri azlığı nedeniyle diğer metotlar elenmiştir. Sadece iki yıllık veri olduğundan sezonsallığın iyi bir sonuç vermeyeceği anlaşılmıştır. Program C++'da yazılmıştır ve en az dokuz ay en fazla yirmi dört aylık veri ile çalışmaktadır. Programa veriler girildiğinde içerisinde sırayla 3 metodu da kullanmakta ve her seferinde ortalama karesel hatayı sistemde tutmaktadır. En düşük hata oranını tutarak bir ay sonrası için o yöntemi kullanıp ekrana o veriyi çıkartmaktadır. Program üstel düzeltme metodunu kullanırken α değerini 0.1'den 0.99'a kadar denemektedir.

Proje şu aşamada sadece elden veri girişi ile çalışmaktadır ve Excel'den dosya okuması için çalışılmaktadır. Elden veri girişi depoda bulunan on bin parça için neredeyse imkansızdır ve firma için yarardan çok zarara neden olmaktadır. Kısa zamanda bu eksikliğin de tamamlanmasıyla birlikte şirket, veri tahmin programını kendi sistemlerine rahatça entegre edebilecektir.

Projenin bir diğer kısmı ise 'Temel Performans Göstergeleri (KPI)'nin belirlenmesi ve değerlendirilmesinden oluşmaktadır. KPI genellikle kurumların faaliyet gösterdikleri alandaki başarılarını değerlendirmekte kullanılır. KPI, organizasyonların hedefleri

doğrultusunda ilerleme ve iyileştirme aşamalarını tanımlayıp ölçmesine yardım eder; üretim ve depolama süreçlerinin iyileştirilebileceği alanların bulunmasına yardımcı olabilir veya ciddi bir sorunla karşılaşmadan önce, olası sorunlar konusunda uyarı mekanizması olarak rol oynayabilir. Performans göstergeleri alt kategorilere ayrılabilir: Ölçülebilir göstergeler ve sayısal veriler, kurum süreçlerini gösteren pratik göstergeler, kurumun iyi veya kötü gidişatını gösteren yön göstergeleri, kurumun değişime olan etkisini gösteren hareket göstergeleri ve finansal göstergeler. Bu göstergelerin belirlenip değerlendirilmesi aşaması ise tamamlanmıştır.

Projenin üçüncü ve son aşaması ise, proje sürecinde ortaya çıkan bir durumla ilgilidir. Projeye başlandığında mevcut depoyla ilgili iyileştirmeler hedeflenmişti. Ancak projeye başladıktan sonra talep tahmini kullanarak bunu geliştirmek ve iyileştirmek asıl hedef haline geldi. Şimdi Erkunt Traktör yedek parça deposunun yetersizliği nedeniyle daha büyük bir depo almış bulunmaktadır. Bu deponun en etkili ve kullanışlı şekilde yerleşimi projeye dahil edilmiş ve projenin son aşaması olarak belirlenmiştir. Yeni deponun yerleşim planı fabrikadan tedarik edilmiştir ve yeni depo incelenerek resimleri çekilmiştir. Tüm bunların yanı sıra yeni depo çalışanlarıyla görüşülerek problemleri dinlenmiştir. Tüm bu toplanan veriler ve belirlenen problemler ışığında ise parça lokasyon analizi sonucunda belirlenen sık kullanılan malzemelerin en kolay alınacak yere konulması ve parçalar arası gruplandırma yapılması, barkod sistemi, forklift ve konveyör kullanımı, günlük yedek parça veri girişi ve L ya da U sistemlerinin denenmesi ve uygun olanın bulunması gibi önerilerde bulunulmuştur. Bu önerilerin ışığında ise belirlenecek yerleşim planı parça sayısı, parçaların özellikleri gibi unsurlar göz önünde bulundurularak düzenlenip fabrikaya sunulacaktır. Bu yeni yerleşim planının sürdürülebilir ve esnek olması içinse projenin ilk aşamasında tamamlanan talep tahmini programının uygulanması büyük ölçüde yeterli olacaktır. Böylece yeni depo en etkili ve kullanışlı şekilde yerleşimi bittikten sonra, talep tahmini programı kullanılarak etkili bir şekilde yönetilecektir. Bu da projenin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından oldukça önemlidir.

Projenin elde edilmesi gereken en önemli sonuç etkili bir talep tahmin yönetimi oluşturulmasıdır. Bu yönetim Erkunt Traktör'ün yedek parça ambarındaki fazla stoğun azaltılması ve uzun zamandır işlem görmeyen ürünlerin belirlenmesinde kullanılacaktır. Ayrıca bugüne kadar tek bir çalışan tarafından tamamen kendi gözlem ve tecrübesiyle verilen siparişler, bundan sonraki süreçte, istatistik verileri doğrultusunda hareket eden algoritma ile verilecektir. Kullanılan talep tahmin yönetim sisteminin dinamik bir yapıda olması firmanın ve

piyasanın değişen şartlarına ayak uyduracaktır. Bunun yanı sıra, program, firmanın, günün ve piyasanın şartlarına göre yapacağı güncellemelere ve değişikliklere açıktır. rnek vermek gerekirse; mevcut programda kullanılan talep tahmin yöntemi firma için en etkili şekilde ayarlanmış olsa bile olası bir ekonomik sıkıntıda mevcut stok seviyeleri ve emniyet payları aşağı çekilebilecektir. Bu projenin sonunda, sürekli büyümeyi amaçlayan ve bunun yanı sıra marka değerini oluşturup, güvenilirliğini arttırmak isteyen Erkunt Traktör'n, satış sonrasında çiftçilerin memnuniyetindeki en temel unsur olan satış sonrası hizmetlerin geliştirilmesi sağlanacaktır. Proje, sonuçlarını uzun vadede verecek bir proje olduğundan henüz tam olarak denenmiş ve rasyonel sonuçlara sahip değildir.

Eti ikolata Fabrikası Hammadde Deposu İçin Yerleşim Düzeni Tasarlanması

Eti Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş.

Proje Ekibi

Tuğçe ömlekioğlu
Süheyl Güleçyüz
Yiğitcan Hatay
Hülya Patır
Yasemin Begüm Pirinç
Pamir Yanık

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Şükriye Özkır, ETİ Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Sistem Geliştirme Analisti

Akademik Danışman

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

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 fabrikasını (Kek Fabrikası, ikolata Fabrikası, Bisküvi Fabrikası, Kraker Fabrikası, Bozüyük Fabrikası) bünyesinde barındırmaktadır. Beş ana fabrikada üretim kapasitesi yaklaşık olarak 350.000 ton/yıl olarak hesaplanmıştır.

Proje Tanıtımı

ETİ Çikolata Fabrikası hammadde depolarında ürün taşıma ve yerleştirme süreçlerinin, çalışanların sadece kendi kararlarıyla gerçekleştirilmesi, ürün takip sürecini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Mevcut sistemde bu süreçler için herhangi bir eniyileme algoritması kullanılmamaktadır. Buna ek olarak fabrikanın artan üretim hacmi, depo alanlarının bir kısmının üretim hattına dâhil edilmesine ve hammadde depo kapasitelerinin azalmasına neden olmuştur. Sonuç olarak depo kısıt kuralları uygulanamaz hale gelmiştir. Projemizin amacı matematiksel bir modeli temel alan kullanıcı dostu bir karar destek sistemi tasarlayıp uygulayarak, zaman ve maliyet kaybının önüne geçerek, daha verimli bir sistem hazırlamaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalar proje ekibimizce yürütülmüş ve farklı metotlar kullanılarak çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

Karar destek sistemimiz, depo kısıtlarını göz önünde bulundurarak ve en sık kullanılan ürünleri, ürün çıkış noktasına en yakın yere konumlandırarak ürün taşıma ve yerleştirme süreçlerinin çalışanların inisiyatifinde olması durumunu uygulanması halinde ortadan kaldıracaktır. Böylece forklift hareketlerine bağlı olan maliyet ve zaman kaybı en aza indirgenecektir. Proje, üretim planlama ve bilgi teknolojileri departmanlarına sunulacaktır.

Proje çıktısının içerdiği yenilik unsuru, firma düzeyinde yenilik kategorisinde konumlandırılabilir. Firmanın kullandığı SAP sistemi fabrikaya girişi yapılan hammaddeler ve bu hammaddelerin hangi depoya konulması gerektiği hakkında bilgi verirken, mevcut sistemde hammaddelerin hangi depolarda ve hangi raflarda bulduklarına dair bilgi vermekte yetersiz kalmaktadır. Matematiksel model, Xpress programı ile çözülmüş ve ara yüz Java koduyla oluşturulmuştur. Projede literatürde yer alan ürün yerleştirme eniyileme modellerinden yararlanılmış ve Eti depolarında uygulanabilecek bir model yaratmak adına çeşitli eklentiler ve değişiklikler ile modele son hali verilmiştir. Depo bazında ürün takibini en iyi biçimde yapabilmek için SAP girdi ve çıktıları büyük önem taşımaktadır. Projede kullanılan kod bu noktada geliştirilmeye açıktır.

Üretim planlamada karar destek sistemi ihtiyacı firma tarafından iletildikten sonra, projeye sistem analizi ile başlanmıştır. Ürün takip süreçlerinin mevcut durumu analiz edilmiştir. Hammadde deposu 200, 201 ve 202 kodlu 3 ayrı alt depodan oluşmaktadır. Her bir depo için geçerli olan kısıtlar vardır. Bunlar alerjen grubuna ait olan ürünlerin yan yana konulmaması, raflarda boş yer olduğu sürece ürünlerin koridorlara yerleştirilmemesi ve FIFO kuralıdır (depoya ilk giren ürünün ilk

çıkması gerekliliği). FIFO sayesinde son kullanma tarihi geçme vakalarının sayısını aza indirgenmesi hedeflenmektedir.

Matematiksel modelin parametreleri; mesafe, ürünlerin bloklardan çekilme sıklık oranı, ürünlerin günlük talepleri ve ürün yerleşiminde raflar tamamıyla dolu olduğunda koridorlara yerleştirilen ürünler için kullanılan “koridor kullanımı ceza kat sayısı”dır. Bu kısıt ve parametreler doğrultusunda varsayımlarımız belirlenmiştir.

Model oluşturma süresince çözüm odaklı yaklaşımımız, depo alanlarının koridor ve raflar dâhil olmak üzere bloklara ayrılması, sorunun çözülmesinde kolaylık sağlayıcı bir etmen olmuştur. Bu karar doğrultusunda her bir 80x120 cm² paletlik alan 1 bölme olarak düşünülmüş ve her 10 bölmenin 1 bloğa karşılık geldiği kabul edilmiştir. Her bir deponun kapasitesi, içerdikleri blok sayıları cinsinden hesaplanmıştır ve üretim hattından talep edilen günlük hammadde miktarları blok türünden belirlenmiştir. Bu günlük talep miktarları Üretim Planlama Departmanı’ndan tedarik edilmiş olup, bu talepler doğrultusunda her bir ürün tipinin üretim hattından çekilme sıklığı değerleri Excel yardımı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan “ürün çekilme sıklık oranı” depoya giriş çıkış hareketi fazla olan ürünlerin depo kapısına en yakın yere yerleştirilmesi için anahtar rol oynamaktadır. Mesafelerin belirlenmesinde her bir bloğun merkez noktasından depo kapısına olan uzaklığı metre cinsinden belirlenmiştir. Ürünlere ayrılan bölme sayıları ise Little Yasası’ndan yararlanılarak bulunmuştur. Ürün verileri hammadde stok bilgileri olarak SAP’den çekilmiş ve Mart ayı girdileri temel alınmıştır.

$$\text{TOPLAM ENVANTER MİKTARI} = \text{Hammadde Miktarı(parça/gün)} * \text{Planlanan envanter süresi(gün)}$$

Bütün kısıtlar, parametreler ve varsayımlar doğrultusunda amaç fonksiyonları kat edilen mesafeyi en aza indirmek olan iki model yazılmıştır. Bu modeller şu şekilde farklılık göstermektedir: İlk modelde koridorlar kapasiteye dâhil değildir ve ürünlerin koridorlara yerleştirilmesi durumunda verilen ceza katsayısı ile koridorlara yerleşim bir maliyet olarak geri dönmektedir. İkinci modelde ise koridorlar depo kapasitesine dâhildir, koridora konulan ürün için ceza katsayısı yoktur ve depolar tam kapasitede çalışmaktadır. Bu modeller Xpress programı kullanarak çözülmüştür. İlk olarak mevcut sisteme göre %80 depo kapasitesi kullanılarak ürünler rastgele olarak depoya yerleştirilmiş ve 30 deneme sonucunda 121.568 ortalama forklift birimi hareketi” gözlemlenmiştir. İlk modelde ise % 80 kapasite için sonucun 80064 birim “forklift hareketi” çıktığı görülmüştür. Bu modelde ceza katsayıları da hesaba katıldığı için çıkan sonuç bir “forklift hareketi”

birimi olarak alınmıştır. Rastgele yerleşimde %100 kapasite için 21.650 metre; ikinci matematiksel modele göre olan yerleşimde ise sonucun 16.048 metre çıktığı görülmüştür.

Hesaplanan bölme, blok, mesafe ve ürünlerin günlük çekilme sıklık oranı değerleri doğrultusunda, günlük çekilme sıklık oranı yüksek olan bloğun üretim hattına en yakın yere yerleşimini hedefleyen yaklaşımımız mevcut duruma oranla forklift hareketlerinde her bir dolun için kat edilen yolda 5.6 m kısalma sağlamaktadır. Projenin kendi başına bir maliyeti olmadığı da göz önüne alınırsa, proje hayata geçirildiğinde kar edilmeye başlanacaktır.

FIFO'nun doğru şekilde uygulanmasını sağlayacak, blok içi yerleşimleri ile ilgili Java yardımı ile sezgisel bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bloklara yerleştirilen ürünlerin blok içinde; duvar kenarlarından başlayıp depo girişine en yakın olan bölüme doğru yerleştirmesini temel alan bu yaklaşım ile, depo içindeki plansızlıktan kaynaklı problemler büyük oranda çözülmüştür.

Ford Otosan İnönü Fabrikası'nın Fazla Envanter Miktarının Azaltılarak Ambar Verimliliğinin Artırılması

Ford Otosan İnönü Fabrikası

Proje Ekibi

Merve Oymagil
Nazlı Balamir
Bertan Sevinç
Berk Soylu
Aysu Akay

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Serkan Kabalı
Ford Otosan Tedarik Zinciri Tasarım Uzmanı

Akademik Danışman

Doç. Dr.İbrahim Akgün
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Ford Motor Company ve Koç Holding'in eşit oranda hisse sahibi oldukları halka açık bir şirket olan Ford Otosan (Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.), 1959 yılında kurulmuştur. Ford Otosan İnönü Fabrikası ise 1982 yılından beri %100 Türk işgücü ile çalışmaktadır. 1,1 milyon metrekarelik alana kurulmuş olan fabrikada, Ford Cargo kamyon, çekici ve Ecotorq motorlar üretilmektedir. Ford Otosan İnönü, 1500 kişilik çalışanı, 240 kişilik Ar-Ge mühendislik kadrosu ve yaygın satış, servis ve yedek parça ağı ve yıllık 10000 adet kamyon üretim kapasitesiyle, müşterilerin ihtiyaçlarına en uygun çözümler sunarak, yüksek kalitede hizmet vermeye devam etmektedir.

Proje Tanıtımı

İnönü Fabrikası'nda, üretim kapasitesi kullanımı ile bağdaşmayan yüksek envanter seviyesi, üretimde ve depolamada verim kaybına sebep olmaktadır. Anlık bir analiz yapıldığında, kapasite kullanımı %60'lardayken, ambar doluluk oranının %90 civarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda projenin hedefi ambar verimliliğini arttırarak fazla envanter miktarının azaltılması olarak belirlenmiştir. Projenin alt hedefleri ise süregelen sorunların çözülmesi ve ileriye dönük uygulanabilir çözümlerin geliştirilmesi olarak açıklanabilir. Proje kapsamında tespit edilen hedeflere ulaşmak için sistem ve veri analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda sistemde var olan hataların tespiti ve düzeltilmesi ile ileriye dönük çözüm olarak optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Bu model GAMS Solver ile çözülmüş ve optimum sonuçlar elde edilmiştir. Geliştirilen matematiksel model Karar Destek Sistemine dönüştürülmüştür.

İlk olarak sistemanalizi aşamasında, şirketin üretim planı, tedarikçilerle ilgili kısıtları, sipariş işlemleri ve ambarlama yöntemleri incelenmiştir. Veri analizi olarak ise hacim ve maliyet cinsinden ayrı ayrı en önemli ilk 10 ana ürün saptanarak bu iki kümenin kesişimi alınmış ve en önemli 17 ana ürün belirlenmiştir. Bu 17 ana ürün 7000 parçalık stok içinden 150 farklı parçaya tekabül etmektedir. Excel'de 17 ana ürüne yönelik envanter seviyeleri simülasyonu yapılarak, teorik ve gerçekleşen envanter seviyeleri karşılaştırıldığında önemli farklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu farkların nedeni hem sistem hem de alanda incelendiğinde tedarikçiden kaynaklı fazla sevkiyat gelmesi, sistemdeki BOM ve parametre hataları ve üretim planı dalgalanmasından kaynaklı hataların problemin kök nedenlerini oluşturduğu saptanmıştır. Yapılan incelemeler sonucu, sevkiyat sürelerinin sistemde gerçekleşen süreden daha uzun tanımlandığı ve bu durumun fazla envantere neden olduğu belirlenmiştir. Tüm parçalar için gerçek sevkiyat süreleri hesaplanarak sistemde gereken düzeltmelerin yapılması sonucu envanter seviyesinde 345 m³ iyileşme sağlanmıştır. Ancak, bu oran istenilen seviyede düşüş sağlamadığından, bu çözüme ek olarak, var olan yüksek envanter seviyesini oluşturulacak ek üretim planlaması ile azaltılmasını sağlayacak bir çözüm önerisi geliştirilmiştir. Çözüm önerisi olarak geliştirilen matematiksel modelin esasını, fazla envanter miktarını maliyet cinsinden en fazla azaltacak ve en az miktarda yeni sipariş gerektiren kamyon çeşidi ile bu kamyon çeşidinin üretim sayısını belirlemek oluşturmaktadır. Geliştirilen matematiksel modeli şirkette çözdürebilecek program mevcut olmadığı için bu model sezgisel algoritmaya çevrilerek Visual Basic kodlama dilinde Karar Destek

Sistemi oluşturulmuştur. Şirkette şu ana kadar böyle bir sistem uygulanmadığı bilinmektedir. Karar Destek Sistemi'nin verdiği amaç fonksiyon değeri ile optimizasyon modelinin amaç fonksiyon değeri karşılaştırıldığında %2.51 seviyesinde fark olduğu görülmüştür. Böylece Karar Destek Sistemi doğrulanmıştır.

Karar Destek Sisteminin şirkette öngörülen kullanım basamakları şöyledir: Ambar doluluk oranı arttığında, Malzeme veya Üretim Planlama Departmanı sistemi çalıştıracak ve sistemin yönlendirmesiyle gereken bilgiler girilecektir. Algoritma çalışacak ve sistem sonuçları kullanıcıya rapor halinde sunacaktır. Bu rapor; kamyon model ve adetlerini, araç başı ve toplam envanter tasarrufu miktarlarını, araçların üretilebileceği en erken tarihi, yeni sipariş edilmesi gereken parçaları ve de en çok envanter tasarrufu sağlanan 5 parçanın bilgisini içermektedir. Daha sonra kullanıcı bu çıktıları Satış Departmanı ile değerlendirecek ve satış stratejileri doğrultusunda üretime karar verecektir. Böylelikle hem kullanımı olmayan hurda edilmesi muhtemel parçalar değerlendirilerek satışta avantaj sağlanmış olacak, hem de bu tip parçaların ambarda gereksiz yer işgal etmesi önlenmiş olacaktır.

Karar destek sistemi iki alt modülden oluşmaktadır. Arayüzü sayesinde farklı senaryoları test etme olanağı sunmaktadır. İlk modül mevcut stoklara göre en fazla envanter tasarrufu sağlayacak araçlar konusunda öneri verir. İkinci modül siparişi olan bir aracın envanter kazancını yada zararını ve araç karlılığının (envanter kazancının) en yüksek olduğu sipariş miktarını göstermektedir.

Sistemin ilk modülünün girdileri her bir parça için fazla envanter miktarı, parçaların maliyeti, kutudaki parça sayısı, faiz oranı ve parçaların BOM bilgileridir. Sistemin çıktıları ise kamyon sayısı, kamyon çeşidi, sipariş edilecek kutu sayısı, satın alınacak malzeme çeşidi ve sayısı, toplam net mali kazanç ve seçilen kamyonların üretimine en erken başlanabilecek olan tarihtir. Fazla stok miktarı, parça maliyet bilgisi, paket içi adet gibi bilgiler şirketin ERP sistemi olan CMMS sisteminden otomatik olarak Karar Destek Sistemi'ne aktarmaktadır. Karar Destek Sistemi ile CMMS arasındaki bu bağlantı, Visual Basic ile kodlanan algoritmanın içerisine entegre edilmiştir. Kullanıcı faiz oranını sisteme kendi girerek değişik oranlara göre karar verebilmekte, aynı zamanda üretilecek maksimum kamyon sayısı ve kamyon çeşidini değiştirip, farklı senaryolar gözlemleyebilmektedir.

Sistemde varolan fazla stok seviyesini belirlemek amacıyla parçalar; uzun süreli kullanılmadığı için 6 ay sonra hurdaya çıkacak olan parçalar ve üretim planına göre sık kullanılan parçalar olarak sınıflandırılmıştır. Kazanç hesaplanırken uzun süreli kullanılmayan parçaların maliyeti kazanca fırsat maliyeti olarak eklenmektedir. Bunun yanı sıra o parçanın en erken ne zaman kullanılabilmesi belirlenerek

envanterde beklemeyeceği süre için faiz hesaplanarak kazanca eklenmektedir. Ancak, üretime başlanma süresi kadar daha parçalar envanterde bekleyeceğinden bu sürenin faizi kazançtan çıkarılır. Böylelikle en optimum kamyon modeline karar verilirken kamyonların üretime başlaması için gereken süre de göz önüne alınmış olmaktadır. Sık kullanımı olan parçalar ise 6 ay sonra hurdaya çıkmayacağı için maliyetleri fırsat maliyeti olarak kabul edilmez ve kazanca eklenmez. Bir parçanın envanter seviyesi üretime yeterli olmadığı durumlarda eksik parça ihtiyacına göre satın alınması gereken kutu miktarı belirlenir. Satın alınacak parça hurdaya çıkacak olanlar sınıfında ise kutu sayısı, kutu içindeki parça adeti ve birim fiyat verileri çarpılarak kazançtan düşülür. Ancak, kullanımı olan parçalar sınıfındaki satın alımlar kazançtan düşülmemektedir. Sistemin çıktısı olarak satın alınması gereken envanter listesi gerekli birimlere raporlanır. Böylece satın alınacak malzemelere ve hangi ortak malzemelerin eksik malzemeler yerine kullanabileceğine karar verilebilir.

Sistemin ikinci modülünde isesiparişi olan bir aracın kaç adet daha fazla üretilmesi halinde varolan sistemde en iyi kazancın oluşacağı bilgisi kullanıcı ile paylaşılır. Bu noktada sistem verilerine göre sipariş miktarından daha fazla kamyon üretmek daha karlı ise kullanıcı çeşitli promosyonlarla kalan kamyonların satılmasına olanak sağlayacaktır.

Elde edilen sonuçlara göre sistem, şirketin fazla envanter miktarını maliyet cinsinden %32 düşürmektedir. Karar destek sisteminin çıktıları şirketle paylaşılmış, elde edilen sonuçlar uygulanabilir ve mantıklı olarak değerlendirilmiştir. Üretilebilecek kamyon tiplerinin satışı için pazarlama stratejisi geliştirmek ve kamyon fiyatlarını düzenlemek amacıyla Pazarlama Departmanı ile görüşmeler sürdürmektedir. Şirketin isteği dahilinde uygulanan karar destek sisteminin telif hakkı alınıp başka şirketler tarafından kullanılmasının engellenmesi de mümkündür

Kaynakça

"Ford- Ford Otosan". *Ford- Ford Otosan*. Ford OTOSAN Company, n.d. Web. 2 Apr. 2014

Acil Bölümü Hasta Transferi ve Yatış İşlemleri Süreç Analizi ve İyileştirilmesi

Güven Hastanesi

Proje Ekibi

Ayşe Gül Doğru
Edizcan İkizoğlu
Sırma Karakaya
Cansu Kılıç
Esra Ozan
Berk Torun

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Seda Kahraman, Güven Hastanesi,
İnsan Kaynakları Uzmanı

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Alp Akçay
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Güven Hastanesi Ankara'nın ilk özel hastanesi olarak 1974 yılında kurulmuştur. 40.000 m² alan üzerinde kurulan Güven Hastanesi, 254 yatak ve 11 ameliyathaneye sahiptir. Ankara'nın en güvenilir ve en popüler özel hastanelerinden biridir. Güven Hastanesi 1974 yılından beri hastalarına yüksek kalitede hizmet sunarak, her sene hasta sayısını ve talebini artırmayı başarmıştır. Birçok alanda hastalarına değişik seçenekler sunabilmektedir. En çok tercih edilen özel hastane olması nedeniyle acil servisi en yoğun olan hastanelerden biridir. Ayrıca, 24 saat açık çocuk polikliniğine sahip Türkiye'deki tek özel hastanedir.

Proje Tanıtımı

Sağlık hizmetleri operasyon yönetiminde “Acil Tıp (Acil Servis) çok önemli bir süreci içermektedir. Her süreçte olduğu gibi bunda da hastaneler problemler ile karşılaşmakta, kimi problemleri görmezden gelerek daha büyük ve önemli problemlerin doğmasına sebebiyet vermektedir. Projenin temel amacı; Güven Hastanesi acil bölümünün gözlem ünitesinden hastaların kata çıkma süresini azaltarak acil bölümünde oluşan kalabalığı en aza indirebilmektir. Mevcut sistemi analiz edebilmek ve iyileştirilmesi gereken noktaları belirlemek adına acil bölümünün ve diğer bölümlerin işleyişi benzetim programı Arena ile kurulmuştur. İkinci aşama olarak problemlerin kaynağı incelenmiş ve problemleri giderebilmek için kimi iyileştirmeler düşünülerek bu iyileştirmelerin sistemi nasıl etkilediği gözlenmeye çalışılmıştır. Güven hastanesi bu probleme geçici çözümler üretmeye çalışmıştır. Hastane personeli söz konusu uzun bekleme sürelerini sezgisel yöntemlerle halletmeye çalışmaktadır. Bu yöntemler teknik bir altyapıda olmadığından, etkin sonuçlar alınamamıştır. Bizim önerdiğimiz tüm yöntemler benzetim programında denenmiş ve sonuçlar önceden gözlemlenmiştir. Çizelgeleme değişikliği dünyada çoğu hastanede uygulanıyor olsa da Türkiye’de az sayıda hastane tarafından uygulanmaktadır. Bu açıdan projemiz firma düzeyinde yenilik kategorisindedir.

Mevcut sistemde, hastalar acil bölümünde yatış kararları verildikten sonra gözlem odasına alınıp katlarda boş yatak bulunana kadar bekletilmektedir. Bu süreçte, katlarla acil bölümü arasında iletişim hasta danışmanları tarafından sağlanmaktadır. Hastanenin mevcut sistemiyle, katlarda boşalan odalar hasta danışmanları tarafından görülebilmektedir. Bu danışmanlar katlardaki herhangi bir oda yatış için hazır hale geldiğinde acil bölümüne haber vermekte ve hasta yatışını gerçekleştirmektedir. Mevcut durumda, acil bölümünün gözlem ünitelerinde hastaların kata çıkmak için ortalama iki saate yakın beklediği gözlemlenmiştir. Bu süre sistemin genel işleyişi sırasında acil bölümünde kalabalığın artmasına ve gözlem ünitelerinin yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Sistem benzetim programı ile incelendiğinde bu süreyi etkileyen en önemli etkenin katlarda gerçekleşen tabur işlemleri olduğu anlaşılmıştır. Tabur işlemleri acilden katlara geçiş yapan, doğrudan polikliniğe gelip katlara yatan ve yoğun bakımdan katlara geçen hastaların tedavilerinin sonlandığında tabur işlemlerinin başlamasından hastaneden çıkış yapmalarına kadar olan süreci içermektedir. Katlardaki tabur işlemlerinin uzaması yatağın boşalma süresini etkilemekte böylelikle acilde bulunan hastanın kata çıkma süresi artmaktadır. Projede çözülmesi gereken ana problem;

katlarda tedavi süreci tamamlanan hastaların tabur süreçlerinin çeşitli faktörlere bağlı olarak uzun sürmesinden dolayı acilden katlara yatış kararı verilen hastaların yatış işlemlerinin gecikmesi, hastaların gözlem odasında fazla bekletilmesi ve buna bağlı olarak gözlem ünitesinde oluşan kalabalıktır. Bundan dolayı; genel süreci iyileştirmek adına tabur sürelerini iyileştirmeye yönelik çözümlere önem verilmiştir. Bunun yanı sıra, acildeki yoğunluğu azaltmak ve süreci iyileştirmek adına acilden katlara yatış kararı verilen hastalar için ara istasyon (bekleme locası) fikri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Mevcut sistemde hastaların tabur işlemleri için doktorların onayı gerekmektedir. Doktorlar katlara sabah 8, öğlen 12 ve öğleden sonra 5 olmak üzere günde üç kere gelmektedir. Bu da doktorların hastaların tabur onayını katlara geldikleri bu vizite saatlerinde verebilmeleri anlamına gelmektedir. Bu durum kimi hastaların viziteyi kaçırmamasından sonra uzun süre beklemesine sebep olmakta ve süreci uzatmaktadır. Önerdiğimiz çizelgeleme değişikliklerinden biri doktor vizite zamanlarını belirli saatlere sınırlamak yerine gün içinde (8:00-17:00) sürekli hale getirerek hastaların günün herhangi bir saatinde tabur onayı işlemini gerçekleştirmektir. Bu değişiklikle birlikte tabur işlemleri süresinde 17%'lik bir azalma elde edilmiş, acilden kata çıkış süresi de 1% azalmıştır. Bir diğer önerilen çizelgeleme değişikliği de gün içinde var olan mevcut sistemi devam ettirip gece; 22:00-1:00 saatleri arasında sürekli bir doktor vizite programı ile hastaların sabah saatlerini beklemeden tabur işlemlerini gerçekleştirmeye yöneliktir. Böyle bir değişiklikle tabur işlemleri süresinde 21%'lik bir iyileşme ve acilden kata çıkış süresinde 0.01%'lik bir azalma ön görülmektedir.

İkinci önerilen yöntemde bakılacak olursa; var olan sistemde acilden kata yatış kararı verilen hastalar uygun oda bulunana kadar gözlem ünitesinde bekletilmektedir. Önerilen yöntemde eğer tek kişilik odalarda boş yer varsa acilde kata yatmayı bekleyen hastalar bir kat hemşiresi refakatinde tek kişilik odalara alınıp daha sonra istediği tür odaya(çift kişilik veya VIP) alınmaktadır. Hasta eğer tek kişilik oda istiyorsa zaten yeri değişmemektedir. Tek kişilik odalarda yer yok ise hasta gözlem ünitesinde bekletilmeye devam etmektedir. Böyle bir politika hayata geçirildiğinde acil bölümünde oluşan kalabalığın azalması beklenmektedir. Benzetim modelinde böyle bir politika denendiği zaman acilden kata çıkış sürelerinde yaklaşık 300%'lük bir iyileşme elde edilmiştir; ancak bununla birlikte tabur işlemleri süresinde 10%'luk bir artış meydana gelmiştir. Tabur işlemleri süresinin artmasının en önemli sebebi, uygulanan politika ile birlikte bir süre sonra katlarda hasta birikimi olmasına rağmen katlardaki süreçlerde görevli olan personel sayısının aynı kalmasıdır. Hastane, tabur işlemleri süresinde 10%'u kayda değer bir artış olarak değerlendirirse, sorun

personel sayısını ve yatak sayısını artırmak ile çözülecektir. Bizim analizlerimize göre; personel sayısı ve yatak sayılarında 20%'lik bir artış tabur işlemleri sürecini yaklaşık 15% iyileştirerek ortaya çıkan problemi gidermektedir.

Hastanenin hâlihazırda uyguladığı politikada katlarda taburcu olmasına karar verilen ve işlemleri başlayan hastalar işlemler tamamlandıktan sonra istedikleri bir zaman tedavi gördükleri odayı bırakarak hastaneden gitmektedirler. Yapılan gözlemlere göre; hastaların ortalama 10%'u tabur işlemleri erken saatlerde bitse bile çeşitli faktörlere bağlı olarak akşam saatlerinde çıkmak istemektedirler. Bu durumda dolaylı olarak acilden kata çıkış sürelerini artırmaktadır. Önerilen yöntemde, eğer çift kişilik odalarda yer var ise hastalar buldukları odadan alınıp hastane çıkışı gerçekleşene kadar çift kişilik odalara alınmaktadır. Yer yok ise tedavi gördüğü odada beklemeye devam etmektedir. Bu politika ile tabur işlemlerinde 0.0005%'lik oldukça düşük bir iyileşme gözlemlenmiştir. Dolayısıyla; bu politika uygulanabilirlik açısından zayıftır; ancak yurtdışındaki örnekler göz önüne alındığında hastane ile işbirliği ile geliştirilebilir olduğuna inanmaktayız.

Acilden katlara çıkış süresini azaltmak hastane ile işbirliği içinde gerçekleşecek bir süreci içermektedir. Bu yüzden projenin gerçekleşme düzeyini belirlemek için hastaneyle ortak olarak çalışılmalıdır. Önerilen yöntemler bu aşamada benzetim programı ARENA ile denenmiş ve yöntemlerin süreci ne kadar iyileştireceği ön görülmeye çalışılmıştır. Bundan sonraki süreçte plan; hastane ile işbirliği içinde önerilen yöntemlerin artılarını eksilerini tartışarak hastanenin uygulayabileceği hale getirebilmek, gerekirse yeni çözüm yolları araştırıp daha farklı politikalar geliştirmek olacaktır. Projenin uygulanması sonucunda gerçek veriler analiz edilecektir.

Kaynakça

“Simulation-Based Verification of Lean Improvement for Emergency Room Process” accessed at <http://www.informs-sim.org/wsc08papers/182.pdf> as February 8, 2014

“Understanding hospital and emergency department congestion: an examination of inpatient admission trends and bed resources” accessed at http://www.cjem-online.ca/sites/default/files/pg18_1.pdf as March 5, 2014

Ameliyathane Çizelgeleme Karar Destek Sistemi Geliştirme

Güven Hastanesi

Proje Ekibi

Başak Oğuz
Berk Özden
Cem Özgür
Kerem Tuncel
Ahmet Can Uygur
Bartu Varol

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Ersan Özdeş, Güven Hastanesi
İK Müdür Yardımcısı

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Ankara Güven Hastanesi, 1974 yılında küçük poliklinikler halinde kurulmuştur [1]. Şu anda 1200 çalışanıyla, 254 yatağı ve 11 ameliyathane odası olan iki bin metrekarelik alanda, dört bloktan oluşan bir özel hastanedir. Ankara Güven Hastanesi, Akreditasyon Kalite Belgesi (Joint Commission International, JCI) ile hastalarına kalite onaylı bir hizmet vermektedir. Türkiye'deki hastanelerin %34'ü özel işletme olmakla birlikte, Güven Hastanesi Ankara'daki 21 özel hastaneden biridir [2]. Hastanede yılda yaklaşık otuz bini acil, yedi bini planlanmış olmak üzere gerçekleştirilen ameliyatların yanısıra ikiyüzeli poliklinik işlem gerçekleştirilmektedir.

Proje Tanıtımı

Teknik olarak insan hayatının bağılı olduğu tek meslek doktorluk olarak gözüke de, doktorların çalışma ortamı olan hastanelerin işleyişi de insan hayatında bir o kadar önem arz etmektedir. İnsan hayatı kurtarmadaki en önemli faktör olan zaman ise ancak iyi işleyen bir hastanede sorun olmaktan çıkıp faydaya dönüşebilmektedir. Ayrıca özel hastanelerin çalışma amacı göz önüne alındığında insan hayatını kurtarmaktan sonra gelen diğer bir önemli faktör ise elde edilen kar miktarıdır. Bir hastanede zaman kontrolünün yapılamamasının sonucunda verimin düşmesi, insan hayatını tehlikeye sokmakla birlikte kar miktarının azalmasına da sebep olmaktadır. Ameliyathanelerde yaşanan gecikmeler, doktorların randevu alırken ameliyat sürelerini ihtiyacı olduklarından daha az ya da daha fazla istemeleri, iki ameliyat arasında tampon süre bulunmaması gibi sebepler de ameliyathanelerde verimi düşürmektedir.

Günümüzde sağlık alanındaki verimlilik sorunları yaygın olarak Endüstri Mühendisliği yaklaşımı ile çözülmeye çalışılmaktadır. Projemiz de bu problemlerden yola çıkarak verimliliği arttırmak için geliştirilmiştir. Proje sonunda, doktorların ameliyat randevusu almak için telefonla aradıkları görevli kişinin kullanacağı bir karar destek sistemi sunulacaktır. Sistem, yeni planlanmak istenen ameliyatla ilgili belirli bilgileri kullanıcıdan alarak ameliyatın yapılması uygun olan boş zaman aralıklarını, mevcut çizelgeyi geciktirme riski en az olandan en çok olana doğru listelerek kullanıcıya sunmaktadır. Bu sayede çizelgenin kayma riski azaltılarak verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

Güven Hastanesi Ameliyathane Çizelgeleme Sistemi Geliştirme Projesi uluslararası düzeyde bir yenilik getirmekte olup dünyadaki bütün hastanelere entegre edilebilecek özellikte bir sistemdir. Farklı hastanelerde uygulanabilirliği ve yapılan literatür analizi sonucunda edinilen bilgilere göre dünyada herhangi bir örneğinin bulunmaması da uluslararası bir yenilik getirdiğinin göstergesidir. Herhangi bir benzeri olmamasından dolayı patent başvurusu yapıldığı takdirde getirisinin yüksek bir miktar olacağı tahmin edilmektedir.

Önerilen sistemde randevu alınmak istenen ameliyatın bilgileri sisteme kullanıcı tarafından girilir. Sistem ise ameliyatın yapılmasının istendiği tarihlerdeki her bir boş zaman aralığı için ameliyatın o zaman aralığına konulması halindeki yaratacağı riski hesaplar. Ardından bu risk değerlerini küçükten büyüğe olacak şekilde sıralayarak kullanıcının seçimine sunar.

Projenin geliştirilme aşamasında gözlem, literatür analizi ve entegrasyon örnekleri büyük önem taşımıştır. Gözlemlerle hastaneden edinilen bilgiler, literatür analizi sonucu ulaşılan teknik bilgilerle işlenip önerilen sistemin bir haftalık örneği elde çözülmüş ve sonuçlar test edilmiştir.

Ameliyathanede yapılan gözlemlerle ameliyathanenin genel işleyişi, ameliyatların planlanan sürelerinden ne kadar saptıkları gibi bilgiler edinilmiştir. Bu bilgiler literatürdeki kümeleme analizinden edinilen metodlarla incelenmiş ve elde bulunan veriye göre en uygun kümeleme metodu olarak k-means seçilmiştir [3]. Ameliyat tipleri, gözlemlerle edinilmiş verilerden bulunabilecek olan süre ve uzama miktarı bilgilerine göre kümelendirilmiştir. Her kümenin içindeki ameliyatların uzama miktarlarının ortalaması o kümeye ait bir değer olarak alınacaktır. Her bir ameliyatın geçmişte yapılma sayısı da o ameliyatın gerçekleşme olasılığını hesaplamada kullanılacaktır. Risk hesaplamak için sistemin kullanacağı 'MinRisk' formülü ise tarafımızdan geliştirilmiş olup literatürde herhangi bir örneği bulunmamaktadır. Formül incelenen zaman aralığından önceki ve sonraki ameliyatların kümelerinin uzama miktarlarını ve gerçekleşme olasılığını, incelenen zaman aralığında acil ameliyat gelme olasılığını ve yeni planlanmak istenen ameliyatın kümesindeki uzama miktarını da göz önünde bulundurmaktadır.

Önerilen sistemin işe yarayıp yaramadığını ölçmek amacıyla sistemin bir haftalık küçük bir örneği hem hastanenin şu anki yöntemi olan 'önce gelen önce hizmet görür' mantığı ile hem de yeni önerilen yöntemle çözülmüştür. Hastanede şu anki kullanılan yöntemle planlanan haftada 6 ameliyat gecikirken, önerilen sistemle planlanan haftada herhangi bir gecikme gözlemlenmemiştir.

Önerilen sistem için oluşturulması gereken karar destek sisteminin Java kodu yazılmıştır. Yazılan kod öncelikle boş bir ameliyathane randevu sistemi haftalık programına rastgele olarak çeşitli ameliyathane atamaktadır. Devamında yine rastgele bir ameliyat üretip bu ameliyatın önceden yaratılan haftadaki boş zaman aralıklarının her birine yerleşmesi durumunda yaratacağı riskleri MinRisk formülü ile hesaplamaktadır. Bu hesaplamalar sonucunda kullanıcının en az riske sahip olan zaman aralığını %50 ihtimalle kabul ettiği düşünülerek (burada ihtimal yazı-tura atılarak hesaplanmış olup), boş zaman aralıkları haftada hiç yer kalmayana kadar yeni ameliyathane atamaktadır.

Hastaneden gelmesi gereken geçmiş ameliyat verilerinin elde edilememesinden dolayı kümeleme analizi, gözlemler sonucu elde edilen çok az sayıda veriye teknik olarak doğru bir biçimde uygulanamamaktadır. Bu sebeple önerilen sisteme girilmesi gereken

ameliyat kümelerinin uzama miktarları, gerçekleşme olasılığı gibi veriler doğru bir biçimde girilememektedir. Teknik olarak doğruluğu sağlanamayan bir sistemin gerçek hayata, Güven Hastanesi'ne entegre edilmesi de şu an için pek gerçekçi görülememektedir.

Kaynakça

- [1] Ankara Guven Hastanesi, «Kurumsal» [Online]. [Erişim: 19 10 2013].
- [2] Deloitte Touche Tohmatsu Limited , «Türkiye Sağlık Sektörü Raporu» YASED Uluslar Arası Yatırımcılar Derneği, İstanbul, 2012.
- [3] Cardoen, Brecht, Demeulemeester, Beliën. "Operating room planning and scheduling problems: A classification scheme." International Journal of Health Management and Information. 2011.

Medikal Aletlerin Sigortalanması İçin Karar Destek Sistemi

Ankara Güven Hastanesi

Proje Ekibi

Melis Akay
Cansın Baran
Hasan Çulu
Göksu Erinç
Barış Emre Kaya
Gül Mine Yüksel

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Buğra Ayan, Özel Ankara Güven Hastanesi, Biyomedikal Mühendisi

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Özel Ankara Güven Hastanesi 1974 yılından beri hastalarına sağlık hizmeti sunmaktadır. Kurum modern tıbbın gereklerini, yılların tecrübesi ile birleştirerek hastalarına aktarmaya devam etmektedir. Uzman hekim, hemşire ve yardımcı sağlık personeli kadrosuyla, 254 yatak kapasitesi, 11 ameliyathanesi ve 8526 medikal aletiyle hastalarına dünya standartlarında hizmet sunmayı başarmıştır. Kurumun misyonu ileri teknolojiyi kullanarak, en yüksek kalitede sağlık hizmeti vermektir. Güven Hastanesi bu misyonu gerçekleştirmek ve hasta memnuniyetini arttırmak amacıyla medikal aletlerini sigortalamakta ve bu süreci geliştirmek istemektedir.

Proje Tanıtımı

Güven Hastanesi, sigortalama sürecinin kuruma olan zararlarını en aza indirmek amacıyla projeyi sunmuştur. Bilindiği gibi Güven Hastanesi, Ankara'da sağlık sektöründe 40 yıldır hizmet vermekte olan bir kurumdur. Kurumun öncelikli misyonu müşteri memnuniyetini en üst seviyeye çıkarmaktır. Bu misyonu gerçekleştirme sürecinde Güven Hastanesi, hizmetin sürdürülebilirliğini sağlamak ve finansal kayıpları azaltmak amacıyla medikal cihazlarını sigortalamaktadır. Ancak son yıllarda yapılan sigortalama işlemleri şirkete kar ettirmeyip aksine zarar ettirmektedir. Bunun nedeni sistematik olmayan bir sigortalama karar destek sistemi kullanılmasıdır. Karar destek sistemi eski yılların bozulma verilerini ve cihazların kullanımda olup olmamasından öte, satın alma maliyetlerini ve bozulma tutarlarını göz önünde bulundurmaktadır. Bu yüzden de aşağıdaki sorunlar ortaya çıkmaktadır:

- Depoya kaldırılmış ve kullanılmayan eski medikal cihazlar yüksek satın alma bedellerinden ötürü sigortalanmaktadır.
- Finansal kiralama ile alınan cihazlar sahibi tarafından sigortalanmasına rağmen bir kere daha sigortalanmaktadır.
- Garantisi devam etmekte olan cihazlar bozulma sebepleri incelenmeden sigortalanmaktadır.
- Parçası sık bozulan cihazlar tümünden yüksek maliyetlerle sigortalanmaktadır.
- Bozulma oranı çok düşük cihazlar yüksek maliyetlerle sigortalanmaktadır.

Yukarıda belirtilen nedenlerden bazı medikal cihazların sigortalanması verimliliği düşürmektedir. Bu yüzden de Güven Hastanesi medikal aletlerin sigortalanması için sistematik bir karar destek sistemine ihtiyaç duymaktadır. Geliştirilecek karar destek sistemi, sigorta şirketleri tarafından belirlenecek muafiyet ve prim bedellerinin şirketin Satın Alma Departmanı tarafından değerlendirilmesini ve bu değerlendirme sonucu her alet için en düşük maliyet beklentisi veren teklifin seçilmesini sağlayacaktır. Ek olarak, bu sistem hastanenin Biyomedikal Departmanı'nın sık gözlenen bozulmaların tespitine ve bu bozulmalara önerilecek alternatif çözüm yollarının bulunmasına yardımcı olacaktır. Karar destek sisteminin içindeki hesap mekanizmasının vereceği sonuçlar kullanıcıya; belirlenen cihazın sigortalanması ve sigortalanmaması durumlarında oluşacak beklenen maliyeti hesaplayacaktır. Bu sistem aletlerin gereksiz sigortalanması sonucu oluşacak maddi kayıpları önleyecektir. Sigorta sistemi yıllardan beri ülkemizde ve dünyada risk yönetimi ve risk paylaşımı konusunda pek çok bireye ve şirkete yardımcı olmaktadır. Ancak son yıllarda zorlaşan piyasa koşulları ve artan bilgi alışverişi sonucunda sigorta firmaları kar

etmekte zorlanmaktadır. Bu nedenden ötürü sigorta poliçeleri müşterilerin kapsamlı analizi sonucunda yapılmaktadır ve bu poliçeler sigorta firmalarının yüksek meblağlarla primler toplayarak, müşterilerinin beklentilerinin altında geri ödemeler yapmasına sebep olmaktadır (Dennis ve Guy, 1993). Bu durumun sonucu olarak sigorta kararları firmalar açısından zorlaşmış ve artık kurumlar değerli eşyalarını sigortalamaktan vazgeçmeye başlamıştır. Geliştirilecek karar destek sistemi sayesinde sadece sağlık sektörü değil, diğer sektörler de sigortalama sürecinde sigorta şirketlerine karşı daha avantajlı bir pozisyona geçebileceklerdir.

Özel Ankara Güven Hastanesi bünyesinde 8526 medikal cihaz bulunmaktadır. Karar destek sistemi kapsamında proje grubu, Güven Hastanesi'nin özellikle analiz edilmesini istediği cihazları, sık bozulan cihazları ve yüksek maliyetli cihazları inceleyerek öne çıkan sorunları tespit etmiştir. Bu kapsam uyarınca incelenen medikal cihazların bozulma oranları tespit edilmiştir. Kurulan sistem bu aletler üzerinden şirket tarafından kullanılmaya başlanacaktır. Sigorta karar destek sistemi ilerleyen zamanlarda üzerinde değişiklikler yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Güven Hastanesi kapsamı genişleşmek istediği takdirde yeni medikal aletlere ait bozulma ve sigorta poliçe verilerini girerek istediği analizi yapabilir.

Sigorta konusunda şirketlere yol gösteren veya karar sürecinde destek olan başka bir sistem bulunmamaktadır. Günümüzde sigortalama sistemi yalnızca sigorta şirketi ve müşteri arasında sözleşmeye bağlı olarak işlemektedir (Snyder ve Walter). Bu süreçte de müşteri yalnızca poliçe içeriğini inceler. Verilen teklifte primler önceliğe sahiptir. Yapılan proje bunun ötesine geçip yalnızca sigorta ve bozulma maliyetlerini değil aynı zamanda bozulma olasılığı gibi diğer unsurları da incelemektedir. Bu sebepten ötürü özgün bir içeriğe sahiptir. Yapılan literatür taramaları sırasında benzer bir çalışmaya rastlanılmadığı gibi, bu alanın oldukça yeniliklere açık olduğu tespit edilmiştir.

Kurum şikâyetlerini belirttiikten sonra kurumla görüşülüp problemin semptomları saptanmıştır. Bu görüşmeler sonucunda problemin tanımı belirlenmiş; bu probleme yönelik çözüm üretim sürecinde literatür araştırması ve benzer problemlere yönelik incelemeler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Güven Hastanesi ile yapılan ortaklaşa çalışmalar sonucu yapılan analizler, sigortalama sürecine dair yeni bir Karar Destek Sistemi'nin geliştirilmesi şeklinde sonuçlanmıştır.

Güven Hastanesi'nin problemine yönelik Karar Destek Sistemi geliştirilmesi çözüm olarak önerilmiştir. Bu sistemin geliştirilmesi için ilk olarak bozulma ve sigortalama verilerini kullanacak matematiksel model geliştirilmiş ve şirket tarafından sağlanan bozulma verisi önceden

belirtilen proje planında belirtilen tarihlerde incelenmiştir. Modelin doğrulunun test ediliş aşaması şirketin gerekli sigorta verisini sağlamaması sonucu yapılamamıştır. Projenin şimdiye kadar gerçekleştiren bütün adımları başlamadan önce belirlenen tarihlerden önce tamamlanmıştır. Geliştirilecek sigorta karar destek sistemine gerekli veriler girilecek ve sistemin verimliliği ölçülecektir.

Projenin başlangıç sürecinden bugüne kadar olan sürede çeşitli yöntemlere başvurulmuştur. Problem tanımı ve çözüm geliştirmek için öncelikli olarak şirket çalışanlarıyla düzenli toplantılar yapılmış ve yapılan toplantılarda firma yetkilerinden ihtiyaç olan bilgi toplanmıştır. Gene aynı süreç esnasında hastane içinde yapılan düzenli incelemelerle bahsedilen problemler yerinde gözlemlenmiştir. Problem tanımı yapıldıktan sonra çözüm için konu hakkında daha önce yapılmış eski araştırmaları inceleme için literatür taraması yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda çözüm geliştirilmiştir.. Çözümün uygulanabilir olması için bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım JAVA programlama dili üzerinde yazılmıştır, yazılım MS Excel'den veri çekmekte ve gerektiği takdirde verileri güncellemektedir.

Karar destek sistemi kurulduğu takdirde Güven Hastanesi sigorta sürecinde zarar edip etmediğini belgeleyebilecek. Daha önceden meydana gelen gereksiz ve yüksek maliyetli sigortalamalar yerini verimliliği arttıran sigortalara bırakacaktır. Bu sayede maliyetler büyük ölçüde azalacak ve finansal dalgalanmalar önlenerek bütçe beklentilerine ulaşmak kolaylaşacaktır. Finansal katkıların yanı sıra proje sayesinde Güven Hastanesi yıllardan beri süregelen düzenli veri tutamama sorununu da çözebilecektir. Bunun sonucunda Güven Hastanesi sigortalama sürecinde daha sistematik ve analitik bir bakış açısına sahip olacaktır. Bu katkılar Güven Hastanesi'nin verimliliği ve hizmet sürdürülebilirliği konularındaki problemlerini de azaltacaktır.

Kaynakça

- M.D. DeGent, Guy. M.D. Greenbaum, Dennis. "Mechanical Ventilatory Support in Circulatory Shock" Critical Care Clinics.Vol.9 Number 2 (April 1993): 363-373.
- Nicholson, Walter & Snyder, Christopher. "Risk Aversion"
Microeconomic Theory. Thomson Higher Education, Mason,
USA.

TEŞEKKÜR MEKTUBU

Ankara Güven Hastanesi'nden Güvenilir Proje Dostumuz Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'ne,

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 ve diğer modellerin 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 projede 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

Dr. Mahir Şahin
Başhekim Yardımcısı

Dr. Alev HATİCE AVCI
Başhekim Yardımcısı

Ayfer TUNÇAY ÇALIŞKAN
Hasta Hizmetleri Müdürü

Mehmet Emin ERGİNÖZ
İnsan Kaynakları Müdürü

Ertan HALAÇ
Biyomedikal ve Teknik
Hizmetler Koordinatörü

İzmir Şehiriçi Servisleri Rotalama Eniyileme

Kamil Koç Otobüsleri A.Ş.

Proje Ekibi

Serhat Taşcıoğlu

Semih Dölek

Burcu Şenel

Adnan Çamlıbel

Hüseyin Caner Batak

Ali Ercingöz

Bilkent Üniversitesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Ankara

Şirket Danışmanı

Çağatay Kepek, Kamil Koç Otobüsleri A.Ş.

Operasyon Direktörü

Akademik Danışman

Doç. Dr. Oya Ekin Karaşan

Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

1926 yılında kurulan Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. Türkiye'nin ilk otobüs şirketi olarak 88 yıldır faaliyetlerine devam etmektedir. Kurucusu Kamil Koç'un ilkeleri ışığında 100. yılına adım adım yaklaşan Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. 3 kıtada marka olma hedefine ise emin adımlarla ilerlemektedir. 88 yıldır bir gün bile kontak kapamayan Kamil Koç, bugün 4000'i aşkın çalışanı ve 570 araçlık modern filosuyla, 37 il, 186 ilçe ve 515 satış noktasında hizmetlerini sürdürmektedir. Günde ortalama 700 ana kalkış yapmakta ve yine günde ortalama 35000 yolcuya hizmet verilmektedir. Yılda yaklaşık 250000 sefer yapılmakta, 12500000 üzerinde yolcu taşınmaktadır. Kamil Koç Otobüsleri A.Ş. bugün Türkiye'nin en büyük 500 firması arasında yer almaktadır. 2011 yılında toplam cirosu yaklaşık 300 milyon TL olan Kamil Koç, karayolu yolcu taşıma sektöründe listeye giren tek firma olma özelliğini taşımaktadır.

Proje Tanıtımı

Kamil Koç'un İzmir'deki servis sisteminin standart olmaması ve maliyetinin yüksek olmasıyla alakalı sıkıntılar yaşandığı için şirket tarafından üniversiteye böyle bir problem verilmiştir. İzmir'e varan çoğu yolcu servislerden faydalanmak istemektedir. Kamil Koç, servislerini kullanacak müşteri sayısını önceden bilmediği için birçok problemle karşılaşmaktadır. Müşterilerin İzmir'deki 5 güzergâha dağılımını tahmin etmekte zorluklar söz konusudur. Bu, iki tür probleme yol açmaktadır. Birincisi, bazı durumlarda belli bir güzergâhı kullanmak isteyen yolcu sayısı servis kapasitesini aşmakta ve tüm müşteriler servislerden faydalanamamaktadır. Bu durumda yolcular ya bir sonraki servisi beklemek zorunda kalır ya da evlerine gidiş için alternatif bir yol bulurlar. Bazen belli bir güzergâh üzerinden gidecek bir servisi kullanmak isteyen müşteri sayısı çok az olur ve bu servislerin kalkması ekonomik açıdan uygun olmayabilir. Bir diğer problem ise şoförlerin bazen güzergâhlar hakkında ani kararlar vermeleridir. Bu, resmi güzergâhların izlenmemesine ve standartlaştırmayla alakalı sıkıntıların yaşanmasına yol açar. Bu problemle alakalı bir diğer sıkıntı ise güzergâhlar standart bir şekilde izlenmediği için yakıt tüketimi ve zamanla ilgili incelemelerin yapılmasının zorlaşmasıdır. Bunun yanı sıra alım operasyonları gerçekleştiren servislerin uğradığı servis duraklarında bazen yolcu bulunmamaktadır. Bu, gereksiz maliyetlere ve zaman kayıplarına yol açmaktadır. Bu problemler müşteri memnuniyetsizliğine yol açtığı gibi Kamil Koç'un kârını da azaltmaktadır. Bu proje sonucunda maliyeti azaltılmış ve müşteri memnuniyeti artırılmış standart bir şehir içi servis sistemi oluşturmayı hedefliyoruz.

Projenin içerdiği yenilikler firma düzeyindedir. Proje çıktısı olan ürün, rotalama sisteminde çok sık kullanılan insiyatifi kaldırarak standart bir sistem getirmektedir. Buna ek olarak, yolcu olmayan noktalara servis gönderilmesinin önüne geçildiği için maliyeti de düşürecektir. Sabit güzergâhlar yerine talebe göre rota çizen bir sistem oluşturulmaktadır.

Kamil Koç'un İzmir'deki servis sistemini kapasiteli araç rota tespit etme problemi olarak düşünmek mümkündür. Bir güzergâhın üzerinden geçecek olan tüm servisler için her durakta müşteri tarafından bir talep vardır (q_i). Alım operasyonlarını gerçekleştirecek olan servisler için talep o duraktan servise binmek isteyen yolcu sayısını simgelemektedir. Teslim operasyonlarını gerçekleştirecek olan servisler için de bu talep o durakta inmek isteyen yolcu sayısını simgelemektedir. Herhangi bir servisin bir durakta durması için o duraktaki q_i değeri en az bir olmalıdır (o durakta en az 1 yolcu bulunmalıdır veya o durakta

inmek isteyen en az 1 yolcu olmalıdır). Her zaman penceresinde toplam talep ($\sum_i q_i$) kullanılan servisin kapasitesini aşmamalıdır. Oluşturulan modeli kesin çözmek için Xpress yazılımı ve sezgisel çözmek için Visual Basic bilgisayar dilleri kullanılmaktadır. Xpress kullanılarak kapasiteli araç rota tespit etme modeli kodlanmıştır. Visual Basic kullanılarak sezgisel bir yöntem olan “Clarke ve Wright” algoritması kodlanmıştır.

Müşterilerin duraklardan toplanması işlemi sırasında kullanacak müşteri sayısı için gerekli bilgi, ofisten ya da internetten yapılan bilet satışları sırasında toplanacak ve terminale bildirilecektir. Müşterilerin duraklara dağıtılması işlemi içinse gerekli bilgi otobüs seyahati sırasında muavinin yolculara tek tek sormasıyla elde edilecektir. Oluşturduğumuz sistem gerekliliklerinden biri olan dağıtım operasyonu için talep toplama işlemi Kamil Koç tarafından teklifimiz değerlendirilmiş ve uygulamaya konulması için çalışmaya başlanmıştır.

Proje bitiminde beklenen sonuçlarından en önemlisi standart bir rotalama sistemidir. Şirket için yapacağımız sisteme bir kullanıcı tarafından basit bir arayüz ile girilecek, yolcu sayısı ve gidilecek durakların bilgisi sistem tarafından işleme alınıp gerekli olan araç sayısı ile gidilecek rotalar çıktı olarak verilecektir. Bu sistem sayesinde servis şoförünün insiyatifi ortadan kaldırılmış ve müşterilerin memnuniyetinin artması hedeflenmiştir. En yoğun dönemlerde (okul başlangıç ve bitiş zamanları, bayram ve resmi tatiller vs.) dahi sorunsuz çalışabilecek bir sistem oluşturulmaktadır. Bunlara ek olarak, gün içinde yapılan toplam yolun yeni rotalama sistemi sayesinde azalması ve yaklaşık %5-7 oranında bir kâr elde edilmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

General information about Kamil Koç, accessed at <http://www.kamilkoc.com.tr/ilklerimiz> as of October 8, 2013.

Laporte, Gilbert. "The Vehicle Routing Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms." *European Journal of Operational Research* 59.3 (1992): 345-58. Print. p.11

Zulvia, Ferani E., R.J. Kuo, and Tung-Lai Hu. "Solving CVRP with Time Window, Fuzzy Travel Time and Demand Via A Hybrid Ant Colony Optimization and Genetic Algortihm." (n.d.): p.2

İmdat Kara, Bahar Yetiş Kara, and M Kadri Yetiş. “Cumulative Vehicle Routing Problems”: pp 1-6

**Kâmil Koç Bilet Satış Noktalarının Yazılım
Yoluyla Verimlilik Analizi, Geliştirilmesi ve Yeni
Pazarlama Önerileri**

Kâmil Koç Otobüsleri A.Ş.

Proje Grubu

Gökhun Çamurdan
Yiğit Gürocak
Engin Pişkin
Ata Oğuzcan Tekin
Burçin Torun
Deniz Ünal

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Çağatay Kepek, Operasyon Direktörü
Kâmil Koç Otobüsleri A.Ş.

Akademik Danışman

Doç. Dr. Osman Oğuz
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

Firma Tanımı

Kâmil Koç Otobüsleri A.Ş. 1926 yılında kurulmuş olup Türkiye'nin ilk otobüs firması ünvanını da taşımaktadır. 88 yıldır faaliyetlerine yılda yaklaşık 250 bin sefer ve taşıdığı 12,5 milyon yolcusu ile devam etmektedir.

Proje Tanıtımı

Kâmil Koç Otobüsleri A.Ş. bilet satış ofislerindeki verimlilik hususu üzerinde geliştirilmesi gereken noktalar tespit etmiştir ve bunun üzerine proje grubumuzdan bu konuyu incelememiz istenmiştir. AŞTİ otogarı, Küçükesat şubesi, İzmir otogarı ve Üçyol şubesi tarafımızdan saha çalışması doğrultusunda incelenmiş olup bunun üzerine firmaya yalnızca belli başlı satış ofislerinde değil; tüm noktalarında uygulanabilmesi için bu verimlilik analizinin proje grubumuz tarafından geliştirilecek olan bir yazılım yoluyla yapılmasının daha verimli olduğuna karar verilmiştir. Bu yazılım, firmaya herhangi bir bilet satış noktasında optimum çalışan sayısını gün ve saat bazında belirlemesini sağlayacaktır. Böylece, ilgili bilet satış noktasındaki çalışan sayısı, optimum çalışan sayısının üzerinde ise bu durum tespit edilip firmanın maliyetlerinin azalması, işgücünün gerekli başka bir noktada kullanılması sağlanmış olacaktır. Diğer bir taraftan da ilgili bilet satış noktası üzerinde yapılan çalışma ile, mevcut çalışan sayısı, optimum çalışan sayısından az ise buradaki işgücü arttırılarak müşteri memnuniyeti, sıra bekleme toleransları dahilinde artacaktır. Dolayısıyla, proje çıktısı hem firmaya hem de müşteriye fayda sağlayarak bir kazan-kazan durumu ortaya çıkaracaktır. Aynı şekilde, proje çıktısı olan verimlilik analizi yazılımımız, üzerinde ufak değişiklikler yapılarak satış ofisleri bulunan, müşterilerin sıra beklediği örneğin AVM'ler, Yemek Katları, Fast Food restoranları gibi tüm noktalarda kullanılabilir.

Projenin yenilikçi boyutu; satış ofislerindeki müşteri akışı, yoğunluk ve hizmet süresi gibi parametrelerin incelenerek yazılım yolu ile optimum çalışan sayısının belirlenmesidir. Uluslararası çerçevede incelediğimizde, global çapta büyük firmaların satış ofislerinin veya mağazalarının bu gibi verimlilik analizi çalışmaları yaptığını görmekteyiz; fakat sektörel bazda incelediğimizde ise, Türkiye dışındaki, karayolu toplu taşımacılığının öncelikli olarak tercih edildiği Balkan ülkeleri, Bazı Avrupa ülkeleri ve Ortadoğu ülkelerindeki otobüs firmalarının yazılım yoluyla verimlilik analizi yapamadıklarını gördük. Dolayısıyla, sektörel olarak değerlendirildiğinde projenin uluslararası boyutta da yenilikçi olduğu ifade edilebilir.

Ulusal çapta ve firma adına değerlendirdiğimizde ise, Kamil Koç firmasının yenilikçi fikirleri adapte etme noktasında öncü olduğunu, birçok taşımacılık firmasının aksine, kendini sürekli geliştiren bir şirket olduğunu söyleyebiliriz. Firmayı daha detaylı incelediğimizde ve diğer taşımacılık firmaları ile kıyasladığımızda, hacim ve kaliteyi eşzamanlı yürüterek fark yarattığını gözlemledik. Bu başarının arkasında ise, firmanın verimlilik konusuna verdiği önem olduğu söylenebilir. Bu

noktada hazırladığımız yazılım, yalnızca tek bir lokasyonda değil; tüm bilet satış ofislerinde ilgili parametreler girilerek bu satış noktalarını farklı boyutlarda inceleyerek optimum çalışan sayısını önermektedir. Bu yazılım ile, Kâmil Koç firmasının bilet satış noktalarındaki hizmet kalitesini yükseltmesi, müşterilerin bekleme toleransları dahilinde hizmet alabilmesi ve firmanın maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır. Türk Patent Enstitüsü ile görüşmemiz sonucunda, Kâmil Koç firmasının bu yazılım üzerine patent alabileceğini öğrendiğimizi de belirtmek isteriz.

Projenin fikrinin hayata geçirilmesi için öncelikle firma tarafından bazı satış noktaları belirlenmiştir. Projenin başlarında şirket tarafından Ankara'da AŞTİ Otogarını ve Küçükkesat şubelerini incelememiz istenmiş ve bunun üzerine gerekli çalışmalar yapılmıştır. Daha sonrasında yerinde bilfiil incelenen bu satış noktalarında; müşterinin hizmet alma süresi, bilet ya da bilgi aldığı, ne kadar sıra beklediği ve müşterilerin geliş zamanları tarafımızdan incelenerek saha çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile elde ettiğimiz verileri, Arena üzerinden bir benzetim modeli oluşturduktan sonra istatistiksel dağılımları bu oluşturulmuş modele entegre ettik ve saha çalışmasının bir örneğini bilgisayar ortamına aktardık. Bu modelin vermiş olduğu sonuçlar, saha çalışmamızdaki sonuçlar ile ciddi bir yakınlık gösterdiği için modelimizin doğrulaması da sağlanmış oldu. Model üzerinde, personel sayısı arttırılıp azaldığı durumda, verimliliğin nasıl değiştiği incelendi. Kamil Koç yetkilileriyle yaptığımız toplantı sonucunda, bizden Ankara'da yaptığımız çalışmayı İzmir Otogar ve Üçyol şubesinde de tekrarlamamızı istemiştir ve grubumuz da bu çalışmalarını ve çalışmadan alınan verilerin bilgisayara girişini yapmıştır. Ayrıca, Kamil Koç benzetim modelinin kolay kullanılması ve şirkete ek bir yük getirmemesi için alternatif bir program kullanmamızı istemiş, görüşmeler sonucunda grubumuz ve şirket benzetimin JAVA yazılım dilinde yapılmasına karar kılmıştır. Bunun sonucunda grubumuz Arena üzerinde var olan benzetim modelini Java'ya uyarlamaya başlamıştır.

JAVA üzerindeki benzetimin Arena'daki gibi istatistiksel dağılım, müşteri geliş aralığı ve servis sürelerini kullanıcıdan alarak bunları kendi oluşturduğu bağımsız değişkenlerle bu istatistiksel dağılıma uygun süreler ataması planlanmaktadır. Daha sonrasında bu süreler müşterilerin sisteme giriş ve çıkış sürelerine göre sıralanacaktır ve sistemin bundan sonra el benzetim gibi çalışması planlanmaktadır. Sistemin çalışması sonucunda verdiği çıktılarda müşterilerin bekleme süresi, sıra uzunluğu ve kaynakların kullanım oranı gibi önemli bilgileri vermesini beklemekteyiz.

Şirketin şubelerinde az sayıda çalışan (1-5) olduğu için benzetim modelinde yapılacak çalışan sayısındaki ufak değişiklikler sonucunda

müşterilerin bekleme süreleri, kaynak kullanım oranı ve gelen müşteri sayısı gibi etkenler üzerinde görülecek değişiklikleri hali hazırdaki modelle görebilmek mümkün kılınmıştır. Bu projenin sonucunda kullanıcıların kısa sürede anlayabileceği kullanımı kolay ve hızlı bir biçimde, tüm Kâmil Koç satış noktalarının verimliliği, müşteri sayısı, hizmet kısıtlımı ve kaynak kullanımının az veya çok olduğu zamanlar görülebilecektir. Bunun sonucunda, şirket hızlı bir biçimde oldukça değişken olan müşteri yoğunluğuna ve bu yoğunluktaki kaynak kullanım bilgilerine ulaşabilecektir. Sonuç olarak, kaynak artırımı veya azaltımı gibi değişkenlerin müşteri bekleme sürelerini, kaynak kullanım oranlarını nasıl etkilediği hızlı ve kolay bir biçimde görülebilecektir.

Cinemaximum Büfelerinde İş Gücü Planlaması

Mars Cinema Group

Proje Ekibi

İzgi Başak Nalbant
Metincan Duruel
Ömercan Yavuzer
Öykü Ahıpaşaoğlu
Vahit Emre Köksal

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Feliks Boynuinceoğlu, Mars Cinema Group,
Perakende Satış Müdürü

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Mars Cinema Group, Türkiye’de farklı ve kendine özgü bir sinema deneyimi yaratmak felsefesiyle 2001 yılında kurulmuştur. Mars Cinema Group’un şu andaki ortaklığına bağlı olarak Cinemaximum adıyla anılan Mars Cinema Group sinemaları, Türkiye’de sektörün lideri konumundadır. 2011 yılında AFM sinemalarını da bünyesine katmasından sonra Mars Cinema Group, şu anda Türkiye’de 23 ilde, 60 farklı lokasyonda, 486 perde ve 74,852 koltukla sinemaseverlerle buluşmaktadır. Ayrıca, 2012 yılında CineEurope “Uluslararası Yılın Sinema Grubu” ödülüne layık görülmüştür (Mars Entertainment Group, 2014).

Proje Tanıtımı

Sinemaların en önem verdiği noktalardan biri olan büfeler, kârlılığın çok önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Yapılan araştırmalara göre büfelerin kârdan aldıkları pay, gelirden aldıkları paya göre daha fazladır (Rigoglioso, 2009). Sinemalarda çok önemli bir yere sahip olan büfeler, işin doğası gereği yüksek bir bilinmezlik faktörü içermektedir. Bu faktörlerden bir kısmı düzensiz olduğu gibi (haftalık popüler film sayısı, çocuk filmi sayısı, vb.), bir kısmı da düzenlidir (yaz - kış, sabah – akşam, hafta içi - hafta sonu olması, vb.). Bu durum ise iş gücü planlamasında büyük sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlar, büfe önündeki kuyrukların uzunluğu, buna bağlı olarak müşteri memnuniyetsizliği ve büfe cirolarının düşmesi olarak sıralanabilir. Bizim motivasyonumuz ise şu ana kadar hep sezgisel biçimde yapılan bu iş gücü planlamasını veri bazlı bir sistematığe oturtmak, müşteri memnuniyetini ve büfe cirolarını arttırmaktır.

Projenin sonucunda hazırlanacak iş gücü planlaması yazılım paketi, şirketin farklı lokasyonlarında yöneticilerin karar alırken destek alabileceği bir mekanizma olarak faaliyete geçecektir. Tüm lokasyonlardaki yöneticiler tarafından kullanılmak üzere hazırlanacak yazılım paketi, yöneticilere kendi lokasyonlarında çalışması gereken kişi sayısını içeren bir iş gücü planını çıktı olarak verecektir. Projenin çıktısı olan yazılım paketi; sinema sektöründeki (yeni veriler ile güncellenmesi halinde, spor merkezleri, tatil yerleri gibi lokasyonlarda da uygulanabilecek olan) sistematik bir iş gücü planlaması sistemi ihtiyacını karşılayacaktır. Geliştireceğimiz yazılım paketi, içerdiği planlama sisteminin tamamı ve/veya sistemin temel bileşenleri kullanılarak diğer sektörlerde de uygulanabilir.

Yaptığımız literatür taraması sonucu, sinemalarda iş gücü planlamasının daha önce üzerinde çok durulmamış bir konu olduğu fark edilmiştir. Farahmand ve Martinez (1996), Church ve Newman (2000) gibi farklı makalelerde hızlı yemek restoranları için benzetim modelleri geliştirilmiş ve bu modeller kullanarak sistem analizi yapılmıştır. Maalesef, bildiğimiz kadarı ile, bu konuda sinema sektöründe yapılmış akademik ya da uygulanabilir bir çalışma yoktur. Projenin nihai çıktısı olacak yazılım paketi, kurduğumuz simülasyon modeli ve diğer öğeleriyle orijinal bir yapıya sahip olup, yenilikçidir.

Öncelikle, Cinemaximum sinemaları arasında seçilen iki pilot merkezde büfelerde gözlemler yapılmış ve zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Müşterilerin kuyruğa girme, servis almaya başlama ve büfeden ayrılma zamanları bir Excel makro kodu aracılığı ile toplanmıştır. Bu sürelerden yararlanarak Cinemaximum büfelerindeki

mevcut durum Arena benzetim yazılımını kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Büfeye geliş sıklığındaki farklılıklar projenin temelini oluşturduğu için büfeye uğrama oranlarını etkileyen faktörler, işletme müdürlerinin tecrübelerinden ve kendi gözlemlerimizden yararlanılarak belirlendi. Bu potansiyel faktörlerin gerçekte büfeye uğrama oranını nasıl etkilediğini görebilmek için ise 2013 verilerine dayanarak bir regresyon modeli oluşturuldu. Bu regresyon modeli, büfeye uğrama oranının en çok sezonsallıktan (yaz - kış, sabah – akşam, hafta içi - hafta sonu olması) ve o hafta gösterimde olan film türlerinden etkilendiğini ortaya çıkardı. Örneğin, çocuk filmleri büfeye uğrama oranını arttırırken, Türk filmlerinin büfeye uğrama oranını düşürdüğü gözlemlendi. Benzer şekilde, seyirci (gişede satılan bilet) sayısını etkileyen faktörler de belirlendi ve bir regresyon modeli oluşturuldu.

Daha sonra birkaç farklı haftalık film gösterim programı girdi olarak alınarak (bir hafta boyunca gösterilecek olan filmlerin başlangıç, ara ve bitiş saatleri) ve regresyon modelinden elde edilen katsayılar kullanılarak müşterilerin büfeye geliş sıklığı tahmin edildi. Çeşitli büfeye geliş sıklıkları yani müşterilerin kuyruğa girme zamanları, benzetim modelinde girdi olarak kullanıldı ve o geliş sıklığındaki en uygun iş gücü planlaması belirlenmeye çalışıldı. İş gücü planlamasına dair üç farklı çalışma metodu karşılaştırıldı:

- Desteksiz çalışma metodu: Siparişi alan ve siparişi hazırlayan servis elemanı aynı kişidir. Her kasanın kuyruğu ayrıdır.
- Destekli çalışma metodu: Bir servis elemanı kasada siparişleri alır ve başka bir servis elemanı da büfenin arkasında siparişleri hazırlar. Her kasanın kuyruğu ayrıdır.
- Tek kuyruk çalışma metodu: Müşteriler tek bir kuyruğa girer, ilk önce siparişleri alınır, daha sonra siparişleri hazırlanır. Kasada ve sipariş hazırlamada çalışan farklı servis elemanları çalışmaktadır.

Her geliş sıklığındaki en uygun iş gücü planlaması için bu farklı çalışma metodlarından hangisinin kaç servis elemanı ile en uygun olduğu bulundu. Bu noktada müşteri memnuniyeti de göz önünde bulundurularak (müşterinin kuyruğa girmesinden itibaren servisten çıkana kadar geçen süre) büfenin kârlılığı esas alındı. Farklı geliş sıklıkları ve o durumdaki en uygun iş gücü planlama örnekleri incelenerek çeşitli kurallar belirlendi. Bu kurallar sayesinde, farklı girdiler için her seferinde benzetim modelinden sonuç almak yerine, doğrudan bir çözüme ulaşmak mümkün kılındı.

Son adımda ise şirketin iş gücü planlamasında kullanabileceği bir Excel aracı oluşturulması planlanmıştır. Bu Excel aracıyla, herhangi bir

kullanıcının çeşitli durumları (kaçıncı hafta, hangi gün, kaç tane çocuk filmi ve Türk filmi var, vb.) ve o haftaya ait film gösterim programını girdiğinde, Excel aracının o haftaya dair en uygun günlük ve saatlik iş gücü planlamasını kullanıcıya vermesi amaçlanmaktadır.

Proje şu anda Excel aracı oluşturma aşamasındadır ve Nisan ayının sonundan itibaren uygulamaya konması beklenmektedir. Uygulama sonucunda, sistematik bir altyapıya dayanan bu iş gücü planlama paketinin sezgisel yöntemle oranla ciroda ve müşteri memnuniyetinde önemli bir artış yaratması beklenmektedir.

Kaynakça

Farahmand, K.; Francisco, A.; Martinez, G., "Simulation and animation of the operation of a fast food restaurant," In Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, pp.1264-1271, 1996.

Mars Entertainment Group, "Mars Cinema," Accessed at <http://www.cinemaximum.com.tr/cinemaximum-hakkinda.aspx?pageID=167> as of March 27, 2014.

Ivor Church, I.; Newman, A.J., "Using simulations in the optimisation of fast food service delivery", British Food Journal, 102, pp.398-405, 2000.

Rigoglioso, M.; "Why Does Movie Popcorn Cost So Much?," Stanford Graduate School of Business News, December 1, 2009.

Yurtiçi Lojistik Optimizasyonu ve Maliyet Kontrol Yapısı Kurulumu

Mudo Concept

Proje Ekibi

Yağmur Ak
Kaan Caner
Onur Bacanlı
Naz Cansu Baştaş
Naz Korkmaz
Ezgi Özkum

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Kubilay Çağatay, Mudo Concept Lojistik Direktörü
Kürşat Erdoğan, Mudo Concept Tedarik Zinciri & Operasyon
Geliştirme Direktörü

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Kağan Gökbayrak,
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Mudo Concept mağazaları mobilyadan dekoratife, aydınlatmadan mutfak ve banyo aksesuarlarına kadar yerli ve ithal 38.000'i aşkın ürün çeşidini müşterileriyle buluşturmaktadır. İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya ve Bodrum'da olmak üzere 13 Mudo Concept mağazası bulunmaktadır. Mudo, global değişimleri sosyal ve teknolojik açıdan dikkate alarak, ürün yelpazesini de bu olgulara paralel olarak geliştirmektedir.

Proje Tanıtımı

Mudo, Türk hazır giyim ve dekorasyon perakendeciliği sektörüne 1964'ten bu yana hizmet veren köklü bir markadır. Mudo Concept mağazaları, Concept kültürü ve fikri doğrultusunda mobilya ve ev dekorasyon ürünlerinden oluşan yerli ve ithal 38.000'i aşkın ürün çeşidini müşterileriyle buluşturmaktadır. Mobilyadan dekoratife, aydınlatmadan mutfak ve banyo aksesuarına kadar geniş bir ürün yelpazesine sahiptir.

Yapılan sistem analizi, Mudo Concept için lojistik maliyetlerinde iyileştirme yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Var olan sistemde şirket manüel olarak, çalışan tecrübe ve gözlemleri ile rotalama işlemini gerçekleştirmektedir. Bunu bir sistematiğe dökmek daha hızlı ve daha az maliyetli sonuçlar çıkaracağı öngörülmüştür. İstanbul içi ve şehirlerarası olarak iki dalda incelenecek lojistik operasyonlarından sadece şehirlerarasının proje kapsamına dahil edilmesine karar verilmiştir. İstanbul içi bu kapsamda yer almamaktadır; çünkü değişkenlerin çeşitliliği ve olası durumlar buradaki durumu matematiksel modele dökmeyi neredeyse imkansız kılmıştır. Düşünülen sistem, kamyonları tam kapasitede kullanmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda dolu çıkan kamyonlar sistem dışı tutularak ekstra taleplerin kamyonlara dağılımı incelenmiştir. Ayrıca, mağazalar arası transferler ve ana depoya yapılan iadeler sisteme dahil edilmiştir. Böylece temel alınan modele (VRP - Araç Rotalama Problemi) yeni bir bakış açısı getirilmiştir.

Proje fikrinin hayata geçirilmesi için Mudo Concept'teki sisteme uygun bir matematiksel bir model yaratılarak daha az maliyetli ve daha iyi planlanmış bir rotalama geliştirilmiştir. Öncelikle Mudo Concept için karar verilen matematiksel model VRP'dir. VRP, tek bir dağıtım noktası kullanılarak bir çok araçla dağıtım yapan bir algoritmadır. Proje kapsamında transfer ve iadeler de dikkate alındığında optimum sonuç bulmak için OPL adında, arka planda CPLEX çalıştıran bir çözücü kullanılmıştır.

Model herhangi bir şehir için mod45'te bakılan yani bir kamyonu (45m³) doldurmayan talepler üzerinden düşünülmüştür. Dört aylık talep incelenerek maksimum talebe göre her şehre belli sayıda nokta atanmıştır. Haftalık talep ve yay maliyetleri girilerek model çalıştırıldığında şehirler arası rotalara, kamyonlara yüklenmesi gereken yük miktarına ve dağıtımın toplam maliyetine ulaşılmaktadır.

OPL programı kullanıcı için pek de kolay olmayan bir arayüze sahiptir. Dolayısıyla bu sistemi daha yaygın bir programa dökmek başarılı sonuçlar vereceği düşünülmüştür. Gerek kullanıcı kolaylığı açısından, gerekse de anlaşılır olması itibarıyla Excel kullanılmaya

karar verilmiştir. Excel arka planında çalıştırılan Excel Çözücüsü'ne matematiksel model aktarılmıştır. Daha önce OPL çalıştırılarak ve sekiz hafta üzerinden çıkan sonuçlar incelenerek en yaygın rotalar ortak kabul edilmiş ve şehirler buna göre kümelendirilmiştir. (Kümelendirme: İzmir-Muğla-Aydın-Balıkesir-Bursa-Denizli, Edirne-Çanakkale-Tekirdağ, Mersin-Antalya-Hatay-Adana-Kahramanmaraş-Gaziantep, Kayseri-Malatya-Konya-Ankara-Sakarya-Eskişehir, Samsun-Trabzon-Zonguldak-Kocaeli) Excel Çözücüsü de bu beş spesifik küme üzerinden hareket ederek optimum sonuca yakınsayan sonuçlar bulur. Yine aynı şekilde haftalık talep ve yay maliyetleri girdileriyle, kullanılacak yaylar ve kamyonlara yüklenecek talep miktarlarına ulaşılmaktadır.

Proje sonunda kullanılan iki yöntemin de sonuçları incelenmiştir. OPL'in tüm olası rotalar üzerinden çalıştığı için optimal rotaları ortaya çıkarması öngörülmüştür. Excel Çözücüsü ile bu sonuca yakınsanmaya çalışılmıştır. Şirket verilerinde bazı eksiklikler olduğu için sonuçların gerçeği tam olarak yansıtmadığı; fakat buna çok yakın sonuçlara ulaşılacağı öngörülmüştür. Excel Çözücüsü'nde sekiz haftalık taleplerle beş küme çalıştırılmıştır. Sonuçların gerçeğe tutarlılığı incelenmiş ve modelin doğru çalıştığı gözlemlenmiştir.

Projenin teknik açıdan büyük ölçüde tamamlanmasına karşın uygulanabilirlik aşamasında Excel Visual Basic kullanılarak kullanıcının daha rahat çözüme ulaşması hedeflenmektedir. Kapsam dışı mağaza ekleme ya da var olan mağazaları çıkarma işlemleri için Excel Çözücüsü öğretici kitapçığı hazırlanması düşünülmüştür.

Proje süresince, OPL'de kullanılacak algoritma için kaynak araştırması yapılmıştır. Sonrasında Excel'e modeli aktarmak için öncelikle sezgisel yöntemler araştırılmış; fakat Excel Çözücüsü'nün problemi OPL sonuçlarına dayanarak çözümlenmesi ve böylece optimuma sezgiselden daha çok yakınsaması nedeniyle Excel Çözücüsü tercih edilmiştir.

8 hafta verileri ile çalıştırılarak incelenen OPL sonuçlarında lojistik maliyetlerinde var olan sisteme göre %10'luk bir iyileşme elde edilmiştir. Aynı haftaların verileri Excel Çözücüsü ile çözüldüğünde ise OPL sonuçlarına göre daha düşük bir oranda iyileştirme gözlenerek %5-%10 arası bir iyileştirme beklenmektedir.

Kaynakça

Doerner, Karl et al. 2008. "A survey on pickup and delivery problems. Part I: Transportation between customers and depot". Institut für Betriebswirtschaftslehre, Universität Wien, accessed at

http://www.dim.uchile.cl/~tcapelle/BIBLIOGRAFIA%20TESIS/PDPsurveyPart2_web.pdf as of January 7, 2014.

Doerner, Karl et al. 2008. "A survey on pickup and delivery problems. Part II: Transportation between pickup and delivery locations". Institut für Betriebswirtschaftslehre, Universität Wien, accessed at http://www.dim.uchile.cl/~tcapelle/BIBLIOGRAFIA%20TESIS/PDPsurveyPart2_web.pdf as of January 7, 2014.

Özyurt, Zeynep et al. 2005. "The open vehicle routing problem with driver nodes and time deadlines", accessed at <http://storage.ku.edu.tr/~daksen/Aksen-et-al-OVRPTD-JORS.pdf> as of January 7, 2014

Zachariadis, Emmanouil E. Kiranoudis, Chris T. "An Open Vehicle Routing Problem metaheuristic for examining wide solution neighborhoods". Department of Process Analysis and Plant Design, National Technical University of Athens accessed at http://users.ntua.gr/ezach/BLSA_OVRP_Paper.pdf as of January 7, 2014.

Gendreau, M., and G. Laporte. "A Guide to Vehicle Routing Heuristics." The Journal of the Operational Research Society, 15 Dec. 2011. Web. 18 Jan. 2014. <<http://kursinfo.himolde.no/forskningsgrupper/optimering/phdkurs/A%20guide%20to%20vehicle%20routing%20heuristics.pdf>>.

"MUDO Hakkımızda" Web. 16 April 2014. <http://www.mudo.com.tr/kurumsal/hakkimizda-2>

Etkin Planlama ve Tahmin Modelleme Yapısı Kurulumu

MUDO A.Ş.

Proje Ekibi

Ayşegül Toksoy
Ceren Uygun
Ekin Rota
Kaan Rota
Ladin Uğur
Ümit Emre Köse

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Muhlis Yücebıyık, MUDO A.Ş.
Tedarik Uzman Yardımcısı

Akademik Danışman

Yrd. Doç. Dr. Fehmi Tanrısever
Bilkent Üniversitesi, İşletme Bölümü

Firma Tanıtımı

1964 yılında, Mustafa Taviloğlu ve Doğan Gürün tarafından kurulan Mudo A.Ş., hazır giyim ve dekorasyon perakendeciliğinde Türkiye'nin lider firmalarından biridir. Şuanda 100'den fazla mağazasında, 350 farklı üretici ve 20,000'den fazla ürünü müşterilerle buluşturan Mudo A.Ş en kaliteli ürünleri en makul fiyatlarla sunmayı amaçlamaktadır. Firma ürünlerinin çoğunu Güney ve Güneydoğu Asya'dan birçok ülkeden ithal etmektedir. Mudo City, Mudo Concept, Mudo Bahçe, Mudo Store, Mudo Marina ve Mudo Outlet olmak üzere 5 farklı mağaza konseptinde hizmet vermektedir.

Proje Tanıtımı

MUDO Concept için yürütülen karar destek sistemi projesi bir sonraki sipariş dönemi için yapılan talep tahminlerindeki hata oranını en aza indirmeyi hedeflemektedir. Proje, talep tahmini sürecinin iyileştirilmesini amaçlayan yeni bir karar destek modeli önermektedir.

MUDO Conceptte birçok ürün Çin, Hindistan gibi Uzakdoğu ülkelerinden ithal edilmektedir. Bu durum bir sonraki sezonda satılmak üzere ithal edilecek ürünlerin üretimi, taşınması ve gümrük işlemleri, gibi süreçlerin uzun sürmesine ve ürünlerin tedarik süresinin 6-7 aya çıkmasına sebep olmaktadır. Uzun tedarik süresi sipariş edilecek ürün adetlerinin kararlaştırılmasını zorlaştırmaktadır. MUDO Concept'te yılda 2-4 defa ürün siparişi verilmektedir. Mevcut sistemde yöneticiler ürünlerin eski satış verilerini kullanarak bir sonraki sezon için talep tahmini yapmaktadırlar ve siparişler yöneticilerin bu tahminlerine göre verilmektedir. Şu an kullanılmakta olan karar destek sistemi için belirli bir model yoktur. Satın alma kriterleri göz önünde bulundurularak, manuel satın alma çalışması yapılmaktadır. Mağaza sayısı, geçmiş satış verileri, bütçe hedefi, mevcut stok durumu, satılacak dönem, ürün sezonu, trendler, market hacmi, rekabet durumu vb. kriterlerin manuel olarak işlenip, satın alma hacimlerinin karar verildiği sistem, hali hazırdaki sistemdir.

MUDO Concept'in mobilya, aydınlatma, mutfak, banyo, ev dekorasyonu, ev tekstili ve kişisel aksesuarlar olmak üzere yedi tane alt kırılımı bulunmaktadır. MUDO Concept ile yapılan görüşmeler sonucunda, mutfak ürün grubu baz alınarak talep karar destek sistemi geliştirilmesine karar verilmiştir. Mutfak ürün grubunun diğer kırılım gruplarındaki ürünlerle benzer geçmiş verilere sahip olması MUDO Concept için yaratılacak olan talep tahmini modelinde temsili grup olmasında etkili olmuştur. Mutfak ürün grubu en çok ürün çeşitliliğini ve en çok birim satışını barındıran gruptur. Bu kırılımdaki ürünler temel alınarak oluşturulacak talep tahmini modelinin, tüm MUDO Concept ürünleri için uygulanabilir olması projenin amaçları arasındadır.

Projede MUDO Concept'ten sağlanan geçmiş yılların satış ve tahmin verileri kullanılmış ve ilk etapta 19 farklı mutfak alt grubu ürününün son talep tahminlerine göre ortalama mutlak hata yüzdeleri (MAPE) incelenmiştir. Kaynakça taramaları yapıp literatürdeki tahmin metotları araştırılmış ve MUDO Concept'in ürün karakteristiğine uygun talep tahmini modelleri listelenmiştir (Fisher et al 1994). Listedeki tahmin modellerinde mutfak ürünlerinin sezonsal veri yapıları göz önüne alınmıştır (Mesquita, Osoegawa 2006). Araştırmaların sonucunda Otoregresif Hareketli Ortalamalar Modeli (ARIMA), Tekli Üstel Düzleştirme Yöntemi, Çift Parametrelili Üstel Düzleştirme

Yöntemi, Regresyon Analizi ve Mevsimsel Üstel Düzleştirme yöntemlerinin mutfak ürünlerinde kullanılabileceğine karar verilmiştir (Aksoy et al 2012).

MUDO Concept'ten alınan geçmiş veriler aylık net satış, alım ve envanter adetlerini içermektedir. Bu verilerin yalnızca 2010 ve sonrasının model için kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Veriler incelenmiş ve yüksek miktarda güvenlik stoku tutulduğu, dolayısıyla stoktaki ürünlerin tükenmediği görülmüştür. Bu sebeple, geçmiş aylık satış bilgileri, aylık talep olarak kullanılmıştır. MUDO Concept'in baz alınan ay için öngördüğü talebi ve talep tahmin hatalarını bulmak için güvenlik stokundan ay sonu envanter adedi çıkarılmış ve sipariş edilen adet eklenmiştir. Elde edilen veri net satışlarla karşılaştırılmıştır. Hata analizi, her ürün için hesaplanan veriler kullanılarak ürünlerin ortalama mutlak hata yüzdeleri üzerinden yapılmıştır. Tahmin sistemlerinde hatayı gösteren en yaygın ölçütlerden biri olan ortalama mutlak hata yüzdesinin MUDO Concept'in mevcut sisteminde çok yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum sezgisel yapılan talep tahminlerindeki hata oranının yüksek olduğunu göstermektedir.

Gerekli literatür taramalarından sonra kurduğumuz model, her ürün için geçmiş satış verilerini, ürünün geçmişteki satış fiyatlarını, kaç aylık talep tahmini istendiğini ve bu aylarda ürünün satış fiyatının ne olacağını girdi olarak alır. Daha önce bahsedilentelep tahmin metotlarının her birini ürüne uygulayarak, oluşturulan talep tahminleri için ortalama mutlak hata yüzdelerini hesaplar. Bu hesaplama yapılırken kullanıcı talep tahmini yapmak için baz alınacak ayları kendisi seçebilir. Aksi takdirde model otomatik olarak geçmiş yılın aynı dönemlerindeki satış verisini kullanacaktır. Model en düşük ortalama mutlak hata yüzdesini veren metodun verdiği sipariş adedinin kullanılmasını önermektedir. Kullanıcıların hata oranlarını görerek karşılaştırma yapabilmeleri için tüm metotların sonuçları modelde gösterilmektedir. Girdileri sağlandığı sürece, her ürün için, istenilen ay kadar talep tahmini yapılabilmektedir. Eğer yeni bir ürün için talep tahmini yapılmak istenirse, diğer ürünler incelenir ve benzer talep dağılımına sahip ürünler belirlenir. Yeni ürün için benzer ürünün geçmiş satış verileri kullanılarak model çalıştırılır.

Sonuç olarak ilk durumda MUDO Concept'in yaptığı tahminlere göre hesaplanan MAPE ve tahmin destek sistemi modelinin sonucunda yapılacak tahminlerde oluşacak ortalama mutlak hata yüzdeleri karşılaştırılmış ve hata yüzdelerinde büyük ölçüde düşüş olduğu görülmüştür (Tablo 1). Visual Basic kullanılarak yaratılan karar destek sistemi modeli MUDO Concept'in kullandığı SAP sistemine entegre edilmesi planlanmaktadır.

Tablo1. Ortalama Mutlak Hata Yüzdeleri (MAPE) Karşılaştırılması

Ürün	Model MAPE	Mevcut Sistem MAPE
Bölmeli Servis Tabağı	28%	86%
Çerezlik	43%	114%
Kahvaltılık	29%	80%
Kapaklı Kahvaltılık	20%	90%
Stantlı Servis Tabağı	29%	112%
Yemek Seti	31%	83%
Yumurtalık	10%	91%

KAYNAKÇA

- Aksoy, Aslı, Nursel Öztürk, and Eric Sucky. "A Decision Support System for Demand Forecasting in the Clothing Industry." *International Journal of Clothing Science and Technology* 24.4 (2012): 221-36. Print.
- Fisher, M.L., Hammond, J.H., Obermeyer, W.R. and Raman, A., "Making Supply Meet Demand in an Uncertain World", *Harvard Business Review*, Vol. 72 No. 3, pp. 165-70, (1994).
- Mesquita M., Osoegawa A., "An Inventory Model for a High Value Low Demand Consumer Goods Supply Chain", *ICPR*, Sao Paulo, (2006).

Envanter Yönetimi İçin Karar Destek Sistemi Tasarımı

Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.

Proje Ekibi

Recep Arslan
Zeynep Gökçe Balıkçioğlu
Enver Ellialtıoğlu
Melik Kaya
Muhammed Ali Ulusal
Mustafa Yücel

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Yıldız Pekköl, Nezih Kitap Kırtasiye San. ve Tic. A.Ş.

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Nezih Kitap Kırtasiye, 1970'ten beri kitap, kırtasiye ve oyuncak alanlarında yeni, renkli, ilginç ürünleri, kaliteli bir mağaza ortamında müşterilerine sunmayı amaçlayan bir firmadır. 1907 yılında İskele kitabevi adıyla kurulmuş, 1970 yılında Nezih ismini alarak ilk mağazasını Şaşkınbakkal'da, ikinci mağazasını 1984'te Kadıköy'de açmıştır. Bugün toplam 16 mağazasıyla İstanbul, Ankara ve Bursa'da hizmet vermektedir. Kitap, kırtasiye, oyuncak ana kategorileri ile birlikte, yeni filmler, müzik albümleri, oyunlar, hobi ürünleri ve hediyelik eşyalar Nezih raflarında yer almaktadır.

Proje Tanıtımı

Proje fikri temel olarak Nezhin'in envanter yönetimi için karar destek mekanizması oluşturulmasını içermektedir. Türkiye genelinde 13'ü İstanbul, 2'si Ankara ve 1'i Bursa'da olmak üzere 16 şubesi olan Nezhin, mevcut sistemde mağazalardan ana merkeze, ana merkezden de tedarikçilere siparişlerin iletilmesi esnasında yalnızca mağaza müdürlerinin ve merkez şubedeki satış departmanında çalışan sorumluların kişisel deneyimlerini kullanmaktadır.

Bu proje temelde, geliştirilecek matematiksel algoritma ile tutulması gereken stok miktarlarını her hafta için belirlemeyi, böylece mevcut sistemde insan unsurundan kaynaklanan hata payını azaltmayı hedeflemektedir. Ayrıca geliştirilecek sistemle herhangi bilimsel bir temellendirmeye dayanmayan sipariş süreçlerinin belli bir zaman sonrasında yüksek miktarda envantere yol açmasının da önüne geçilmek istenmektedir.

Proje sonunda elde edilecek karar destek sisteminin Nezhin'in ana merkezinde sipariş sorumluları tarafından kullanılması hedeflenmektedir. Karar destek sistemi yardımıyla sipariş sorumluları her hafta başında mağazalardan gelecek siparişleri değerlendirecek, sistemin sunduğu önerileri dikkate alarak sipariş sürecinde son kararları verecektir.

Proje kapsamında üzerinde çalışılan örneklem grubu, Cepa Mağazası'ndaki boyama grubu olarak belirlenmiştir. Boyama grubu, bir mağazada bulunan stok miktarının ortalama %3'ünü oluşturur. Başlangıçta örneklem için uygulanmaya başlanacak Karar Destek Sistemi'nin, daha sonra tüm ürün gruplarında ve tüm Nezhin mağazalarında kullanılması hedeflenmektedir.

Projenin başarıya ulaşması durumunda, sipariş değerlendirme süreçlerindeki işgücünün hafiflemesi ve sürecin hızlanması, insan kaynaklı hataların en aza indirgenmesi, belirlenen servis seviyesi sağlanarak envanter seviyesinde ve envanter maliyetlerinde düşüş hedeflenmektedir. Aynı zamanda proje başarıya ulaştığında, başta kırtasiye sektörü olmak üzere, özellikle yavaş satılan ürünlerin sipariş ve envanter yönetimi konularında sıkıntı yaşayan sektörlerde de projenin uygulanabilirlik olasılığı ortaya çıkmaktadır.

Proje ile oluşturulan Karar Destek Sistemi, daha önce Croston ve/veya Winter Metodları üzerine benzer çalışmaların yapılmasına rağmen; bu metodları temel stok politikasıyla birleştirerek kullanan bir başka firmanın bilinmemesinden dolayı bu proje uluslararası düzeyde yenilik kategorisine girmektedir. Olası benzer ürünlerden farklı olarak proje, kullanıcıya hizmet düzeyi belirleme olanağı sağlamaktadır. Buna ek olarak tedarik süresinin kullanıcıya soruluyor olması ise tedarik

süreleri varsayımlarından kaynaklanabilecek hataları enazlamayı hedeflemektedir. Bu farklarından dolayı projenin sonucu olacak Envanter Yönetimi için Karar Destek Sistemi'nin patent alma olasılığı yüksektir.

Proje kapsamında tüm ürünler için dağılım analizi yapıldıktan sonra en uygun dağılımın Poisson olduğuna karar verilmiştir. Croston Metodu bu dağılımda işlenmek üzere tahmini satış hızı bulmak için kullanılmıştır. Bu sayede istenen servis seviyesi ve tahmini satış hızı birlikte kullanılarak en iyi stok seviyesine (S seviyesi) ulaşılmıştır. Mevsimsellik gösteren ürünler için ise farklı olarak, mevsim dönemlerindeki tahmini satış hızını belirlerken Winter Metodu kullanılmıştır. Croston metodunda olduğu gibi, tahmini satış hızı ve Poisson dağılımı kullanılarak mevsimsel ürünler için de S seviyeleri hesaplanmıştır. Çalışılan boya ürün grubundaki 366 üründen 77 adedi mevsimsellik gösterirken, 289 adet ürün mevsimsellik göstermemiştir. Tüm ürünler için 52 hafta boyunca Croston metodu ile Z (talep) ve T (iki talep arasında geçen periyot sayısı) değerleri belirlenerek tahmini satış hızı hesaplandıktan sonra, Poisson dağılımı kullanılarak S seviyesi her dönem için hesaplanmıştır. Bu işlem yapılırken Croston metodunun sapma (eğilim) etkisini en aza indirmek için α sabiti (smoothing constant) kullanılmıştır. Ayrıca, her mağaza için değişken olan tedarik süresi ve şirketin belirlediği servis seviyesi de modelin girdileri arasında yer almaktadır. Bu hesaplamaların sonunda ortaya çıkan S seviyesi, mağazanın stok seviyesi ve henüz mağazaya ulaşmayan siparişler dikkate alınarak, hafta bazında hangi üründen kaç adet sipariş verilmesi gerektiği hesaplanmıştır.

Mevsimsel ürünlerin, mevsimdeki tahmini satış hızı 14. haftanın sonunda üçlü üstel metot (Winter metodu) ile hesaplanmıştır. Bunun sebebi Nezhin'in sezonda çok satan ürünlere yönelik erken sipariş verme arzusudur. Bu metot, mevsimsel faktörleri kullanarak tepeden alta tahmin yaklaşımını içermektedir. Bu metodun sonunda mevsimsel ürünler için belirlenen sipariş sayıları, 35. hafta başında stok seviyelerine eklenerek, satış hızındaki ani artışa bağlı yok satmanın önüne geçilmiştir.

Proje kapsamında kurulan algoritmalar ve yöntemler VBA dili kullanılarak Excel Macro yardımıyla basit ve kullanıcı odaklı bir arayüz haline getirilmiştir. Elde edilen karar destek sistemi, doğrulanırken, 366 ürünlük örneklem için 2013 yılı gerçek satış verileri kullanılmıştır. Ayrıca ürünler için başlangıç stok seviyeleri olarak 2012 yılı gerçek satış verisi üzerinden belirlenen S değerleri kabul edilmiş, belirlenen servis seviyesi (%99) ve bir mağazada bulunması gereken ürün bazında minimum stok miktarı kısıtları dikkate alınmıştır.

Örneklemedeki ürünler için 2013 yılı gerçek satış verileri ve başlangıç stok miktarı kullanılarak yürütülen çalışmada, projenin temel amaçlarından envanter seviyesini düşürme ve envanter maliyetini azaltma hedefleri yerine getirilmiştir. Nezih Kitap Kırtasiye'nin Cepa Mağazası'ndaki boyama grubu ürünleri için gerçekleştirilen çalışmada, 2013 yılı için haftalık 2609 olan ortalama envanter miktarı %29'luk bir düşüşle haftalık ortalama 1852 adete indirilmiştir. Buna ek olarak, aynı çalışmada boyama grubu için 18.372 TL olan yıllık envanter maliyeti 12.683 TL'ye indirilerek %31'lik tasarruf sağlanmıştır. Diğer yandan, Nezih Kitap Kırtasiye'nin Cepa Mağazası'nda boyama grubu için %89 olarak ölçülen servis seviyesi, önerilen sistem sayesinde %94 seviyesine yükseltilmiştir.

Proje, yapılan sunumda şirket tarafından oldukça olumlu karşılanmış, güncel sisteme entegrasyonu kararlaştırılmıştır. Proje bitiş tarihinden önce şirket genel merkezine gidilip, yeni sistemin kuruluşunun yapılması ve sipariş sorumlularına tanıtılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda sipariş sorumlularının sistemi kullanırken yaşayabileceği olası zorlukların önüne geçmek amacıyla karar destek sistemi hakkında kullanım kılavuzu ve eğitici bir doküman hazırlanmıştır.

Proje kapsamında hazırlanan Karar Destek Sistemi'nin şirketteki sipariş sorumluları tarafından kullanılmaya başlanmasının ardından, ilk adım olarak Cepa Mağazası'ndaki boyama grubu ürünleri için çalıştırılan sistemin sırayla diğer 15 mağaza için de uygulanması planlanmaktadır. Sonraki adım olarak, Karar Destek Sistemi'nin boyama grubu dışındaki diğer ürün grupları için de kullanılması hedeflenmektedir.

Sonuç olarak, Nezih Kitap Kırtasiye Cepa Mağazası'ndaki boyama grubu ürünleri için halihazırda çalışan ve kullanılmaya hazır durumdaki Karar Destek Sistemi'nin; proje kapsamında belirlenen envanter seviyesini düşürme, envanter maliyetini azaltma, her mağaza için farklılık gösteren tedarik süresi ve minimum stok seviyesi kısıtlarını dikkate alarak belirlenen servis seviyesini sağlama hedeflerine ulaştığı görülmektedir. Hızlı ve kullanımı kolay bir arayüze sahip Karar Destek Sistemi kullanılmaya başlandığında, projenin diğer hedefleri olan sipariş değerlendirme ve onaylama süreçlerindeki işgücünü hafifletme ve insan kaynaklı hataları en aza indirme amaçlarına da ulaşılabilecektir.

Kaynakça

- Illeperuma D.D., Rupasinghe T., 2013. "Applicability of Forecasting Models and Techniques for Stationery Business", International Journal of Engineering Research (ISSN: 2319-6890), Volume No.2, Issue No. 7, pp : 449-451
- Nahmias, S. (2004). Production and Operations Analysis, McGraw Hill.

Watsons Mağazaları Teşhir Optimizasyonu Projesi

Procter&Gamble

Proje Ekibi

Elif Sinem Saydam
Gizem Kaya
Gözde Sayın
Meriç Demir
Umut Aykut Çelik
Vecdi Hür Bakan

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Emir N. Şeremet P&G, Müşteri Temsilcisi

Akademik Danışman

Doç Dr. Ayşe Kocabıyıkoglu
Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

Firma Tanıtımı

Procter & Gamble (P&G) Türkiye’de 1987 yılında hizmet vermeye başlamıştır ve şirketin 13. büyük bölgesi haline gelmiştir. P&G Türkiye toz deterjan, hazır çocuk bezi, hijyenik ped ve çamaşır suyu üretim tesisleri ve dağıtım merkezlerine sahip olup, bu alanlarda faaliyetlerini sürdürmektedir. Bugün faaliyette bulunduğu kategorilerde lider konumda 24 markası ile Türkiye’nin en büyük temizlik, ev bakım, kadın hijyen ürünleri ile bebek bakım ürünleri üreticileri arasında yer alan P&G Türkiye, güzellik ve kişisel bakım kategorisinde de lider şirketler arasındadır.

Proje Tanıtımı

Proje, perakende sektöründe güçlü bir yeri olan Watsons mağazalarında P&G ürünlerinin teşhir alanlarındaki mevcut durumunu analiz etme, verimliliğini ölçme ve kullanımını en iyi seviyeye getirme süreçlerini kapsamaktadır. Watsons bugün 12 ayrı pazardaki 3700'den fazla mağazasıyla dünyanın önde gelen güzellik ve kişisel bakım zincirlerinden biridir. P&G'nin Türkiye'de de en önemli perakende müşterilerinden biri olan Watsons, ülke genelindeki tüm mağazalarında P&G ürünlerini satışa sunmaktadır. Satışa sunulan P&G ürünlerinin kayda değer bir bölümü Watsons mağazalarında bulunan teşhir alanlarında sergilenmektedir. Dolayısıyla iki firma arasında geçen teşhir alanları ile ilgili karar alma süreci, taraflarca oldukça önemsenmektedir. Ancak teşhir alanı anlaşmalarının bilimsel bir metottan faydalanılarak gerçekleştirilmemesi nedeniyle, her iki şirket de kendileri için en iyi sonucu verecek anlaşmanın ne olduğunu bilmeden karar almaktadır. Yapılan analizler sonucunda, teşhir alanlarının ve araçlarının verimli bir şekilde kullanılmadığı görülmüştür. Teşhir operasyonlarının sezgisel olarak yapılması belirsizlik ve verimsizlik getirmektedir.

Hem P&G hem de Watsons yetkilileri teşhir alanlarına yapılan yatırımın geri dönüşünü hesaplamak istemektedir. P&G, her ay bütçesinin büyük bir kısmını teşhir operasyonlarına yatırmaktadır ancak hangi teşhir alanının ne kadar satış artışı getirdiğini bilmemektedir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla, farklı kategorilerdeki P&G ürünlerinin teşhir alanlarına en verimli şekilde yerleştirilmesini sağlayacak ve bütçenin optimum şekilde kullanımını sağlayacak bir matematiksel modele ihtiyaç duyulmaktadır. P&G ve Watsons ortaklığında gerçekleştirdiğimiz bu proje sonucunda amacımız farklı teşhir araçlarının satış hacmine olan etkisini gözlemleyebilmek, ve bu gözlemlerin sonucuna bağlı olarak iki şirketin de satış rakamlarını en yüksek seviyeye çıkarmasını sağlayacak bir model oluşturmaktır. Uygulamaya geçirilecek böyle bir modelin oluşturulması ve bu modelin P&G yetkilileri tarafından rahatlıkla kullanılabilir bir arayüzle buluşturulması projenin hedefleridir. Proje çıktılarının Türkiye çapındaki Watsons mağazalarında uygulanabilirliğini test etmek ve sürekliliğini sağlamak her iki şirket açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu projenin sonucunda iki şirket de teşhir araçlarının etkilerini gözleme ve bu sayede hangi ürün için hangi teşhir alanının kullanılmasının daha iyi sonuç vereceğini önceden bilme şansı kazanacaktır. Bu bilgi P&G firmasına ürün tipine özel teşhir aracı tercih edebilme şansı verecektir. Böylece ürünleri içgüdüsel bir yaklaşımla mağaza içinde sergilemekten, daha sistematik bir yaklaşıma geçilmiş olacaktır.

Proje kapsamında geliştirdiğimiz model P&G Türkiye tarafından uygulamaya geçirilecek, bunun yanı sıra Watsons Türkiye mağazalarında da ürünler, analizlerimiz sonucunda satışı en çok artıran teşhir türüne yerleştirilerek, teşhirin kullanımından en yüksek geri dönüşün alınması sağlanacaktır. Türkiye’de uygulanan modelin uzun vadede başarı getirmesi durumunda, Watsons yetkilileri projeyi uluslararası platforma taşımayı düşünmektedir.

Literatürde teşhir alanlarının kra olan etkisini anlamak amacıyla gerçekleştirilmiş çalışmalar yer almaktadır. Yaptığımız çalışmaların literatürde yer alan çalışmalardan farkı, teşhir alanlarının kra olan etkisini değil, satış hacmine olan etkisini ölçmeyi amaçlamasıdır. Projenin nceki çalışmalardan en büyük farkı ise teşhir alanlarının mağaza içindeki etkinliğini analiz etmekle kalmayıp, analizin sonuçlarını kullanarak satışı en yüksek seviyeye getirecek teşhir araçlarının kullanılması için bir çıktı sağlamasıdır.

Proje fikrini hayata geçirebilmek için öncelikle Watsons tarafından düzenlenen veri en iyi şekilde analiz edilmiştir. Öncelikle, problemin çözümünde gerekli olan girdi ve karşı tarafın beklediği çıktılar belirlenmiştir. Proje ıktısı olarak Watsons ve P&G şirketlerine  konuda öneride bulunulması kararlaştırılmıştır. İlk olarak tüm Watsons mağazalarını temsilen seçilen 12 adet mağaza üzerinden yapılan veri analizi çalışmaları sonucu mağazalar arasında satış hacmi, mağaza yerleşimi ve teşhir alanlarının satışa olan etkisi arasında farklılıklar olduğu gözlendi. Bu doğrultuda mağaza gruplarının satış hacmi, sahip oldukları mağaza düzeni ve mağaza yerleşim planları göz önünde bulundurularak A, B ve C olarak üç segmente ayrıldı. Watsons ve P&G’ye yapacakları teşhir faaliyetlerinin  segment için ayrı yapılması halinde daha verimli sonuç alınacağı saptanmıştır.

İkinci olarak, literatür taraması yapılarak benzer çalışmalar incelendikten sonra yeni bir matematiksel model oluşturulmuştur. Her bir stok tutma biriminin talep verilerini saptayabilmek için 4 farklı tahmin metodundan yararlanılmış ve her ürün tipi için en iyi sonuç veren tahmin metodu kullanılmıştır. Aynı şekilde, farklı teşhir alanlarının her bir ürün kategorisi üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla ağrılık hesaplaması yaparken, teşhirli satış rakamlarındaki yüzde artış normalize edilmiştir. Bulunan değerler kullanılarak modelde kullanılan satış fonksiyonu oluşturulmuştur.

Son olarak, Watsons mağazalarının teşhir alanlarına ürünlerin yerleştirilmesi kararlarına destek amaçlı olarak 2013 teşhir düzenlemeleri incelenmiştir. Watsons yetkililerinden elde edilen stok bulundurma birimleri ve yerleştirildikleri teşhir alanları üzerine olan veriler Procter & Gamble ürünlerinden bağımsız olarak ürün türlerine göre (şampuan, sa bakım kremi, diş fırçası vs.) düzenlenmiştir. Bu

ürün türlerinin 2013 senesi içerisinde yerleştirildikleri teşhir alanlarına ve uygulanan promosyonlara göre satış artış yüzdelerini belirleyen bir hesap tablosu MS Excel üzerinde oluşturulmuştur. Elde edilen çıktıda her ürün türünün bütün promosyon türleri için ve tüm teşhir alanları için satış artış yüzdeleri bulunmaktadır. Bu tablonun Watsons mağazalarının tedarikçilerden bağımsız olarak oluşturdukları teşhir alanı düzenlemelerinde etkili bir karar mekanizması oluşturulacağı düşünülmektedir.

Şu ana kadar, farklı teşhir alanlarının ve promosyon çeşitlerinin, farklı mağaza tipleri ve ürün tipleri üzerindeki satışa olan etkisi analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda Watsons mağazalarının teşhir alanlarına ürünlerin yerleştirilmesi kararlarına destek olunmuştur. Bunun yanı sıra, yapılan analizlere dayanarak, P&G yetkilileri tarafından kullanılabilir yazılım ve kullanım kolaylığı sağlayan basit bir arayüz oluşturulmuştur. Bu yazılım sayesinde P&G yetkililerinin ürün tipini ve mağaza türünü seçerek, bu mağaza türünde ve bu ürün tipi için en yüksek satış hacmi yakalanmasını sağlayan teşhir tipini öğrenebilmesi, diğer teşhir alanlarının da seçilen ürün için sağlayacağı yüzde artışı görebilmesi sağlanmıştır.

Bundan sonraki aşamada yazılıma bütçe kısıtı eklenerek herhangi bir ürün tipi seçmeden, bu bütçeyi kullanarak hangi ürün tipi hangi teşhir alanına yerleştirilirse en yüksek satış hacmi elde edileceğine ve bu rakamın tahmini değerine ulaşılabilecektir.

Projeden elde edilen ve edilecek sonuçlar değerlendirildiğinde, teşhir operasyonlarının verimliliğini ölçme ve kullanımını en iyi seviyeye getirilmesi, yaşanan sorunlara yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler bulunması, fayda/maliyet oranında artış yaşanması gibi konularda Procter&Gamble'a, dolayısıyla da Watsons'a, hem kısa hem de uzun vadeli kazanımlar sağlayabileceği öngörülmektedir. Daha gerçekçi ve somut sonuçların görülebilmesi ise ancak proje çıktısının şirket tarafından planlanan süre içerisinde uygulamaya konulması ve bir deneme süresi sonunda alacağımız sonuçların başarı oranını ölçmek ile mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

"P&G Türkiye." Procter and Gamble. Web. 1 Dec 2013.

<http://www.pg.com.tr/procter/pg_turkiye.htm>.

"Watsons Türkiye." N.p. Web. 1 Dec 2013.

<<http://www.watsons.com.tr/>>.

Dispersion", Journal of the Operational Research Society, 53, 1317-1323.

Tepe Home – Ankara Sipariş Rotalama Sisteminin Geliştirilmesi

Tepe Home Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Ticaret A.Ş.

Proje Ekibi

Gizem Armağan
Hazal Aytekin
Mert Ilgın
Nurşen Yılmaz
Oğulcan Üçyıldız

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Songül ANIL, Tepe Home Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Ticaret
A.Ş. Entegre Yönetim Sistemleri Yöneticisi

Akademik Danışman

Prof. Dr. Mustafa Çelebi PINAR
Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

Firma Tanıtımı

Tepe Home Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Ticaret A.Ş., 1997 yılında Bilkent Holding'e bağlı olarak kurulmuş olup, ülkemizde mobilya ve ev aksesuarı perakendeciliği alanında faaliyet gösteren ilk ve en büyük mağazalar zinciridir. Tepe Home mağazalarında mobilya ve ev aksesuarı olmak üzere iki ana grup altında değişik beğenilere hitap eden çeşitli tasarımlarda ve geniş fiyat aralıklarında olmak üzere binlerce çeşit ürün müşterilerin hizmetine sunulmaktadır.

Proje Tanıtımı

Tepe Home Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Şirketinde, hali hazırda mobilya ve döşeme siparişlerinin müşterilere gönderilmesi için kullanılan rotalama sisteminin geliştirilmesi, proje konusu olarak alınmıştır. Tepe Home şirketinin, güncel olarak kullandığı lojistik sisteminin yeterince verimli olmayışı hem müşteri memnuniyetini hem de şirketin finans alanındaki verimliliğini olumsuz yönde etkilemekteydi. Bu projenin amacı, hali hazırda kullanılan rotalama sisteminin kontrol edilmesi ve verimsiz olan kısımların yeniden düzenlenmesi için bu sistemi oluşturan rotalama modelinin verimliliğini arttıran çalışmalar ve düzeltmelerin üzerine gidilmesidir. Bu yüzden, amacımız Tepe Home müşterilerine olabildiğince hızlı şekilde hizmet sunmak ve bu hizmeti eniyileştirilmiş maliyet ile telafi edebilmektir.

Sürdürülen proje başarılı olduğu takdirde, şirkete ekonomik ve teknik açıdan avantajlar sağlayacaktır. Tepe Home'un temel amacının, müşteri memnuniyetini artırmak olduğu düşünüldüğünde; bu projede, çalışma saatleri ve ürünlerin teslimat süreleri başta olmak üzere şirket giderleri de göz önünde bulundurularak şirket kıstasları yeniden düzenlenmiştir. Şirketin başlıca giderlerini oluşturan benzin harcamalarını en az düzeye indirmek amacıyla kamyon sayısı azaltılmış ve ayrıca çalışanların ek mesai süreleri de eniyileştirilmiştir.

Tepe Mobilya ve Dekorasyon Ürünleri Ticaret A.Ş. 1997 yılında, Bilkent Holding'e bağlı olarak kurulmuş olup, mobilya ve aksesuar mağazasıdır. İlk mağazasını Bilkent Center alışveriş merkezinde açmıştır ve şu an 30 farklı satış merkezi bulunmaktadır. Güncel satış alanı 110.000 metrekareye ulaşmaktadır. Bugün, Tepe Home mobilya ve aksesuar satış merkezleri, Türkiye'nin farklı yerlerinde bulunmaktadır: 7 tanesi İstanbul'da bulunurken, 2 tanesi Ankara'da ve İzmir, İzmit, Adana, Antalya, Alanya, Batman, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Eskişehir, Giresun, Uşak, Kayseri, Konya, Mardin, Trabzon, Samsun, Kütahya, Nevşehir, Van ve KKTC Lefkoşa'da da birer tane bulunmaktadır.

Tepe Home satış noktalarında, mobilya ve ev aksesuarları, ana ürün grubu olarak belirlenmiştir. Mobilya grubu, oturma grupları, yemek takımı, yatak odaları, bahçe mobilyaları, mutfak masaları, peşin satış yapılarak alınan taşınabilir ürünler, banyo kabinleri ve ofis mobilyalarını içermektedir. Tepe Home, ürün çeşitliliği olarak bakıldığında geniş ve yaratıcı bir ürün kataloğuna sahiptir. Ayrıca, Tepe Home, kendi üretim alanlarında müşteri talebi doğrultusunda yeni ürünler tasarlayabilmektedir. Ev aksesuarları grubu; hediyelik eşyaları, mutfak aksesuarlarını, banyo aksesuarlarını, dokuma işleri ürünlerini ve

farklı halı çeşitlerini içermektedir. Özet olarak, Tepe Home satış noktalarında yaklaşık olarak 40000 farklı ürün çeşidine erişilebilmekte ve bu sayı, müşteri memnuniyeti veya beklentileri doğrultusunda gün geçtikçe artmaktadır.

Tepe Home lojistik sistemleri incelendiğinde, asıl amaç müşterilere, satışı yapılan ürünlerin en kısa sürede, hasarsız şekilde ve en az maliyetle gönderilmesidir. Bu bağlamda, şirket montaj hizmetini ücretsiz olarak müşterilerine sağlamaktadır. Tepe Home, Türkiye çapında yaklaşık olarak 13000-15000 ürünü müşterilerine ulaştırmaktadır.

Bu projeye şirket, oluşturulan yeni eniyileştirilmiş rotalama modeliyle, şirket içi gereksiz harcamalarını azaltarak, Sincan merkez depodan dağıtımına başlayarak Ankara’da yaşayan müşterilerine daha güvenli ve hızlı bir şekilde hizmet sunabilecektir. Bu projede, şirketin belirlediği kıstaslara bağlı kalınmıştır. Bu kıstasların başında, araçların tonaj limiti, çalışanların ek mesai süreleri ve sevkitaya dair harcamalar bulunmaktadır. Oluşturulan yeni model, şirketin güncel olarak kullandığı sisteme entegre edilerek kolaylıkla kullanıma hazır hale gelecektir.

Yaptığımız proje uluslararası veya ulusal herhangi bir yenilik içermediğinden, firma bazında yenilikçi bir proje olarak görülebilir. Mevcut sistemde günlük sevkiyat rotaları belirlenirken her aşamayı çalışanlar yönetmektedir. Proje kapsamında geliştirdiğimiz sistem, araç sayısını azaltmak ve mesai saatlerini en az düzeyde tutmak gibi amaçları içerdiğinden tasarlanan model ile sevkiyat rotalarını belirleme süreci optimizasyon programından yararlanılarak sistematik hale getirilmiştir. Böylelikle de, rotalama yapılırken yaşanabilecek hata payı, sıfıra indirgenmiştir.

Proje kapsamındaki rotalamayı yapmak için sezgisel metodlar ve matematiksel modelleme olmak üzere, iki farklı metoddan yararlanılmıştır. Sezgisel metodlar için farklı kaynaklar araştırılıp akademik danışmanımızdan destek alınarak bazı algoritmalar problemimize uygulanmıştır. Matematiksel modellememiz için, modelimizi çözdürebileceğimiz bir optimizasyon programı, Xpress, kullanılmıştır. Yazılan matematiksel modelde, araçların tonaj limitleri, araç başına düşen ortalama yolculuk süresi ve araç başına düşen ortalama kurulum süresi kısıtlar olarak modele yazılmıştır. Modelde öncelik eğer varsa mesai saatlerini azaltmak, mümkünse de teslimata çıkan araç sayısını azaltmak olmuştur. Yolculuk sürelerini hesaplamak için ise; hali hazırda firmanın da kullandığı bölgeleme sistemi kullanılmış ve Ankara’nın posta kodlarından yola çıkılmıştır. Elde edilen 664 farklı bölgenin birbirleri arasındaki yolculuk süreleri bulunmuştur ve bu süreler elde edilirken “Google Api” sistemi

kullanılarak Java programıyla otomatik olarak alınmıştır. Elde edilen süreler firmadan bir gün boyunca toplanan yolculuk süreleriyle kıyaslanarak, istatistiksel metodlardan yararlanılarak yeniden düzenlenmiştir. Ürünlerin kurulum süreleri ise; araç şoförlerinin gün boyu doldurduğu zaman çizelgeleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Araç tonaj kapasitesi kısıtımız için ise ürünlerin ağırlık bilgileri firmadan hazır olarak alınmıştır.

Firma yetkilileri ve akademik danışmanımızın yönlendirmesiyle kurulan model ve ilgili sezgisel metodlar, belirlenen bir gün için uygulanmıştır. Toplanan veriler, kurulan sisteme girilerek 29.01.14 günü için model çalıştırılmıştır. Mevcut sistemde, o gün 11 araç toplamda 2068 dakika yol katetmiştir. Öncelikle 11 araç için oluşturulan program çalıştırılarak, toplam yolculuk süresi 1747 dakika olarak bulunmuştur ve bu yaklaşık %15 lik bir iyileştirmeye denk gelmektedir. Daha sonra, araç sayısı azaltılıp, 10 araç için toplam yolculuk süresi 1712 dakika, %17 lik bir iyileştirme, bulunmuştur. Projenin daha önceki safhalarında, firma yöneticilerinin ahşap ürünler ile döşeme ürünlerinin birbirlerine zarar verdikleri için bu ürünlerin birlikte aynı kamyonda çıkmasını onaylamadıkları tarafımıza iletilmiştir. Bu yüzden ahşap ürünlerinin sevkiyatı için 8 araç, döşeme ürünlerinin sevkiyatı için ise 3 araç kullanarak bir kez daha program çalıştırılmıştır. Bu şekilde de, toplam yolculuk süresi ve iyileştirme sırasıyla 1821 dakika ve %12 olarak bulunmuştur. Kurulan matematiksel model ile optimum değerler bulunabildiğinden, sezgisel metodlara çok fazla değinilmemiştir ve bu metodlarla da optimum değerlere yaklaşılmadığı gözlenmiştir. Bütün bu sonuçlar, akademik danışmanımızla ve firma yetkilileri ile paylaşılmıştır.

Projenin amacı olan sevkiyat rotalamasının eniyileştirilmesi için gerekli olan tek çıktı, mevcut araçların her gün değişen adreslere göre rotanın verilmesi olmuştur. Kurulan matematiksel modelin ve bu modelin yazıldığı optimizasyon programının çıktısı ise; her aracın gitmesi gereken müşteri sırasıdır. Bu sebeple, projede amaçlanan çıktılarına tam anlamıyla erişildiğini söylemek mümkündür. Proje, uygulanabilmesi için firmaya sunulmuş ve firma tarafından kabul edilmiştir.

Gövde Alanı Ham Madde Envanter Yönetimi İçin Karar Destek Sistemi

TOFAŞ Türk Otomotiv Fabrikası A.Ş.

Proje Ekibi

Esra Akyıldız
Ayşegül Özge Arı
Güliz Bilgütay
Zeynep Küçükeroğlu
Sıla Şener
Fulya Yılmaz

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanı

Serdar Karaman, TOFAŞ Bursa Fabrikası,
İç Lojistik Geliştirme Uzmanı

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Türk Otomobil Fabrikası Anonim Şirketi, 1968 yılında, Koç Holding ve Fiat'ın eşit hissedarlığı ile kurulmuş olup, günümüzde Fiat'ın dünya çapındaki üç stratejik üretim ve araştırma merkezinden biridir. Türkiye'nin hem binek otomobil hem de hafif ticari araç üreten tek otomotiv şirketi konumundaki TOFAŞ, dünya sınıfında üretim alanında "altın" üretim seviyesini elinde tutmaktadır. TOFAŞ, Bursa'da faaliyet göstermekte olan fabrikasıyla, ülkemizin otomotiv endüstrisindeki atılmalı en büyük üç üretici ve ihracatçısından biridir.

Proje Tanıtımı

Just In Time (JIT), üretim süreçlerinde verimliliği artırmak amacıyla geliştirilmiş bir envanter yönetim sistemidir. Just In Time, ihtiyaç kadar talebi, mükemmel kalite ile artıksız olarak, istendiği zamanda doğru yere nakletme işlemidir. Tüm üretim aşamalarının ve bunlara bağlı oluşan maliyetlerin en aza indirilmesini sağlayan bu yaklaşım, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmalar için de oldukça büyük önem taşımaktadır. Günümüz otomotiv endüstrisinde pek çok firma, Just In Time sistemine geçme eğilimi göstermektedir. TOFAŞ, Bursa'daki fabrikasının gövde üretim biriminde, %74 oranında Kanban, %21 oranında MRP (Üretim Kaynakları Planlaması) ve %3 oranında Just In Time sistemlerini kullanmaktadır. Proje başında %3 olan mevcut JIT kullanımı, proje sürecinde şirketin kendi çalışmaları ile %5 oranına kadar artırılmıştır. Firmanın amacı, Just In Time sistemi kullanımını %9 seviyesine çıkarmak ve mevcut tedarik zinciri süreçlerini iyileştirmektir.

Bu proje, TOFAŞ'ın tedarik zinciri ve envanter yönetimi süreçlerinde karşılaştığı temel sorunların, Just In Time sistemi ile çözülmesini amaçlamaktadır. TOFAŞ, tedarik zinciri sürecinde, yüksek envanter düzeyine bağlı ortaya çıkan maliyet ve depo alanının verimsiz kullanılması olarak tanımlanabilecek iki temel problem yaşamaktadır. Bu problemlerin çözüme ulaştırılması, firmanın seri üretim sistemi için büyük önem taşımaktadır. Yürütülmekte olan projenin temel amacı, TOFAŞ Bursa Fabrikasında, depo alanında bekleyen hammadde seviyesini azaltmaktır. Buna bağlı olarak, stokta tutulan envanterin yol açtığı maliyetin düşürülmesi, kullanılan depo alanının azaltılması ve depo alanında kullanılan iş gücü verimliliğinin artırılması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra depo alanı için önerilecek olan yeni yerleşim düzeni ile, alanda kullanılan forklift ve pimespo araçlarının faaliyetlerin daha verimli şekilde planlanması hedeflenmektedir. Yapılacak çalışma ile, şirketin tedarik zinciri süreçlerinin iyileştirilmesi ve depo alanında %70 oranında azalmaya gidilmesi beklenmektedir. Projeden elde edilecek çıktılar, fabrikadaki depolama alanının ve malzeme sipariş saatlerinin yeniden planlanmasında kullanılacaktır.

Projenin önerdiği yeni sistem, fabrikanın mevcut üretim tesisinin yapılanmasında bazı değişikliklere yol açacaktır. Oluşturulacak yeni depo alanı düzenlemesi, iş gücü verimliliğinin artmasını, fabrika içi ulaşım sisteminin iyileşmesini ve tedarik zinciri takip süreçlerinin kolaylaşmasını sağlayacaktır. TOFAŞ'ın gelecek planları arasında, gövde alanında yeni bir üretim hattı kurulması önemli yer tutmaktadır. Proje, depolama için kullanılan alanı en aza indirerek, yeni bir üretim hattının kurulabilmesi için alan yaratacaktır. Bu proje sonuçlandığında,

gövde biriminde mevcut depolama alanı ihtiyacı olan 2366 m², TOFAŞ'ın ideal olarak belirlemiş olduğu 1326 m²'ye düşürülerek, depolama alanı ihtiyacında %44'lük bir azalma olacağı öngörülmektedir. Bütün bu iyileştirmeler, projemizin sektördeki diğer firmalara da örnek teşkil edecek yenilikçi bir çalışma olacağını destekleyecektir.

Proje çalışmalarımız, ilk aşamadan itibaren düzenli olarak yapılan ilgili literatür araştırmaları ile şekillenmektedir. Fabrikada mevcut olan tedarik zinciri politikalarının anlaşılabilmesi için, Just In Time, Just In Sequence (Tam Sırasında İmalat), MRP ve Kanban sistemleri üzerine yoğunlaşmış bir kaynak araştırması, projede atılan ilk adım olmuştur. Projemiz kapsamında, Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) ile ilgili modellemeler de araştırılmıştır. Matematiksel modelin kurgulanmasından önce, TOFAŞ'tan alınan veriler bir bütün halinde incelenmiştir. Proje kapsamında, pilot uygulama yapılacak olan 4 büyük tedarikçi ve 42 temel ürün grubu üzerine odaklanılmıştır. Matematiksel modelin geliştirilmesinden önce, tedarik politikalarında kullanılan analitik yaklaşımlar, ekonomik sipariş modelleri, tedarik süreçlerinde kullanılan çizelgeleme sistemleri ve verimli taşıt yükleme politikaları üzerine detaylı bir kaynak araştırması yapılmıştır. Löhndorf ve Minner'in (2014) çalışması tedarikçi seçimi ve ideal sipariş miktarı belirleme modelleri hakkında projemize referans sağlarken; Shigeru, Liberman ve Shigeru (1997), Liker ve Meier'in (2005) çalışmalarının incelenmesiyle diğer şirketlerdeki uygulamalar analiz edilmiştir. Bu araştırmaların ışığında şekillenen matematiksel model, çizelgeleme işlemini iyileştirerek, toplam tedarik ve envanter maliyeti olmak üzere toplam maliyeti en aza indirmeyi hedeflemektedir. Modelde depo alanı için şirket tarafından belirlenen kapasite kısıt olarak alınmıştır. Üretim planına müdahale edilmeyecek şekilde parça başına günlük toplam ihtiyacın, zaman dilimlerine eşit olarak dağıtıldığı varsayılmıştır. Modelde bir zaman diliminde tedarik edilen fakat kullanılmayan parçalar, bir sonraki zaman diliminin envanter seviyesini oluşturmaktadır. Sipariş miktarlarının tedarik edilmesinde büyük ve küçük tip olmak üzere iki çeşit taşıt kullanılır. Taşıtların Full Truck Load ilkesine göre getirildiği varsayılmaktadır. Matematiksel model GAMS yazılımı kullanılarak geliştirilmiş ve CPLEX kullanılarak çözülmüştür. Matematiksel modelin sonuçlarının mevcut durumla karşılaştırılması sonucu envanter tutma maliyetinde %85 oranında bir iyileştirme, taşıma maliyetinde %7 oranında bir artış gözlemlenmiştir. Toplam maliyet %19 oranında iyileştirilmiştir.

Projenin ikinci aşamasında envanter miktarı, forklift-iş gücü verimliliği ve depo alanı ölçütlerindeki değişimi gözlemlemek için bir benzetim modeli kurulmuştur. Benzetim modeli, mevcut durum verileri

ve matematiksel model çözümleri ile ayrı ayrı çalıştırılmıştır. Bunun sonucunda sistemdeki 3 farklı forklift tipi (boşaltma, yerleştirme, doldurma) için sırasıyla %10, %8 ve %6'lık verim artışı gözlemlenmiştir. Araçların fabrikaya girişte bekleme süreleri %2 azaltılmıştır. Benzetim modelinde depo alanındaki iç taşıma araçları yani pimespoların veriminde kayda değer bir iyileşme gözlemlenmemiştir. Bunun nedeni modelin daha çok çizelgeleme aşamasına odaklanması ve bu noktada yerleşim planı üzerinde bir değişiklik yapılmamış olmasıdır. Depo alanını azaltmak, forklift ve pimespo hareketlerini gözlemlenmek amacıyla üçüncü değerlendirme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada önerilen sistemin benzetim modeli oluşturulmuştur. Bu modelde yerleşim planı değiştirilmiştir. Yeni plana göre parçalar tedarikçilerine göre belirlenen alanlara yerleştirilmektedir. Önerilen sistemde doldurma ve boşaltma işlemlerini tek bir forklift tipi üstlenmektedir. Önerilen bu modelde forklift verimliliği mevcut duruma göre %23, matematiksel modelin sonuçları üzerinden yapılan değerlendirmeye göre %14 artmıştır. Bunun yanı sıra taşıtların fabrika girişinde bekleme süreleri %65 oranında azalmıştır. Bunun sonucunda yeni yerleşim planı ve çizelgeleme sistemi iyileştirme odaklı olumlu sonuç vermiştir.

Bu proje, envanter miktarının azaltılmasının yanı sıra, sipariş politikasının kontrol edilebilirliğini kolaylaştırmakta ve forklift hareketlerinin verimliliğini artırmaktadır. Yukarıda görüldüğü gibi matematiksel model sonucuna göre, tedarik maliyetini artırmasına rağmen, toplam maliyeti azaltmaktadır. Matematiksel modelin geliştirilmesi aşamasında şirket ile ortak yazılım olan GAMS'in kullanılması tercih edilmiştir. Şirkete kullanım kolaylığı sağlaması açısından, GAMS verileri Excel üzerinden okunmaktadır. TOFAŞ tarafından belirlenen takvime göre, proje Temmuz 2014'te hayata geçecektir. Geliştirilen modeller otomotiv sektöründe JIT sistemini uygulamak isteyen diğer şirketlere örnek olacaktır.

Kaynakça

- Löhndorf N., Minner S., "*Simulation Optimization for the Stochastic Economic Lot Scheduling Problem*", as of January 3, 2014
- Liberman, Martin B., and Shigeru Asaba. "*Inventory Reduction and Productivity Growth: A Comparison of Japanese and US Automotive Sectors.*" *Managerial and Decision Economics*(1997):78-85.
- Liker, K. J., Meier D. 2005. "The Toyota Way Fieldbook", A Practical Implementing Toyota's 4Ps.

Abone İptal Analizi İyileştirmesi

Türk Telekomünikasyon A.ř.

Proje Ekibi

Aysu Yıldız
M. Serhan Akın
Serdal Hakan Akyüz
Ayşe Nur Arat
Ece Esen Bayramoğlu
Begüm Koral

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

şirket Danışmanı

Ahmet Tuğberk Tözman, Türk Telekomünikasyon A.ř.,
Kurumsal Fiyatlandırma Uzmanı

Akademik Danışman

Dr. Nil şahin
Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Firma Tanıtımı

Kuruluşunda kamu kuruluşu olan ve PTT'den ayrıldıktan sonra 2005'te özelleştirilen Türk Telekomünikasyon A.ř., telekomünikasyon hizmetleri sağlamaktadır. Avea'nın %90, Pantel Uluslararası şirketi, TTNNet, Argola, Sobel, AsissTT, Innova ve Sebit A.ř. firmalarının %100 hisselerine sahiptir. Bu şirketler de telekomünikasyon bazlı şirketler olup internet, data paylaşımı, internet erişimi ve benzeri hizmetler vermektedirler. şirket bünyesinde 35.000'den fazla çalışan, 14.5 milyon sabit hat, 7 milyon ADSL ağı ve 13.2 milyon abone barındırmaktadır.

Proje Tanıtımı

Türk Telekom farklı müşteri grupları için farklı servisler sağlamaktadır. Bu projede incelenecek olan ve Türk Telekom gelirinde önemli payı olan müşteri kitlesi, kurumsal müşteri kitlesi olup 4 ana grupta incelenebilir: Esnaf/Profesyonel, Kobi, Büyük Şirketler ve Kamu.

“Abone iptali” olarak kullanacağımız terim bir müşterinin kullandığı servisi ya da servis sağlayıcısını bırakma anlamına gelir. Abone iptal yönetimi ise müşteriyi elde tutma amacıyla şirket tarafından hazırlanan süreçlerin bütününe verilen addır. Kurumsal müşterilerin abone iptali yıllık bazda değerlendirildiğinde Türk Telekom’un gelirinde negatif yönde büyük bir değişime sebep olmaktadır. Aynı zamanda yeni müşteri elde etmek, var olan müşteriyi elde tutmaktan çok daha zahmetli ve bütçe isteyen bir süreçtir. Bu sebeple müşteri iptal analizi ile müşteri davranışları incelenmekte ve müşterileri elde tutma amaçlı kampanyalar hazırlanmaktadır. Kampanyalar, müşterileri iptal risklerine göre sınıflandırmadan, genele odaklı olarak ve geçmiş müşteri verileri baz alınarak hazırlanmaktadır.

“Abone İptal Analizi İyileştirme Projesi” güncel müşteri verisi kullanılarak abone iptal oranlarının, müşterilerin risk gruplarına göre gerçeğe en yakın şekilde hesaplanmasını ve kampanyaların da bu doğrultuda hazırlanmasını amaçlamaktadır. Proje çıktısı olarak hazırlanan model Türk Telekom’un kampanya hazırlama sürecinde etkin bir şekilde kullanılacaktır. Bu model kullanılarak kampanyalara ayrılan bütçe en aza indirilecek ve kampanyalar sonucunda elde tutulan müşteri oranı en yükseğe çıkarılacaktır. Abone iptal riski az olan müşterilere büyük kampanyalar sunulmayacak, risksiz müşterilere ise fazladan indirim sağlanmayacaktır. Modelin Türk Telekom’a en büyük katkısı kampanya maliyetlerinin sistematik bir süreçle optimizasyonu olacaktır.

Bu proje için iki farklı model oluşturulmuştur. Oluşturulan Yapay Sinir Ağı (YSA) ve Karar Ağacı modelleri mevcut müşteri verisine göre sınıflandırma yapmayı ve abone davranışlarını belirlemeyi hedeflemektedir. Bu yüzden modeller sadece abone iptal analizi yapmayı sağlamakla kalmayıp, gerektiği zaman farklı kullanımlar için düzenlenebilir modeller olacaktır.

Kullanılan modeller, telekomünikasyon sektöründe abone iptal analizi için uluslararası alanda kullanılan yöntemlerdir. Ülkemizde YSA yeni öğrenilen bir model türü olup, telekomünikasyon sektöründe yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu model amaca odaklı ve yüksek doğruluk payı veren modellerden biri olduğu için proje için uygun olduğuna karar verilmiştir.

Hazırlanan YSA modeli Türk Telekom'da daha önce abone iptal analizi için kullanılmamış bir model tipi olup, Türk Telekom'a sürdürülebilir, değiştirilip iyileştirilebilir ve güncel bir sistem olarak sunulacaktır. Türk Telekom bu sistemi kullanmakla rekabet edilebilirliğini artıracak, kampanya maliyetlerini en uygun değerine ulaştıracak ve müşteri elde tutma sürecinin optimizasyonunu sağlayacaktır. YSA, modeli tekrarlı şekilde çalıştırarak ve geliştirerek doğru sonuca ulaşmaya odaklı bir sistem ile çalışır. Bu süreç "öğrenme süreci" olarak adlandırılır. YSA, doğal nöronlardan esinlenen hesaba dayalı bir modeldir. Bu ağ, temelde nöronun aktivasyonunu belirleyecek olan matematiksel fonksiyonu oluşturan girdiler ve ağırlıklardan oluşur. Bir diğer fonksiyon olan "aktivasyon fonksiyonu" yapay nörondaki çıktıyı hesaplar. Nöronlar hesaplama ilgili üniteler olarak görülebilirler. Nöronlar verileri, girdiyi alıp çıktı elde edilebilecek bir sürece tabi tutarlar.

YSA'nın ağırlıklarını değiştirmeye ve ağ üzerindeki çıktıyı elde etmeye öğrenme denir. Bunun için farklı türlerde öğrenme algoritmaları vardır. Modelde, girdi ve çıktı arasındaki ilişki öğrenildikten sonra nöron ağırlıkları belirlenir ve bu model sınıflandırma için kullanılır. Sınıflandırma, hangi girdi değerinin algılayıcı tarafından hangi çıktı değerine eşit olduğunun belirlenmesi durumudur. Bu proje dahilinde çıktı nöronu, aboneliğini iptal edecek ve etmeyecek müşteriler olmak üzere müşterileri iki gruba ayırır (Sarle, 2002).

Projede kullanılan diğer yöntem ise karar ağacı algoritmasıdır. Karar ağaçları yapay sinir ağlarına göre daha kolay anlaşılabilir yorumlanabilen bir sınıflandırma yöntemidir. Karar ağaçları akış şemalarına benzemektedir olup, verilen bir problemin yapısına bağlı olarak sınıflandırma ve regresyon modeli oluşturur. Dallar, yapraklar ve düğümler karar ağacının elemanlarıdır. Her bir nitelik bir düğüm tarafından temsil edilir. En son yapıya yaprak, en üst yapıya ise kök düğüm adı verilir. Karar ağaçları, kök düğümünden yaprak düğüme doğru çalışır. Kök, yaprak ve iç düğümler arasındaki bağlantılar ise dal olarak adlandırılır. Her bir dal yeni bir karar düğümüne bağlanır ve burada yeni özellikler test edilerek bu düğümlerden dallar meydana gelir. Kökten hedef yaprağa kadar olan yol, hedefi sınıflandıran "kural" olarak nitelendirilir. Kuralların anlaşılabilir olması karar ağaçlarının kullanımının kolay ve uygulanabilir olmasını sağlar. Karar ağaçları, bir problemin çözümünde; bir karar verme işlemini, çok aşamalı ve ardışık işlemlerden sonra gerçekleştirir. Sorular kök düğümünde sorulmaya başlanır, yapraklara kadar olan dalların oluşturduğu yol izlenerek tahmin ve sınıflandırma yapılabilir (Korting, 2013).

Yapılan literatür araştırmaları baz alınarak yüksek doğruluk oranı sebebiyle karar ağacı algoritmalarının WEKA yazılımına

uyarlanmış versiyonu J.48 algoritması kullanılmıştır. WEKA, veri madenciliği gibi işlemler gerçekleştirmek amacıyla geliştirilmiş bir yazılımdır (Kamalraj, 2013). WEKA'nın Java dilinde geliştirilmiş olması ise Java dilinde yazılan projeye kolayca entegre edilebilmesini sağlamıştır. Bu yöntemde ise Java'da WEKA kütüphaneleri kullanılmış ve Java kodları ile gerekli tahminleri sağlayan karar ağacı modeli oluşturulmuştur. Bu tahminler ise Türk Telekom'dan alınan müşteri verilerindeki niteliklerin "Abone Durum" niteliği ile ilişkisi baz alınarak yapılmıştır. Oluşturulan modelde %92.31 doğruluk oranı elde edilmiştir. Karar ağacı algoritması sayesinde hangi müşterilerin iptal edeceği, askıda kalacağı veya aboneliğine devam edeceği önceden tahmin edilebilecektir. Bu bilgiler şirketin iptal edecek müşterilere yönelik gerekli kampanyalar yapabilmelerini sağlayacaktır.

Projenin büyük kısmı model oluşturulması ve modelin doğrulanmasıyla tamamlanmıştır. YSA modelinde müşteri özelliklerini seçmek için "Linear Discriminant Analysis" (LDA) programı kullanımıyla ilgili çalışmalara başlanmıştır. LDA metodunun kullanılma amacı modelin çalışma süresini kısaltarak harcanan süreyi azaltmaktır. LDA'nın güvenilirliğinin birçok alanda ispatlanmış olması, modelin güvenilirliğini artırmaktadır.

Sonraki aşamada şirketin kullanabileceği bir arayüz oluşturulması planlanmaktadır. Bu kısım şirketin MATLAB ve Java kodlarını kendi sistemine entegre edebilmesi amacıyla yapılacaktır. Şirketin isteği üzerine Visual Basic makrosu kullanılarak Excel üzerinde model kullanılabilir hale getirilecektir. En son aşama olarak da şirkete Visual Basic arayüzü teslim edilecektir.

"Abone İptal Analizi İyileştirme Projesi" mevcut sisteme göre teknolojik, sistematik ve zamansal yönden üstünlük göstermektedir. Bu model, müşterileri risk gruplarına ayıran ve abone iptal olasılığını yüksek doğruluk payıyla veren, sürdürülebilir ve kullanışlı bir model olacaktır. Bu projenin sonucunda YSA ve Karar Ağacı modelleri herhangi bir abonenin iptal olasılığının belirlenmesini sağlayacaktır. Bunun sonucunda şirket gelecek kampanyaları için hedef kitle oluşturabilecek ve bu kampanyalar kapsamında doğru bütçe ve içerik kullanabilecektir.

Hazırlanan Yapay Sinir Ağı ve Karar Ağacı ortalama %92 doğruluk payıyla çalışmaktadır bu da mevcut sistemden daha isabetli iptal olasılığı analizi yapacağını göstermektedir.

Maliyet Analizi ve Tahminleme Çalışmalarının İyileştirmesi

Türk Telekomünikasyon A.Ş.

Proje Ekibi

Alptuğ Kurt
Mehmet Buğra Ünalın
Meriç Seyrek
Mert Ertuğrul Erem
Onurcan Olgaç
Taha Taşan

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanları

Erdal Altıntaş, Türk Telekom,
Teknoloji Yönetişimi ve Bütçe Planlama Müdürü

Cemalettin Öcal Fidanboy, Türk Telekom,
Kalite ve Süreç Yönetimi Danışmanı

Akademik Danışman

Doç. Dr. Emre Berk
Bilkent Üniversitesi İşletme Bölümü

Firma Tanıtımı

Türk Telekom 1840 yılında “Postane-i Amire” adıyla kurulmuştur. 1909 yılında Türkiye’nin ilk manuel santralini kurmuş ve bugün bütünleşmiş telekomünikasyon hizmetleri olarak sabit hat, GSM, geniş bant internet ve yakınsama teknolojileri hizmetlerini sunmaktadır. Türk Telekom bünyesinde birçok alt şirketi barındırmaktadır. Genişbant operatörü TTNET, yakınsama teknolojileri şirketi Argela, BT çözüm sağlayıcısı Innova, online eğitim yazılımları şirketi Sebit A.Ş., online oyun şirketi Sobee ve çağrı merkezi şirketi AssisTT şirketlerinin %99,9’una, toptan veri ve kapasite servis sağlayıcısı Pantel International AG ve iştiraklerinin ise %100’üne sahip olan Türk Telekom, aynı zamanda Türkiye’deki üç GSM operatöründen biri olan Avea’nın hisselerinin %81,4’üne de sahiptir [1].

Proje Tanıtımı

Türk Telekom, şirket için gerekli yazılım projelerinin bir kısmını dış firmalara yaptırmaktadır. Şirket bir yazılım projesi yaptırmak istediğinde ilgili firmalardan teklif almaktadır. Alınan bu teklifler, COCOMO2000 tabanlı bir maliyet tahminleme sistemi aracılığıyla kontrol edilmektedir. Dış firmaların verdiği iş gücü maliyetlerinin, Türk Telekom tarafından daha iyi denetlenmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışma, Türk Telekom tarafından gerçekleştirilen maliyet tahminleme çalışmalarının iyileştirilmesine de imkan sağlayacaktır.

COCOMO2000, regresyon temelli ve dünyada şu an en çok kullanılan yazılım tahminleme yöntemidir. Proje için gerekli eforun ve geliştirme için gerekli olan sürenin büyüklüğünü kod satır sayısı cinsinden hesaplar. Bunun yanında, personel, proje ve ürün etkenleri gibi değişkenler yardımıyla daha doğru tahminleme yapmayı amaçlar [2]. Ancak, COCOMO2000 modeli farklı firmalar için farklı özelleştirmelere ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda projenin 3 adet nihai çıktısı vardır. Bunlar aşağıdaki başlıklar altında özetlenebilir:

- Sistem tarafından kullanılmakta olan A katsayısının daha önceki Türk Telekom proje verileri kullanılarak kalibre edilmesi,
- Sisteme proje tamamlanma süresinin tahminlemesinin eklenmesi,
- Projelerin kodlama maliyeti gerektirmeyen aşamalarının maliyetinin kodlama maliyeti gerektiren aşamaların maliyeti ile oranlanması sonucu etaplarda istatistik bir dağılımın elde edilmesi.

A katsayısı maliyet tahminleme için kullanılmakta olan çarpanlardan birisidir ve maliyet tahminlemesini doğrusal olarak etkiler. Projenin büyüklüğü, personel, proje ve ürün etkenlerinin değerleri elde edildikten sonra A katsayısı ile çarpılır. A katsayısının kalibre edilmesi, projenin birincil kaynağı olan COCOMO2000 yöntemi tarafından önerilmektedir. Çünkü bu katsayı, şirketin önceki projelerdeki tahminlemelerde, gerçekleşen değere ne kadar yaklaştığını ölçer. Bu kalibrasyon tekniği, Türk Telekom tarafından tutulmuş olan önceki proje verilerinden (15 projenin tahmin edilen ve gerçekleşen efor tahminleri) yararlanarak, COCOMO2000 tarafından önerilen yöntemle uygulandı. Ayrıca, her bir projeden sonra bu kalibrasyon tekniği kullanılarak A katsayısının güncellenmesinin gerektiği belirtildi. Bu çözüm önceden alınmış COCOMO2000 modeline kalibrasyon tekniği bakımından benzemektedir [3]. Bununla birlikte, şirket tarafından verilen gerçekleşen ve tahmin edilen efor maliyetleri içinden, kalibrasyon işleminde kullanılacak olanlar tercih edildi. Bu süreçte

de Türk Telekom şirket danışmanlarımızdan yardım alındı. Bu çözümde yenilik unsuru firma düzeyindedir.

Bir diğer iyileştirme önerisi; sisteme, “projelerin tahmini tamamlanma süreleri”nin eklenmesidir. Bu çözüm maliyet tahminlemesine doğrudan yardımcı olmamaktadır. Ancak dolaylı olarak, projelerin gün bazında ne kadar sürede bittiğini tahminleyebildiği için, projenin tahmini maliyetinin kontrolünü kolaylaştıran bir çözümdür. Bu öneriyi sisteme eklemek, gerekli veriler önceki aşamalarda girilmiş olduğundan ekstra bir efor gerektirmemektedir. Bu yöntem COCOMO2000 tarafından önerildiği şekilde kolayca uygulanabilmektedir [3]. Mevcut sistemde tercih edilmemiş olan bu yöntemin, aslında şirket için faydalı sonuçlar verebileceği öngörülmüştür [2]. Bu çözüm de, var olan uygun yöntemlerin araştırılıp, Türk Telekom verileri kullanarak sisteme entegre edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu nedenle firma düzeyinde bir yeniliktir.

Bu projede en yenilikçi çözüm ise; aşama bazlı dağılımların sisteme girilmesidir. Bu öneri, analiz, test ve kurulum gibi kodla yapılmayan süreçlerin tahminlemesinin yapılmasına imkan vermektedir. Tespit edilen iki farklı gereksinim nedeniyle, bu çözümün uygulanması önerilmektedir. Bunlardan birincisi, proje yöneticisi tarafından doğrudan sisteme girilen efor tahminlerinin (analiz ve test süresi), subjektif bir tahminleme olmasıdır. Bir diğer sorun ise sistemin projelere WBS (Work Breakdown Structure) tabanlı yaklaşmamasıdır. Normal bir yazılım projesinde olması gereken iş akışı; analiz, tasarım, kod geliştirme, test ve kurulum şeklinde ilerlemeli ve bunların birbiriyle izlenebilirliği takip edilmelidir. Kaynak araştırmasında, China Software Benchmarking Standards Groups tarafından yapılmış buna benzer bir çalışmanın olduğu tespit edildi [4]. Bu çalışma, projelerin yukarıda bahsedilen aşamalarının her proje için ortalama bir efor dağılımının yapılabileceğine yöneliktir. Buradaki birincil sorun, farklı kurumlar ve proje tipleri için bu dağılımın kolaylıkla değişebileceğidir. Bu çözüm yöntemini uygulayabilmek için yeterince detaylı tutulmuş bir veri arşivi gerekmektedir. Ancak, Türk Telekom daha önceden böyle bir veriye ihtiyaç duymadığından dolayı, şu an için bu verilere erişmek mümkün değildir. Fakat, bugünden itibaren proje aşamalarının detaylı efor değerlerinin (aşamalar bazında) tutulması halinde, proje fazları kendi arasında tutarlı bir şekilde tahminlenebilecektir. Kalibrasyon çözümünde olduğu gibi, her yeni veri girişinden sonra bu istatistiksel çalışmanın yeniden gözden geçirilmesi şirket için sağlıklı olacaktır. Bu faz dağılımı süresince hangi aşamaların sürece dahil edileceğine de şirketle birlikte karar verilmiştir. Örneğin, eğitim aşaması sürece dahil edilmemiştir, çünkü projenin efor bakımından büyüklüğüne bağlı

değildir. Sonuç olarak yukarıda belirtilen 5 aşamada şirketle birlikte uzlaşmıştır. Bu çözüm, kaynak taramasında belirtilen China Software Benchmarking Standards Groups ile yaklaşım olarak benzer ancak aşamaların seçimi ve oranların şirket içerisinde hesaplanması nedeniyle özgün bir çözümdür ve ulusal düzeyde bir yenilik olarak düşünülebilir.

Projenin ilk aşaması olan, COCOMO 2000 formülasyonunda da yer alan A katsayısı, uygun bir yöntemle kalibre edildi. Bunun sonucunda, eskisine göre iyileştirilmiş tahminlere ulaşıldı. Bu öneri şu an yeniden yapılandırılmakta olan Türk Telekom Maliyet Analizi yazılımında yukarıda bahsedildiği şekilde eklenmiştir.

Yine kullanılması planlanan proje tamamlanma süresi sayesinde, şirket, projelerin tamamlanma sürelerini de öğrenebilecek ve proje takibini bunun üzerinden yapabilecektir. Kalibrasyon için de kullanılabilir yeni bir veri havuzu ortaya çıkacaktır. Bu öneri de şirket danışmanlarınca kabul görmüş ve yazılmakta olan sisteme eklenmesi planlanmaktadır.

Projenin son aşaması olan “Aşama Bazlı Tahminleme Yöntemi”nin uzun vadede uygulanması beklenmektedir. Böylece Analiz ve Test süresi gibi kullanıcı tarafından subjektif olarak girilen veriler için, daha objektif bir tahminleme imkanı doğacaktır. Yöntem şirket danışmanlarınca kabul görmüş ve yeni sistemde uzun vadede kullanılması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] www.turktelekom.com.tr/tt/portal/About-TT/Company-Profile/
03.04.2014

[2] Türk Telekom 2012. “Maliyet Analizi – Kullanım Kılavuzu” Türk Telekom, Ankara.

[3] University of Southern California. COCOMO II, accessed at http://sunset.usc.edu/csse/research/COCOMOII/cocomo_main.html
08.01.2014

[4] Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, <http://csse.usc.edu/csse/TECHRPTS/2008/usc-csse-2008-836/usc-csse-2008-836.pdf>, 14.03.2014

İndirimli Satış Mağazaları Kanalındaki Kişisel Bakım Ürünleri için Tedarik Zinciri İyileştirmesi

Unilever - Türkiye

Proje Ekibi

Ceren Açıkgöz
Serkan Arslan
Ceren Duyuler
Akın Öğrük
Burcu Sert

Bilkent Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Şirket Danışmanları

Efe Çakır, Talep Planlama Uzmanı
Enver Çifçi, Talep Planlama Uzmanı
Nazlı Erman, Talep Planlama Müdür Yardımcısı
Semih Kumluk, Ödeme Süreç Analisti

Akademik Danışman

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

Firma Tanıtımı

Unilever, dünyanın önde gelen hızlı tüketim ürünleri şirketlerinden biri olup, ev bakımı, kişisel bakım, yiyecek ve yiyecek çözümleri kategorilerinde Omo, Elidor, Algida, Knorr gibi bilinen pazar lideri birçok markanın sahibidir. Türkiye pazarına 1952’de giren şirketin şu an Türkiye genelinde sekiz adet fabrikası ve 5363 çalışanı bulunmaktadır. Ürünlerini 35 farklı ülkeye ihraç eden şirketin 2012 cirosu 3.5 milyar TL’dir. Müşterilerine, Ulusal, Nakit ile Toptan Satış Mağazaları, İndirimli Satış Mağazaları, Dağıtımçı, Kozmetik Mağazaları ve Yerel Satış olmak üzere altı farklı kanal aracılığıyla ulaşmaktadır. Bu süreç Tedarik Zinciri ekibi tarafından, portföy seçimi, planlama, hammadde yönetimi, üretim, dağıtım ve servis seviyesi olmak üzere altı başlıkta gruplandırılarak yönetilmektedir.

Proje Tanımı

İndirimli satış mağazaları, alışlagelmişin dışındaki mağaza içi ürün konumlandırma stratejileri, sınırlı sayıda ürün seçimi, küçük mağaza formatları ve özel marka üretimleriyle son yıllarda perakende sektöründe hızlı bir büyüme göstermiştir. İndirimli satış mağazaları kanalının dört büyük temsilcisi olan BIM, A101, UCZ ve Şok, Unilever Türkiye Kişisel Bakım kategorisinin toplam cirosunun %19,5'ini oluşturmaktadır. Unilever, hızlı tüketim ürünlerinin tüketiciyle buluşma noktası olarak indirimli satış mağazaları kanalındaki potansiyel büyümeyi kendi yararına çevirmek istemektedir. Geçtiğimiz yıl kişisel bakım ürünleri kategorisinde, indirimli satış mağazaları kanalında %24'lük ciro artışını yakalamıştır.

Projenin amacı, Unilever'in kişisel bakım ürünlerinin indirimli satış mağazalarına tedarik edilmesi sürecinin verimliliğinin iyileştirilmesi ve bu kanaldaki müşteri servis seviyesinin artırılmasıdır. Projenin ilk basamağında tüm tedarik zinciri süreçleri incelenerek müşteri servis seviyesini düşüren unsurlar tespit edilmiştir. Sistem analizi ve problem tanımı sürecinde, Unilever tarafından bize sağlanan CCFOT (Customer Casefill On Time) verileri kullanıldı. CCFOT, talep edilen ürünlerin müşteriye zamanında tedarik edilememesinden kaynaklanan kayıpları ve bu kayıpların alt basamaklı nedenlerini müşteri, ürün ve ay bazında gösteren bir veri türüdür. Örneğin, depo güvenilirliği, tedarikçi güvenilirliği ve fiyat gibi alt basamakları vardır. Yapılan analizler sonucunda, müşteri servis seviyesini (CCFOT) düşüren nedenlerin önemli bir kısmının üç alanda toplandığı görülmüştür: tahminleme, karma-koli üretim süreci ve geçiş yönetimi.

İndirimli satış mağazalarının büyüme hızları, en fazla 3 günlük stok tutma stratejileri ve mağaza içi anlık stok durumunu Unilever ile paylaşmamaları kanalın taleplerinin öngörülememesine neden olmaktadır.

Tahminleme sürecinden kaynaklanan kayıplar, toplam kayıpların %3,31'ini oluşturmaktadır. Mevcut tahminleme sürecinde kullanılan yöntemlerin kanalın dinamizmine cevap verebilme yeterliliğinin artırılması gerekmektedir.

Talep tahminleme sürecindeki doğruluğu arttırmak için çoklu regresyon yöntemi kullanılarak değişkenlere bağlı bir model oluşturuldu. İlk aşamada, müşteri taleplerini etkileyebilecek girdiler tespit edilip bunlarla modelin ilk hali kuruldu. Test verilerine uygunluğuna göre korelasyonu ve modele uyumu yetersiz olan değişkenler çıkarıldı. Geçmiş satış verileri, aylık mağaza sayıları, pazar büyümesi ve müşteri penetrasyonu değişken olarak seçilerek model son haline getirildi. Geliştirilen modelin çıktılarının doğruluğu ve geçerliliği

modelin R² değeriyle kontrol edildi. (R² değeri %98'dir.) Modelin Şirket tarafından da rahatça kullanılabilmesi için, model Microsoft Excel programında kullanılabilir hale getirildi.

Tahminleme modelinin etkinliğinin ölçülmesi için 2011 ve 2012 satış verileriyle geliştirilen model 2013 satıŐlarının tahminlemesi için kullanıldı. Modelin verdiği sonuçlar Unilever'in talep planlama uzmanlarının yaptığı 2013 yılı tahminlemeleriyle karşılaştırıldı ve eksik tahminlemede %30,1, ortalama hatada ise %12,2 'lik bir iyileştirme elde edildi.

Unilever, indirimli satış mağazaları kanalındaki mŐŐterilerinin kŐk mağaza formatına ve mağaza içinde őrnlere doğrudan kolilerin içinde tŐketicilere sunma tercihine uygun olarak farklı bir satış stratejisi uygulamaktadır. őrnlere doğrudan kahverengi, sıradan koliler yerine özel bir tasarıma sahip kolilerde göndermeyi tercih etmektedir. Kolilerin dış yŐzeyinde marka adı, logosu ve sloganı gibi ilgi çekici unsurlar bulunmaktadır. BIM, A101, UCZ ve Şok mŐŐterilerinin tŐketicilere sınırlı sayıda őrün sunma stratejisini desteklemeye uygun olarak tasarlanan bu kolilerin içerisine her őrünün farklı eŐitleri yerleŐtirilmiŐtir. Amaç, daha dŐzenli ve çekici olarak aynı alanda tŐketicilere sunulacak őrün çeşitliliğini arttırmaktır.

Mevcut sistemde, Gebze Ev ve Kişisel Bakım Fabrikası'nda őrtilen veya yurtdıŐından ithal edilen őrnlere, Gebze Ana Depo'ya getirildikten sonra karma-koli tahminlemeleri göz önünde bulundurulup ayrıŐtırılıp, kamyonlarla aynı depo içerisindeki karma-koli őrretim alanına indirilir. Ierisinde tek çeşit őrün olan koliler burada parçalanır ve baskılı kolilere tekrar konularak paletlenir. Bu sŐre manuel olarak yŐrŐtŐlmektedir. Bu yeniden paketleme alanında verimliliği arttırılabilecek noktalar tespit edilmiştir.

Karma-koli őrretiminden kaynaklanan kayıplar, toplam kayıpların %2,21'ini oluşturmaktadır. Kayıplar, őrretim alanının sınırlı kapasitesi, talep planlama uzmanları tarafından verilen talep miktarı ve zamanlarına göre hazırlanan őrretim planı hatalarından kaynaklanmaktadır.

Karma-koli őrtimi sŐrecinde mevcut sŐrecin incelenmesi ve tasarlanan iyileştirmelerin sonuçlarının ölçülmesi için Arena yazılımında bir benzetim modeli oluşturulmuştur. Benzetim modelinin girdileri őrretim planları, servis seviyeleri, satış verileri incelenerek ve zaman etŐdleri yapılarak elde edilmiştir. Mevcut sistemin servis seviyesi CCFOT değerlerinden tespit edilerek ve benzetim modelinin hesapladığı servis seviyesi ile karŐılaŐtırılarak, modelin doğruluğu ve geçerliliği kanıtlandı. Karma-koli őrretim alanı incelenerek tespit edilen darboğaz noktaları benzetim modeli őrzerinde incelendi. özüm nerileri dikkate alınarak yeni bir benzetim modeli geliştirildi.

Gebze Ana Depo ve karma-koli üretim alanı arasında çalışan kamyonlar ve karma-koli üretiminde kullanılan üretim hattı sayısının sistemde darboğaza neden olduğu görüldü. Kamyon sayıları ve üretim hattı sayıları ayrı ayrı ve birlikte değiştirilerek üretim kapasitesi ve servis seviyesindeki değişimler tespit edildi. Kişisel Bakım Ürünleri kategorisinde, indirimli satış mağazalarının talebinin karşılanması için 7 üretim hattı ve 3 adet kamyonun kullanılması gerektiği tespit edildi. Ayrıca yeni geliştirilen tahminleme modeliyle karma-koli üretiminde kullanılan düz-ürünlerin sistemde bulunurluğu arttırılmıştır. Yapılan iyileştirmelerin servis seviyesi üzerindeki etkisini ölçmek için Dove Cream Bar karma-koli pilot ürün olarak seçildi. Ürünün servis seviyesinde %2,1'lik bir iyileşme gözlemlendi.

Geçiş yönetimi, Pazarlama, Satış ve Tedarik Zinciri ekiplerinin yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi veya mevcut ürünlerde yapılan değişikliklerin piyasaya sürülmesi konularıyla ilgili iletişimlerini kapsayan süreçtir. Geçiş yönetimi sürecindeki çizelgeleme yeterisizliklerinden kaynaklanan kayıplar, toplam kayıpların %2,3'ünü oluşturmaktadır. Yapılan sistem analizinde bu sürecin yeni ürün için yaklaşık 20 gün, değişiklik süreçleri için ise 15 gün sürdüğü tespit edildi. İndirimli satış mağazaları kanalının gerektirdiği hıza uymayan bu uzun sürelerinin iyileştirilmesi projenin bir diğer amacıdır.

Geçiş yönetimi sürecinde mevcut sistemin geliştirilmesi için proje çizelgelemesi yöntemi kullanılarak birbirine bağımlı ve bağımsız basamaklar tespit edilmiştir. Buna göre yeniden çizelgeleme yapılmıştır. Bu süreç için geliştirilen çizelgeleme aracı kullanılarak, birbirini takip eden basamakların paralel hale getirilmesi durumunda 20 günlük geçiş sürecinin 5 güne düşeceği gözlemlendi.

Unilever Gebze Ev ve Kişisel Bakım Ürünleri Fabrikası ve Deposu'nun, 2015'de Konya iline taşınacak olması sebebiyle, karma-koli üretim alanı ile ilgili çözüm önerilerinin uygulamasına henüz başlanmamıştır. Tahminleme ve Geçiş Yönetimi problemleri için önerilen çözümler projenin ileriki aşamalarında gerçekleştirilecektir.

Unilever'in farklı üniversitelerden öğrencileri bir araya getirip, şirketteki tedarik zinciri süreçlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunmalarını sağlayan "Chain Reaction" projesi, 8 Kasım'da şirket üst düzey yöneticilerinin de katıldığı toplantıyla başlamıştır. Bugüne kadar iki ayrı sunumda sistem analizi ve kısa vadeli çözümler sunulmuştur. Bu sunumlarda şirketten alınan geribildirimlerle 29 Nisan'daki sunumda Konya'daki fabrika için düşünülen uzun vadeli çözümler sunulacak ve 30 Haziran'daki final sunumunda önerilen sonuçların maliyet analizi ve uygulamaları şirket yöneticileriyle paylaşılacaktır.