IRDITECH 2018
ULUSLARARASI AR-GE, İNOVASYON VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ KONGRESİ
BİLDİRİLER KİTABI

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Güner GÜRSOY

Yrd. Doç. Dr. Muhterem Şebnem ENSARİ

DÜZENLEYEN

OKAN ÜNİVERSİTESİ

İŞLETME VE YÖNETİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

İŞLETME BÖLÜMÜ

https://okan.edu.tr/irditechman

18 MAYIS 2018

İSTANBUL

OKAN ÜNİVERSİTESİ - Mayıs 2018

Adres:Okan Üniversitesi Akfırat kampusü Tuzla-İstanbul

Tel :0216 677 16 30

Faks :0216 677 16 47

e-mail :okan@okan.edu.tr

Web :www.okan.edu.tr

IRDITECH 2018 KONGRESİ BİLDİRİLER KİTABI

1.Basım: 2018

Üretim, Sayfa Düzenleme, Kapak Tasarım, Basım ve Ciltleme: es yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Okan Üniversitesi Yayınevine aittir. Okan Üniversitesi Yayınevinden yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, kısmen veya tamamen hiçbir şekil ve teknikle ÇOĞALTILAMAZ, BASILAMAZ, YAYIMLANAMAZ. Kitabın, tamamı veya bir kısmının fotokopi makinası, ofset, bilgisayar, internet ortamında kullanılması, kaset veya CD'ye kaydedilmesi dahil yasaktır. vs. gibi teknikle çoğaltılması, hem çoğaltan hem de bulunduranlar için yasa dışı bir davranıştır. Okan Üniversitesi Yayınevine, bu gibi yasa dışı davranışlarda bulunan kurum ve kişilere karşı, her türlü haklarını korumakta kararlıdır.

IRDITECH 2018 KONGRESİ BİLDİRİLER KİTABI
İstanbul: Okan Üniversitesi Yayınları, 2018.
xii,468 s. ; 29 cm.
ISBN 978-605-5899-44-8
1.İnovasyon 2.Yönetim 3. Ar-Ge
1.Title.

ÖNSÖZ

Değerli Akademisyenler ve Profesyoneller,

Uluslararası Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi kongresinin ilki, 18 Mayıs 2018 tarihinde Okan Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu kongre ile ülkemizde Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarını desteklemek amacıyla açılmış, Ar-Ge ve Tasarım Merkezlerinin ve üniversitelerin akademik çalışmalarının ortak bir platformda toplanması hedeflenmiştir. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı onaylı Ar-Ge ve tasarım merkezlerimiz, yüksek teknoloji ürün gamımızın arttırılabilmesi için hayati misyonlar üstlenmişlerdir. Küresel rekabette avantajlı olabilmek ve ihracat hacimlerimizi kalıcı bir şekilde arttırılabilmemiz Ar-Ge tabanlı yapısal dönüşüm ile mümkün gözükmektedir. Bu bağlamda atılan yerinde ve hızlı adımlar Ar-Ge potansiyelimizi ciddi bir şekilde arttırmış ve arttırmaya devam edecektir diye değerlendirilmektedir.

Ar-Ge çalışmalarının başarısını bu alandaki tüm partnerlerin ve destekleyici unsurlarının tamamını içerecek şekilde yaşayan ve sürekli gelişen organizma mantığında bir Ar-Ge eko-sisteminin oluşturulması olumlu etkileyecektir. Bu bağlamda açılmış teknoparklar, üniversitelerimiz bünyesindeki imkanlar, şirketlerimiz bünyesindeki Ar-Ge ve tasarım merkezleri ile bunlar ile birlikte çalışan kamu ve özel paydaşlar eko-sistemin oluşmasına çok olumlu katkılar sağlamışlardır.

Türk şirketlerinin demografik yapılarına bakıldığında önemli oranlarda KOBİ niteliğinde olan şirketlerimiz esnek mal ve hizmet temininde avantajlı durumda olmalarına rağmen mali güçleri ve insan kaynaklarındaki kısıtları itibariyle Ar-Ge alanında arzu edilen performansı gösterememektedirler. Bu noktada, kamu destek ve teşvikleri şirketlerimize pozitif ivme kazandırmıştır. Bu süreçte özellikle kümelenme çalışmalarının da şirketlerimizin Ar-Ge çalışmalarını desteklemede önemli bir yer tuttuğuna inanmaktayım. Bu kongre kapsamında kümelenmenin mevcut anlamını genişletmek amacıyla Ar-Ge tabanlı kümelenmeyi akademik ve profesyonel platformda tartışmaya açmak istiyoruz. Özellikle yüksek teknoloji yeni ürün geliştirme süreçlerinde Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri ile ilgili paydaş kurum ve şirketleri ortak platformda buluşturarak her birinin birikim ve tecrübeleriyle sinerji yaratılması mümkün olabilecektir. Böylece şirketlerin ticari özelleri korunurken ortak bir şekilde rekabet güçleri uluslararası arenada arttırılabilecektir diye değerlendirmekteyiz. Bu amaçla Okan Üniversitesi olarak şirketlerimiz bünyesinde Ar-Ge ve Tararım Merkezleri kurulmasına danışmanlık yapıyor ve bunları üniversitenin tüm Ar-Ge imkanları ile destekliyoruz.

Endüstri 4.0 devriminin yaşandığı bu günlerde teknoloji ve inovasyon sadece mühendislik bilimlerinin konusu olmaktan çıkmış, geleceğin girişimlerinin tasarlanması, finansmanı ve mevcut işletmelerin hayatta kalması için gerekli bir temel yetenek halini almıştır. Bu nedenle geleceğin tasarlanması, iş modellerinin farklılaşması, inovatif süreç iyileştirmeleri, iş modeli inovasyonları, Ar-Ge ve teknoloji finansmanı, Ar-Ge muhasebesi, Ar-Ge elemanları insan kaynakları

yönetimi, bilişim sistemlerinin yönetimdeki dönüşümü, toplumsal inovasyon ve pazarlama inovasyonu konularını mühendislik, yönetim ve girişimcilik bakış açıları ile tartışacağımız ortak bir platform oluşturmayı hedefledik. Kongremizde İnovasyon, Yeni Ürün Geliştirme, Girişimcilik, Girişimcilik Finansmanı, Ar-Ge ve İnovasyon ile Uluslararasılaşma, Teknoloji Yönetimi, Lojistik ve Tekstil Sektörlerinde Ar-Ge ve Finansman Yatırım Teknolojileri konu başlıkları altında sosyal ve fen bilimleri alanlarında çalışan akademisyenler ve profesyonelleri bir platformda toplamayı hedeflemiştik ve hedeflediğimiz katılımı görmekten mutluluk duymaktayız.

Uluslararası Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi (IRDITech Management) kongresini her sene Okan Üniversitesi ev sahipliğinde düzenlemeyi hedefliyoruz. Böylece bu kongre Ar-Ge ve Tasarım merkezlerini, Ar-Ge eko-sistemindeki diğer paydaşları ve akademisyenleri ortak bir platformda buluşturabilme irademizin bir yansıması olmaya devam edecektir.

Kongremiz iki bölüm olarak kurgulanmış olup ve 17 Mayıs günü gerçekleştirilen ilk safhada; Arçelik Garage ve Samsung İnovasyon Merkezi uzmanlarının katılımıyla İnovasyon çalıştayları düzenlenmiştir. 18 Mayıs günü gerçekleştirilen ikinci safhasında ise bildiriler sunulmak suretiyle bilgi paylaşımı ve tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Kongremize katılan, destek veren, sponsor olan, hazırlığında tüm akademik ve idari süreçleri yönetenlere şükranlarımı sunuyorum. Kongre Yönetimi olarak özellikle Okan Üniversitesi'ne, Dr.Öğr.Üyesi M. Şebnem Ensari'ye, Doç.Dr., Ezgi Yıldırım Saatçi'ye, Dr.Öğr.Üyesi Ceyda Ovacı'ya, Dr.Öğr.Üyesi M. Özgür Güngör'e, Dr.Öğr.Üyesi Sibel Özdemir'e, Ar.Gör. Seda Celep'e, Öğr. Gör. Canan Koçer' e, Ar. Gör. Hediye Yürüyen'e, Uzman Sevilay Arslan'a ve IRDITech Management'18 sponsorlarına teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Düzenleme Kurulu Adına

Kongre Başkanı

Prof. Dr. Güner Gürsoy

IRDITECH KONGRESİ YÜRÜTME KURULU

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Güner Gürsoy, Okan Üniversitesi

DÜZENLEME KURULU

Doç. Dr. Ezgi Yıldırım Saatçi, Okan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ceyda Ovacı, Okan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi M. Şebnem Ensari, Okan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi M. Özgür Güngör, Okan Üniversitesi

Dr. Sibel Sain Özdemir, Okan Üniversitesi

KONGRE SEKRETARYASI

Ögr. Gör. Canan Koçer, Okan Üniversitesi

Arş. Gör. Hediye Yürüyen, Okan Üniversitesi

Arş. Gör. Seda Celep, Okan Üniversitesi

Serdar Karadağ, Okan Üniversitesi

IRDITECH KONGRESİ BİLİM KURULU

Prof. Dr. Bayram Zafer Erdoğan, Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Bekir Tevfik Akgün, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Cem Canel, North Carolina Wilmington Üniversitesi
Prof. Dr. Çiğdem Çelik, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Erdinç Telatar, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Hande Sinem Ergun, Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Izabela Oleksiewicz, Rzeszów Technoloji Üniversitesi
Prof. Dr. İrem Eren Erdoğmuş, Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Nurcan Baç, Texas Tech Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan Behiç Alankuş, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan Aktaş, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan Nejat Tuncay, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Sabri Erdem, Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Semih Bilgen, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Serra Yurtkoru, Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Şükran Nilvana Atadeniz, Clemson Üniversitesi
Prof. Dr. Tuna Tuğcu, Boğaziçi Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur Necdet Zel, Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur Yozgat, İstanbul Kültür Üniversitesi
Prof. Dr. Yılmaz Ürper, Anadolu Üniversitesi
Doç. Dr. Anna Albrychiewicz, Czestochowa Teknoloji Üniversitesi
Doç. Dr. Fatma Zeynep Özata, Anadolu Üniversitesi
Doç. Dr. Ezgi Yıldırım Saatçi, Okan Üniversitesi
Doç. Dr. Meral Elçi, Gebze Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Melisa Erdilek Karabay, Marmara Üniversitesi
Doç. Dr. N. Meltem Çakıcı, Okan Üniversitesi
Doç. Dr. Tuna Uslu, Gedik Üniversitesi
Doç. Dr. Zeynep Ökten, Okan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Altan Özkil, Atılım Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Arzu Akyüz, THK Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Beynaz Uysal, Okan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ceyda Ovacı, Okan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Edin Güçlü Sözer, Okan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Emre Çakmak, Piri Reis Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Feyza Ağlargöz, Anadolu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gül Eser, Marmara Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Özgür Güngör, Okan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Pınar Bacaksız, Esenyurt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sibel Sain Özdemir, Okan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Selda Görkey, İstanbul Kültür Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi M.Şebnem Ensari, Okan Üniversitesi

Dr. İsmail Önden, Tübitak Tüsside

Öğr. Gör. Grzegorz Zając, Jagiellonian Üniversitesi

IRDITECH KONGRESİ 2018 SPONSORLARIMIZ

İÇİNDEKİLER

Elektromanyetik Uyumlu LED'li Geri Sis Modülü Tasarımı 1

Taylan Topaloğlu, Can Gürsoy, Muhammed Rafet Bakcan, Güneş Yılmaz

Front Fog and Corner Lamp Enhancing Driving Safety by Using a Common LED and Reflector Design 19

Mehmet Fatih Ataşalan, Özgür Çevik, Erol Kocabıyık, Muhammed Rafet Bakcan, Güneş Yılmaz

Otomotive Yenilikçi Bakış 29

Mehtap Köse

Maden Ocakları İçin Metal Mahfazalı Dökme Reçineli Kuru Tip Transformatör Tasarımı Prototip İmalatı Ve Testleri 43

Abidin Tortum, Kübra Kocabey

Türkiye'nin İnovasyon Çerçevesinin Pazarlama İnovasyonu Üzerinden İncelenmesi 49

Hediye Yürüyen, Elçin Yeşil, Canan Koçer

Giyim Sektöründe Sürdürülebilirliğe Yön Veren İnovatif İş Modelleri 67

Nesrin Türkmen, İrem Soyak Çırakoğlu

Mobilya Tasarımında Disiplinlerarası Etkileşimlerden Doğan Ürün İnovasyonu ve Yönetimi . 77

Savaş Öztaş, Buse Gül, Mustafa Konuk

Türk Otomotiv Endüstrisinde İnovasyon 83

İmren Öztürk Yılmaz, Mustafa Özgür Güngör

Integration of Logistics to Industry 4.0: A Tool for Application 89

Melis Gizem Öztürk, Ahmet Murat Köseoğlu

Charting the Course for Quality Control of Product in Developing Countries 99

Ghulam Rasul Awan

Competitive Advantage in Pharmaceutical Supply Chain Through Technology Transfer Implementation..... 107

Emre Göllü

Technology Management in Software Defense Industry 115

Sevgi Özlem Bulu, Arif Furkan Mendi, Tolga Erol, İzzet Gökhan Özbilgin

Opportunities and Challenges in Supply Chain Collaboration with Blockchain.....121

Göknur Arzu Akyüz, Güner Gürsoy

The Historical Voyage Of The Term Of Innovatıon 129

Muhterem Şebnem Ensari, Seda Celep

Establishing and Developing an Integrated Innovation Management System 135

Tunç Çelik, Bahadır Akın, E. Sera Yurtkoru

The Importance of R & D Investments in Information and Communication Technologies and Tax Policies Applied Through Information and Communication Technologies 155

Ahmet Tezcan Tekin, Nedime Lerzan Özkale, Gülşah Ayhan

Yenilikçi İş Süreçleri Yönetimi ve Kurumlarda Artan Verimlilik için Otomatik Yönetim Mekanizmaları 167

Yasin Ayhan, Mustafa Özgür Güngör

Dijital Dönüşüm ve Değişime Hazır Olma Durumunu Etkileyen Faktörler: Üniversite Öğrencilerine Yönelik Bir Uygulama 175

Ezgi Yıldırım Saatçi, Ceyda Ovacı

Nesnelerin İnterneti Standart Çalışmalarının Endüstriyel Dönüşüm Sürecine Olan Katkılarının İncelenmesi 183

İlker Bilik, Nurşen Topçubaşı

Endüstri 4.0'ın Stok Kontrolüne Etkisi 189

Gözde Hilal Zorlu, Melis Gizem Öztürk, Ahmet Murat Köseoğlu

Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk Ve Türkiye Üzerine Değerlendirmeler 205

Hazal Koray Alay

Tedarik Zinciri Esnekliğini Ölçmeye Yönelik Bir Yöntem : Swot Yaklaşımı 213

Ahmet Murat Köseoğlu, Osman Ayan, Melis Gizem Öztürk, Murat Çolak

Şehir Lojistiği ve Endüstri 4.0 Entegrasyonu 225

Özlem Gürel, Şeyda Serdar Asan

Akıllı Endüstri Dünyasında Büyük Veri ve Siber Güvenlik 239

Can Genç, Feridun Özçakır

İnsansız Hava Aracı ile Depo Sayım Sisteminin Stok Kontrolüne Etkileri 251

Melis Karahan, Melis Gizem Öztürk, Ahmet Murat Köseoğlu, Ömür Özkardeşler

Tedarik Zincirindeki Sapmaların Lojistik Maliyet Üzerindeki Etkilerinin Saptanması ve Optimizasyonu 259

Yasin Kaya, Serkan Kabalı, Gözde Duru Aksoy, İrem Anter, Başak Günver, Seben Özkan, Ata Şenkon, Ege Tezerişener

Depo Operasyonlarında Otomatik Yönlendirmeli Araçların Kullanımı ve Gelişmiş Örnekleri 269

Diren Dilancan Dok

Polimer ve Yağ Sertleştirme Proseslerinde Meydana Gelen Çarpılmaların Boru Denge Çubuğu Yorulma Ömrüne Etkisi 275

Ömer Emre Uçakkuş, Adalet Zeren

An Example of Collaborative Delivery Planning by using IoT and AI 289

Büşra Ürek Çöme, Niyazi Ömer Usta

Inventory Control Procedures for Spare Parts 297

Can Yörür, Ömür Kardeşler

Noise Analysis of Diesel Generators with Coherence Function 307

Uğur Ölmez, Hakan Doğan, Murat Uysal

Effects of Polyethoxy Ester and Polyisobutylene Additives Used in Textile Coning Oils on Emulsion Stability 317

Ceyhan Çağlar Çapanoğlu, Muhammed Ali Behar, Şeyma Hüyüktepe, Kübra Kavut, Gamze Dalgıç

Milli, Yerli İHA için Soğutma Modülü Geliştirilmesi Projesi 323

Alper Yeter, Ahmet Perut

Havacılık Sektöründe Dengelenmiş Hedef Kartı Yöntemine Dayalı Performans Yönetim Sistemi 329

Sezgi Küçük, Nihan Çetin Demirel

İnsansız Lojistik Ağlarının Geleceğinin Değerlendirilmesi 343

İsmail Önden

Bir İnovasyon Çalışması Olarak Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Yaklaşımı İle İyileştirilmesi 349

Merve Aktaş, Ömer Emre Uçakkuş

Bireysel İş Yapılandırma ile Yenilikçi İş Davranışı..... 359

Beynaz Uysal, Gaye Özçelik

Büyük Veri Kapsamında Geleneksel ile Yeni Nesil Veritabanı Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması 367

Murat Menteşe, Feridun Özçakır

Sürdürülebilir Tedarik Zincirlerinde Boş Konteyner Dönüşü Problemine Bir Model Önerisi 377

Gizem Yüksek

3. Parti Lojistik Depolarında Kullanılan Ürün Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve E-ticaret Operasyonlarına Uygunluğunun Tespiti..... 393

Gizem Melike Cidal

Depo Binası Dış Şekli Seçimi ve Kıyaslaması..... 401

M. Murat Erkmen, Nurşen Topçubaşı

Beş Serbestlik Dereceli Altı Eksenli Robot Kolun İnsan Kolu Üzerinden Kontrol Edilerek Kimyasal Depo Süreçlerine Entegre Edilmesi 411

Yasin Ayhan Cimbek, Cem Doğan

Understanding the Sectoral Innovation Trends in Turkey 425

Saadet Çetinkaya, Meltem Kıygı Çallı, H. Pınar İmer

Is Relationship Re-Vitalization Possible with Effective E-WoM? 437

Edin Güçlü Sözer

Beginning of a New Era in Logistics and Supply Chain: A Review of Innovative Automation Trends..... 449

Cheikh Ahmadou Bamba DIOP

The Analysis of Misdelivery Detection Methods in Supply Chain Management..... 463

Mesut Samastı, Emre Çakmak, Merve Nur Şahin

Elektromanyetik Uyumlu LED'li Geri Sis Modülü Tasarımı

Taylan Topaloğlu[1], Can Gürsoy[2], Muhammed Rafet Bakcan[3], Güneş Yılmaz[4]

[1,2] FEKA Otomotiv Mamulleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Nilüfer, Bursa, 16140, TÜRKİYE

[3,4] Uludağ Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Nilüfer, Bursa
taylan.topaloglu@fekaautomotive.com, can.gursoy@fekaautomotive.com,

ÖZET

1993 yılında ilk LED'li arka lambanın üretilmesinden sonra, ışık kaynağı olarak LED kullanılan lambalar, otomotiv aydınlatma alanında kullanılmaya başlamıştır. Gelişen LED teknolojisi ve farklılaşan tasarım yaklaşımlarıyla, günümüzde bir aracın tüm aydınlatma fonksiyonları LED kullanılarak oluşturulabilmektedir.

Son dönemde otomotiv üreticileri, tasarım ve üretim maliyetlerini iyileştirmek amacıyla, bazı aydınlatma fonksiyonları için yeniden ürün tasarlanması yerine standart LED modüllerinin kullanılmasını teşvik etmektedir.

Bu çalışmada, sis koşullarında, aracın arkadan gelen trafik tarafından fark edilebilirliğini arttırmak için kullanılacak, LED'li geri sis modülü tasarlanmıştır. LED modülü, yatayda -30° ile +30°, dikeyde -15° ile +15° aralığında görülebilirliğe sahiptir ve birbirinden farklı stildeki araçlarda kullanılabilir.

Modül 612 – 630 nm dalgaboyu aralığında ışık yaymaktadır. Yayılan ışık CIE 1931 renk diyagramına göre, UN/ECE regülasyonlarında öngörülen R1(0.645,0.335), R2(0.665,0.335), R3(0.735,0.265), R4(0.721,0.259) noktaları arasındaki kırmızı bölgede bulunmaktadır.

Kırmızı dış lens ile kullanılacağı çalışır durumda, modülle elde edilen ışık şiddetinin ECE Regülasyon No.38'de beklenen ışık değerlerinden ortalama %20 daha fazla olduğu simülasyonlarla görülmüştür. Optik tasarım ve tasarım doğrulamaları SPEOS ve LucidShape programlarıyla gerçekleştirilmiştir.

Elektronik devreler Altium ve PSpice programlarıyla tasarlanmış, EMC testleriyle doğrulanmıştır. EMC testlerinde yüksek frekans bandında 290Mhz 153V/m ve 170,4V/m, BCI testlerinde düşük frekans bandında 40Mhz, 57Mhz, 71Mhz ve 88Mhz ölçümlerinde elde edilen sonuçlar sınır değerlerine yakın olduğundan elektronik tasarımda optimizasyon yapılmıştır. Elektronik kartların tasarımında maliyet iyileştirmesi amacıyla EMC limitlerini aşmayacak, optimum sayıda komponent içeren ve FR4 malzemeli elektronik PCB kart tasarımları ve model üzerinde analizler ve optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

Modülün termal analizleri FloEFD programıyla yapılmıştır. Çalışmalar FEKA, Ar-Ge merkezi bünyesinde, Uludağ Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nün desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Otomotiv aydınlatma, LED modülü, geri sis lambası, EMC, EMI.

1 GİRİŞ

Otomotiv sektörü, dünyadaki teknolojik gelişmelerin hızlı bir şekilde uygulamaya konulduğu sektörlerden biridir. Otomotiv aydınlatma alanı da, değişen teknoloji ve müşteri talepleri doğrultusunda sürekli gelişmesini sürdürmektedir. 1908 yılında motorlu taşıtlarda elektrikli ampul kullanımı başlamış, 1960'lı yıllarda Avrupa ilk kez halojen lambalı farlar ile tanışmıştır.1991'de Avrupa'da yüksek yoğunluklu deşarj (xenon) lambalar ve 1993 yılında LED'ler (Işık yayan diyot) otomotiv aydınlatma sektöründe kullanılmaya başlamıştır [1].

Yüksek güvenilirlik, uzun çalışma ömrü, hızlı tepki süresi ve verimliliği sayesinde LED'ler otomotiv iç ve dış aydınlatma uygulamalarında artan kullanım alanı bulmaktadır. Başlangıçta LED teknolojisi sadece arka pozisyon fonksiyonları ve CHMSL (Centre High Mount Stop Lamp) fonksiyonlarında kullanılmıştır[2]. 2005 yılında piyasaya ilk kez tümü LED'li arka stop lamba grubu piyasaya sürülmüş, geri vites lambası dahil tüm işlevler LED'ler ile gerçekleştirilmiştir [3].

Gelişen LED teknolojisi ve farklılaşan tasarım yaklaşımlarının yardımıyla, günümüzde bir aracın tüm aydınlatma fonksiyonları LED kullanılarak oluşturulabilir hale gelmiştir. LED ışık kaynaklarının, ampullerle kıyasla avantajları, araç üreticilerini de LED'li aydınlatma ürünlerini tercih etmeye yöneltmektedir. Fakat LED'li lambaların elektronik devre tasarımına ihtiyaç oluşturması, daha hassas optik bileşenler kullanılmasını zorunlu kılması ve ısıl durumunun özenle kontrol altında tutulması gerekliliği, LED'li lambaları ampullü lambalara kıyasla daha karmaşık ve daha pahalı hale getirmektedir.

Araç üreticileri, dünya çapındaki pazar paylarını arttırmak için sürekli yeni stiller geliştirmek ve tüketicilere görünümü yenilenmiş araçlar sunmak zorundadırlar. Araç üreticileri, bu stiller yardımı ile aracı görsel olarak cezbedici kılan, aracın tanınabilirliğini arttıran ürünler üretmektedirler. Geliştirilen bu sitillerde aracın ön ve geri aydınlatma ürünlerinin önemi oldukça büyüktür. Ancak aracın görselinde gerçekleştirilen tüm değişimler ve yenilikler, üretim açısından farklı problemlere yol açmaktadır. LED'li bir lamba değerlendirildiğinde, yeni bir araç stili, yeni optik ve elektronik tasarımlar, yeni simülasyon çalışmaları, yeni optik ve elektronik test süreçleri, yeni elektronik kart üretimleri ve yeni üretim kalıpları yapılması anlamına gelmektedir. Tüm bu çalışmalar ve süreçler; zaman, emek ve sermaye kaybına neden olmaktadır. Bu yüzden son dönemde otomobil üreticileri, pek çok otomotiv aydınlatma fonksiyonu için, standart bir ışık çıkışına sahip, farklı stillerdeki gövdelerde kullanılabilecek bütünleşik LED lambalar oluşturmayı tercih etmektedirler.

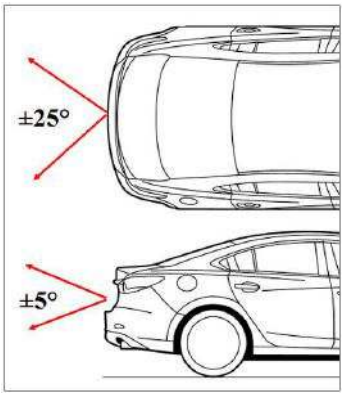
Bu çalışmada, sektördeki beklentiler ışığında, bir aracın geri sis fonksiyonunu UN/ECE (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu) yasal gerekliliklerine göre sağlayan, elektromanyetik uyumluluğa sahip, farklı stillere sahip araçlarda kullanılabilecek bir LED'li geri sis modülünün tasarımı ve uygunluğu üzerine yapılan simülasyon ve test çalışmaları paylaşılmıştır.

2 OPTİK TASARIM

2.1 Geri Sis Aydınlatmasının Optik Gereksinimleri

Günümüzde hala yürürlükte olan ve taşıtlarda kullanılan parça ve ekipmanlar ve bu parçaların onayına dair ilk geniş çaplı uluslararası yasal düzenleme UN/ECE tarafından belirlenen regülasyonlarla ilk kez 1958 anlaşması ile yürürlüğe girmiştir. ECE 48 numaralı regülasyon araçların aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazlarının montajı ile ilgili gereklilikleri ve kullanılacak ışık kaynaklarının renk özelliklerini belirtmektedir. ECE Regülasyon No.38 ise, geri sis lambası için optik gereklilikleri tanımlamaktadır [4].

Şekil 1'de görüldüğü üzere ECE Regülasyon No.48'e göre, geri sis lambasının geometrik görüş açısı yatayda ±25° ve dikeyde ±5° olmalıdır [5].



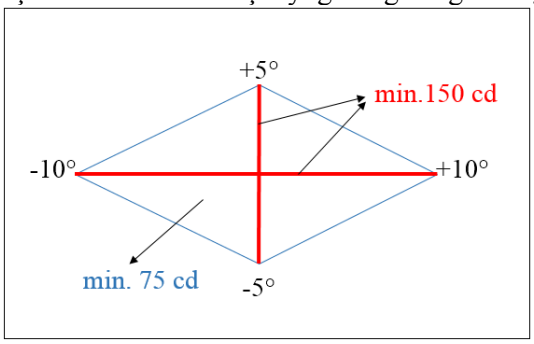
Şekil 1 Geri Sis Lambası Geometrik Görüş Açısı Gereklilikleri

Otomotiv aydınlatmada fotometrik yeterlilik için yasal gereklilikler, ışık yoğunluğu cinsinden verilir ve birimi "kandela (cd)"dır. Bu, ortalama insan gözü duyarlılığı ile normalize edilen ve belirli bir katı açı başına ışık akısı olarak da ifade edilebilir. Işık yoğunluğu aşağıdaki denklem 1'de gösterilmiştir [6].

$$I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega} \tag{1}$$

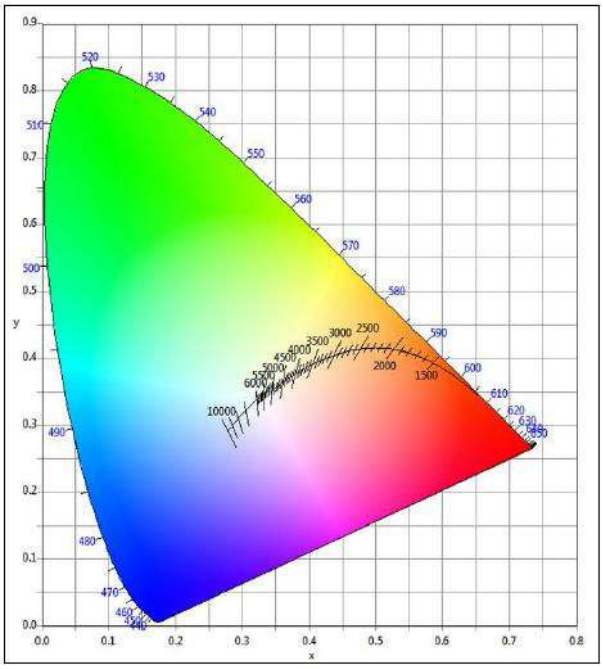
Denklem 1'de görülen I_e ışık yoğunluğu, Ω katı açısı, Φ_e ise birim katı açı başına yayılan güçtür.

Tipik olarak regülasyonlar, ana araç yönünden ayrılan yatay ve dikey açılar için minimum ve maksimum ışık yoğunluğu değerlerini tanımlar. Otomotiv aydınlatma ürünü için gereken optik tasarım, bu sınırlar dikkate alınarak yapılır. ECE Regülasyon No.38'de geri sis lambası için beklenen ışık yoğunluğu, yatayda -10°'den +10°'ye kadarlık bir çizgi boyunca, dikeyde -5°'den +5°'ye kadarlık bir çizgi boyunca en az 150 cd (kandela), en fazla 300 cd olarak verilmiştir. Ayrıca bu çizgilerin uç noktaları birleştirerek oluşturulan paralelkenarın içinde kalan alanda ışık yoğunluğu en az 75 cd, en fazla 300 cd olmalıdır [7]. Şekil 2'de geri sis lambası için UN/ECE gereklilikleri için aydınlatma açıları ve minimum ışık yoğunluğu değerleri gösterilmiştir.



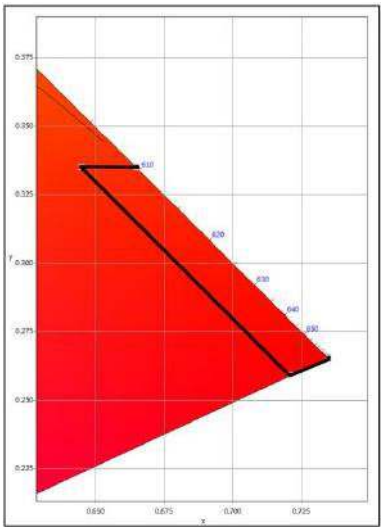
Şekil 2 Geri Sis Lambası Aydınlatma Açıları ve Minimum Işık Yoğunluğu Değerleri

Otomotiv aydınlatmada, fotometrik gerekliliklerin yanı sıra aydınlatma ürününün yayacağı ışığın rengi de regülasyonlar ile belirlenmiştir. Renk tanımlamaları yapılırken CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) 1931 renk diyagramı kullanılmaktadır. CIE 1931 renk diyagramı şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3 CIE 1931 Renk Diyagramı

Geri sis lambası için kullanılabilecek ışık kaynağının rengi ECE regülasyonlarında kırmızı olarak belirtilmiştir. Kırmızı renk bölgesi CIE 1931 diyagramında R_1 (0.645,0.335), R_2(0.665,0.335), R_3(0.735,0.265), R_4(0.721,0.259) noktaları ile sınırları çizilen şekildeki bölgeyi kapsamaktadır. Şekil 4'de UN/ECE regülasyonları ile belirtilen kırmızı bölge CIE 1931 renk diyagramı üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4 ECE Regülasyon No.48 Kırmızı Renk Bölgesi

2.2 Optik Bileşenlerin Tasarımı

Modülün tasarımında ışık kaynağı olarak toplam üç adet LED kullanılmıştır. LED'lerin sürme akımı, jonksiyon sıcaklığı dikkate alınarak her bir LED'den elde edilecek ışık akısı 40 lm (lümen) olacak şekilde hesaplanmıştır. LED'ler spektrumun 612 – 630 nm dalgaboyu aralığında, tipik baskın dalgaboyu 621nm olan ışık yaymaktadır.

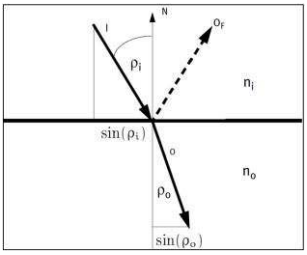
Kullanılan LED'ler 120°'lık bir ışık çıkışına sahiptir. Yaydıkları ışığın en verimli şekilde kullanılabilmesi için LED'lerin ışık çıkış yüzeylerine uygun ölçülerde kolimatör tasarlanmıştır.

Kolimatör, TIR (Total Internal Reflection - Toplam İç Yansıma) prensibine göre çalışmaktadır. Yüksek verimlilikle LED'lerden çıkan ışığı toplayıp paralel hale getirmektedir.

İdeal bir kırıcı (refraktif) malzeme, iki ortam arasındaki geçişte ışığın yönünü belirler. Işığı, Snell Yasası'nda öngörüldüğü şekilde kırar. Gerçek durumda idealden farklı olarak, gelen bir ışın genellikle kısmen kırılır ve kısmen yansıtılır. Bu tür yansımaya Fresnel yansıması denir. Şekil 5 kırıcı bir malzemeye etkiyen ışığın davranışını Fresnel yansıması ile birlikte tasvir etmektedir. Işığın malzemeyle etkileşmesi sonucu alacağı yol Snell Yasasına göre hesaplanır. Snell Yasası O_F ,Fresnel yansımasına uğrayan ışın olmak üzere denklem 2'de verilmiştir.

$$\frac{\sin(\rho_i)}{\sin(\rho_o)} = \frac{n_o}{n_i} \tag{2}$$

Denklem 2'de n_i ve n_o sırasıyla, birinci ve ikinci ortamın kırılma indisleri olup, ρ_i ve ρ_o ise sırasıyla gelen ve kırılan ışığın yüzey normali ile yaptığı açılardır.

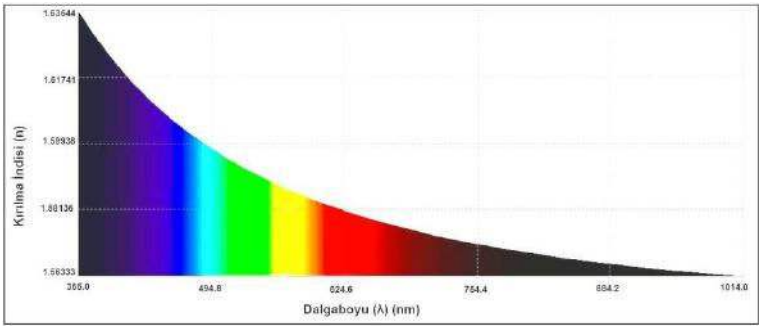


Şekil 5 Kırıcı Bir Malzemeye Etkiyen Işığın Davranışı

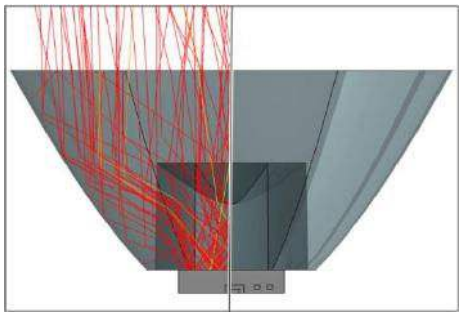
Daha yoğun bir ortamdan ve belirli bir kritik açının altındaki açılarda kırıcı yüzeye gelen ışık, ulaştığı yüzeyden tamamıyla geri yansır. Bu olay "Toplam İç Yansıma" olarak bilinir ve gerçekleşmesi için gerekli kritik açı denklem 3'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\sin(\rho_i) \geq \frac{n_i}{n_o} \tag{3}$$

Bu çalışmada kolimatör, SPEOS optik tasarım programı ile bu prensip üzerine tasarlanmıştır. Tasarımda, kolimatör ve mini prizma yapısı için polikarbonat malzeme öngörülmüştür. Bu malzemenin dalgaboyuna bağlı kırılma indisi aşağıda, şekil 6'da verilmiştir. Şekil 7'de kolimatörün geometrisi ve toplam iç yansımaya uğrayarak paralel hale getirilen ışık görülmektedir.

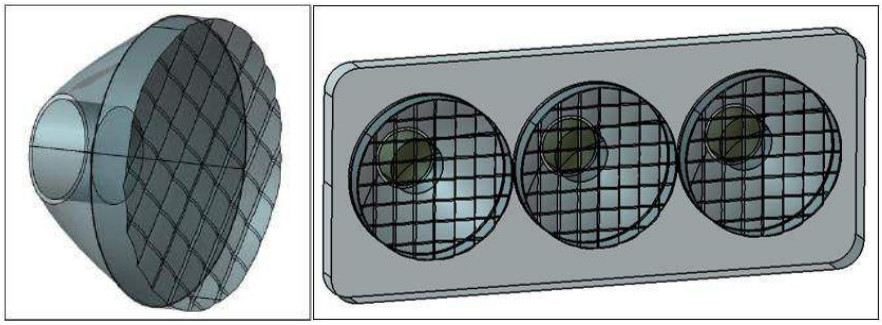


Şekil 6 Polikarbonat Malzemenin Dalgaboyuna Bağlı Kırılma İndisi



Şekil 7**:** a) Kolimatör İçinde Toplam İç Yansımaya Uğrayan Işınlar, b) Kolimatörün Geometrisi

Kolimatör ile paralel hale getirilen ışık, bu sistem ile bütünleşik olarak tasarlanan mini prizmalar ile istenilen bölgeye yönlendirilmektedir. Prizmalar, tasarlanırken kendi aralarında toplam sekiz gruba ayrılmıştır. Her grup, ışığı yönlendireceği hedef bölgeye göre değişen farklı yarıçap ve pozisyonlara sahiptir.

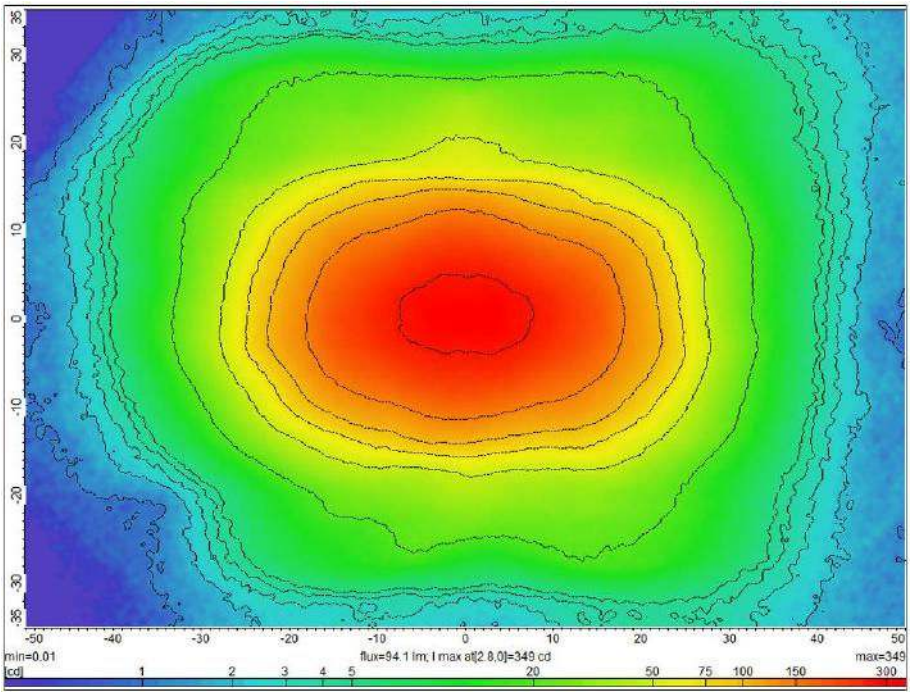


(a) (b)

Şekil 8: a) Kolimatör ile Bütünleşik Mini Prizma Yapısı; b) Optik Bileşenlerin Montajlı Görünümü

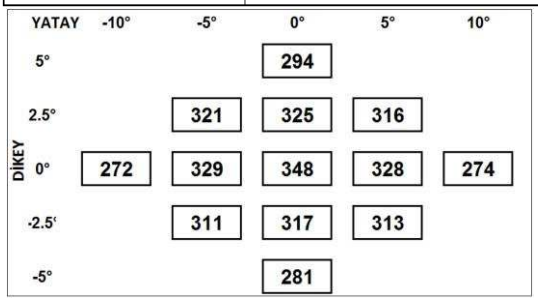
2.3 Optik Analiz ve Simülasyonlar

SPEOS optik tasarım programı ile yapılan tasarımın ardından, LED modülünün optik performansı SPEOS ve LucidShape programlarında yapılan analizler ile test edilmiştir. Bu kısım için iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Öncelikle modülün tek başına, önünde dış lens olmadan fotometri ve kolorimetri performansları değerlendirilmiştir. Şekil 9'da modülün LucidShape programında yapılan simülasyon ile elde edilen ışık dağılımı gösterilmiştir. Simülasyonda toplam 120 lm ışık akısına sahip üç LED kullanılmıştır. Şekil 10-a 'da ECE Regülasyon ile tanımlanmış yatay ve dikey çizgiler üzerinde ve paralelkenarın içinde kalan bölgede kandela cinsinden maksimum ışık yoğunluğunu göstermektedir. Şekil 10-b'de ise ışık dağılımı hakkında daha iyi bir fikir vermesi için parelelkenar içinde kalan bölgede çeşitli noktalardaki ışık yoğunluğunu göstermektedir. Elde edilen değerlerin regülasyonda öngörülen 300 cd değerinin üzerinde olduğu fark edilebilir. Tasarım, bu değerler hedeflenerek yapılmıştır. Bunun sebebi modülün, dış lensin arkasına montajlanarak kullanılacak olması sebebiyle, ışığın dış lensten geçerken, Fresnel yansımaları ve dış lens içinde soğurulması neticesinde kayba uğrayacak olmasıdır.



Şekil 9 LED Modülü Işık Dağılımı

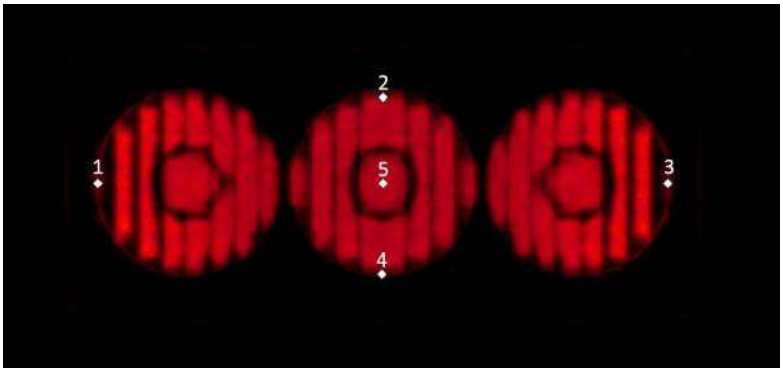
	Maksimum Yoğunluk (cd)
Paralelkenar	349,4
Yatay Çizgi	349,4
Dikey Çizgi	347,7
Tüm Alan	349,4



(a) (b)

Şekil 10 LED Modülü Simülasyon Sonuçları

Tasarlanan modülün kolorimetrik performansı, ECE Regülasyon uygunluğu LucidShape optik tasarım programında modülün kamera görüntüsü üzerinde renk analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Analiz için ölçüme tabi tutulan noktalar şekil 11'de gösterilmiştir. Her bir nokta için CIE 1931 diyagramına göre renk koordinatları Tablo 1'de gösterilmiştir. Şekil 12'de bu noktaların CIE 1931 diyagramındaki yerleri verilmiştir.



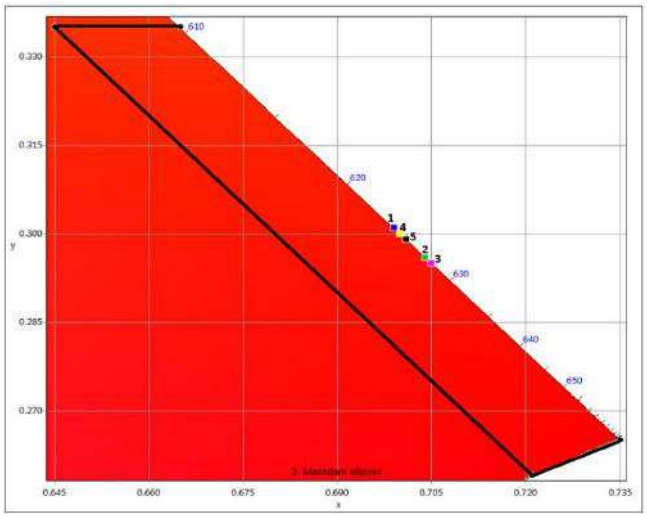
Şekil 11 Modülünün LucidShape ile Oluşturulmuş Kamera Görüntüsü ve Renk Ölçüm Noktaları

Tablo 1 LED Renk Ölçüm Noktaları ve Karşılık Gelen CIE 1931 Renk Koordinatları

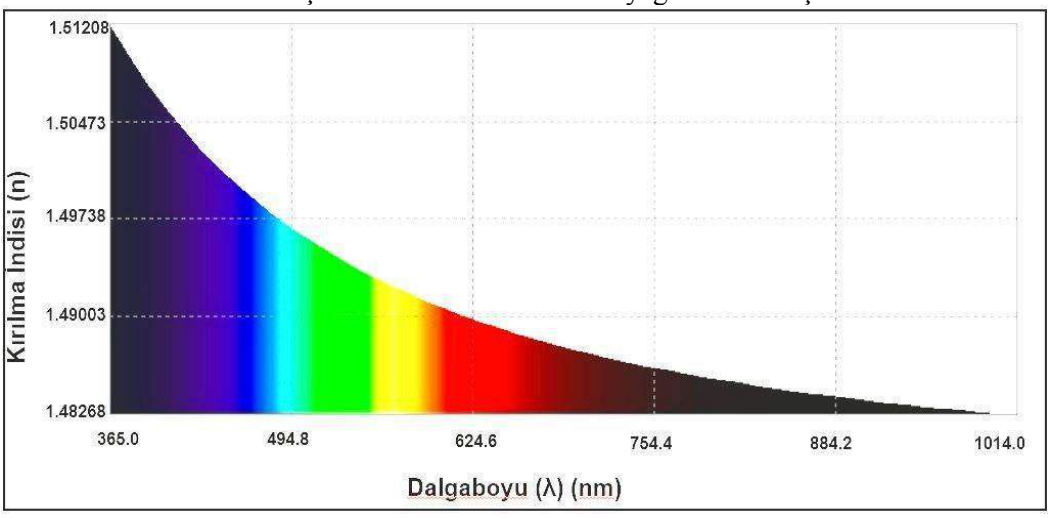
CIE 1931 (x,y) RENK ANALİZİ		
Ö lçüm Noktası	**x**	**y**
1	0 .699	0 .301
2	0 .704	0 .296
3	0 .705	0 .295
4	0 .700	0 .300
5	0 .701	0 .299

Tasarlanan LED modülü araçlarda, önünde farklı stil ve geometrilere sahip dış lenslerle kullanılacağı için bu durumda göstereceği performans, ürünün nihai başarısını belirleyen kıstas olacaktır. Bu bölümde, gerçek duruma en yakın koşulları değerlendirebilmek için LED modülünün simülasyonları, dünyaca ünlü iki otomobil firmasının üreteceği iki farklı aracın geri sis lambalarının dış lens ve bu lenslerin gövde stilleri kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan dış lens stilleri çalışmada stil-A ve stil-B olarak adlandırılacaktır. Dış lensler eğimli birer forma sahiptir ve lens kalınlıkları 2 mm'dir. Dış lenslerde kullanılan malzeme, otomotiv aydınlatmada sıklıkla kullanılan kırmızı renk şeffaf PMMA (Polimetil Metakrilat)'dır.

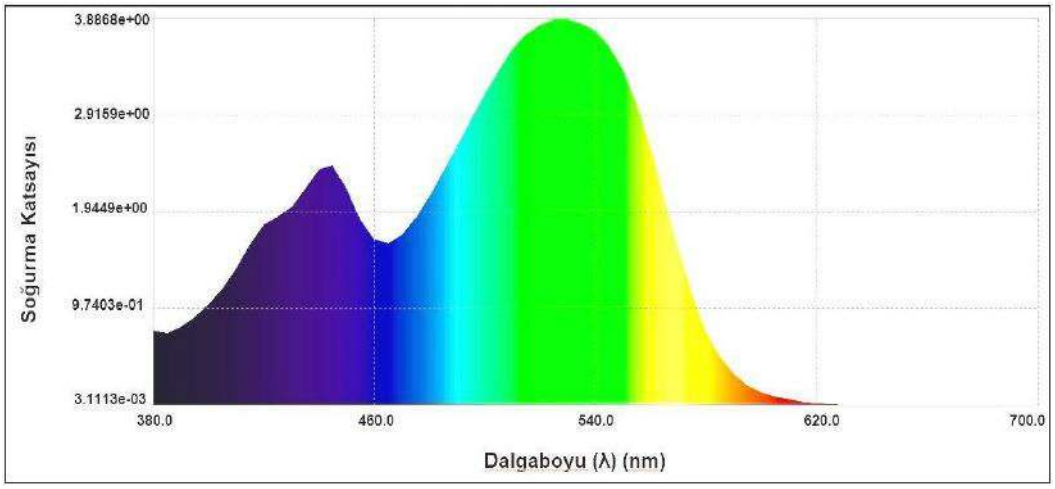
Kırmızı PMMA malzemenin kırılma indisi ve soğurma katsayısı gibi optik özellikleri, üretici firmaya göre veya renk koduna göre farklılık gösterebilir. Fakat bu çalışmada simülasyonlar stil-A ve stil-B için aynı PMMA malzeme tanımlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu malzemenin, dalgaboyuna bağlı kırılma indisi ve dalga boyuna bağlı soğurma katsayısı grafikleri sırasıyla şekil 12 ve şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 12 CIE 1931 Renk Diyagramında Ölçüm Noktaları



Şekil 13 Dış Lenste Kullanılan Kırmızı PMMA'nın Dalgaboyuna Bağlı Kırılma İndisi



Şekil 14 Dış Lenste Kullanılan Kırmızı PMMA'nın Dalgaboyuna Bağlı Soğurma Katsayısı

Bu veriler kullanılarak ışığın belirli bir malzemenin oluşturduğu ortamdan geçerken soğurulmasından sonra sahip olacağı ışık yoğunluğu SPEOS ve LucidShape programlarında

Beer-Lambert Yasası'na göre hesap edilmektedir. Beer-Lambert soğurma formülü denklem 4'de gösterilmiştir.

$$I_{s,\lambda} = \tau * I_{0,\lambda} * e^{-\alpha\lambda s} \tag{4}$$

Denklem 4'de belirtilen, λ ışığın dalgaboyu, s ışığın ortam içinde kat ettiği mesafe, $I_{s,\lambda}$ iletimden sonra ışığı yoğunluğu, α_λ malzemenin [mm^{-1}] 'de soğurma katsayısı, τ ise fresnel yansıma faktördür.

Burada, τ Fresnel yansıma faktörü ışığın geldiği ortamın ve geçiş yaptığı ikinci ortamın kırılma indisleri kullanılarak hesap edilebilir. η_0 ışığın geldiği ilk ortamın kırılma indisi, η_s ikinci ortamın kırılma indisi olmak üzere denklem 5 ve denklem 6 aşağıda verilmiştir.

$$\eta = \frac{\eta_s}{\eta_0} \tag{5}$$

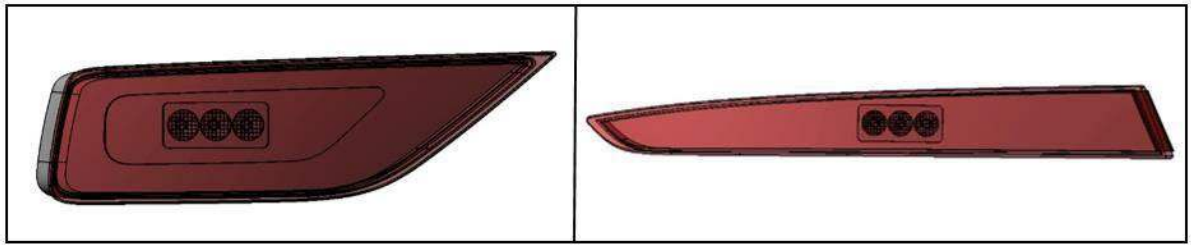
$$K = \left(\frac{\eta - 1}{\eta + 1}\right)^2 \tag{6}$$

Denklem 5 ve denklem 6 dikkate alındığında τ Fresnel yansıma faktörü aşağıdaki denklem 7'deki gibi hesaplanır.

$$\tau = (1 - K)^2 \tag{7}$$

Bu yöntemle, analiz programı her bir ışın için dış lensten çıkan ışığın ışık yoğunluğu değerini belirler.

Bu çalışmada kullanılan Stil-A ve Stil-B için, dış lenslerin stili ve LED modülünün gövde içindeki pozisyonu şekil 14'de gösterilmiştir.



Şekil 14: a) Stil-A, b) Stil-B

3 ELEKTRONİK TASARIM

3.1 Geri Sis Modülü Elektronik Gereksinimleri

Geri sis modülü elektronik gereksinimleri iki ana başlık altında toplanabilirler. Bunlar müşteri gereklilikleri ve elektronik tasarım gerekliliklerdir.

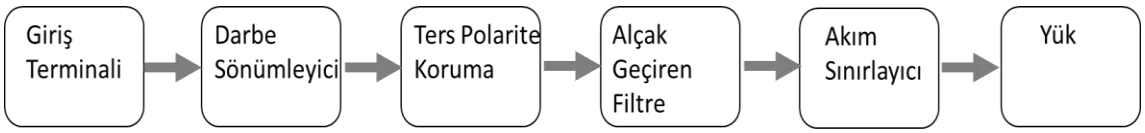
Müşteri gereklilikleri açısından bakıldığında, öncelikle müşteri grubunun tespit edilmesi gereklidir. Bu çalışmada, 6.75V, 13.5V, 28.0V çalışma gerilimine sahip araç üreticileri içerisinden 13.5V çalışma gerilimi için üretim yapan müşteriler için yapılmış olan modül tasarımı anlatılmıştır. 13.5V çalışma gerilimi için yapılacak tasarımda temel müşteri beklentileri; ters polarizasyona karşı koruma, 6-16V arasında fonksiyon kaybı olmadan çalışma, çalışma esnasında oluşacak ısıya karşı termal koruma, parazit engelleyici filtre, test şartnamelerinde tanımlı test koşullarını yerine getirme olarak tanımlanabilir.

Elektronik tasarım gereklilikleri açısından bakıldığında ise, tasarlanan ürünün çalışma koşulları altında kararlı biçimde çalışmasını sürdürmeye devam etmesi, test koşulları altında beklentileri karşılaması, komponentlerin teknik bilgi dokümanlarında yazan maksimum değerlerin üzerine çıkılmaması, çalışma sırasında ortaya çıkacak ısının komponentlere ve çevre parçalara zarar vermemesidir.

3.2 Elektronik Tasarım ve Simülasyon Çalışmaları

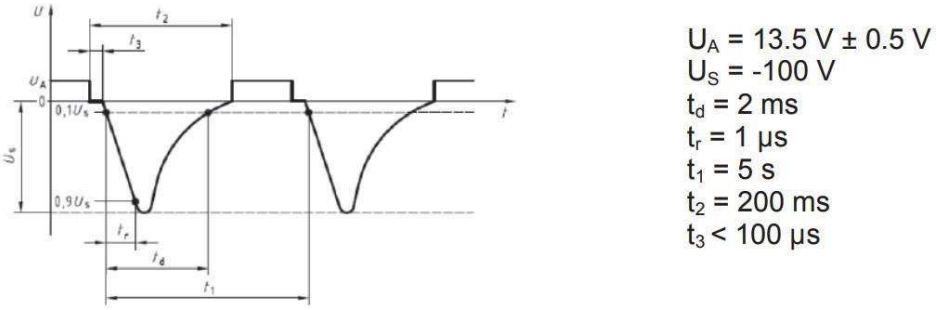
Elektronik tasarıma başlarken ürün ana karakteristiklerini belirlemek gerekmektedir. Bu çalışmada 13.5V akü gerilimine sahip araçlar için tasarım gerçekleştirilecektir. 13.5V akü gerilimine sahip araçların test beklentileri 9V – 16V arasında ürünün çalışmasıdır. Temel ürün beklentileri ise ürünün ters polarizasyon altında zarar görmemesi, kısa süreli darbe akımları altında zarar görmemesi, ışık çıkış şiddetinin giriş geriliminden mümkün olduğunca bağımsız şekilde sabit kalması, ürünün termal olarak dengeli olması, müşteri test beklentilerini karşılamasıdır.

Yasal şartları sağlamak için gerekli ışık şiddeti optik tasarım esnasında belirlendikten sonra LED sürme yöntemi belirlenir. Burada önemli nokta, giriş geriliminin LED'ler üzerinde uygun değerde düşürülmesi ve uygun akım ile LED'lerin sürülmesi için gerekli yönteme karar verilmesidir. Her bir sürme yönteminin kendine göre maliyet artışı, ısıl kararsızlık, giriş gerilimine bağımlılık, olumsuz elektromanyetik uyumluluk davranışları gibi artı ve eksi yönleri mevcuttur. Elektronik tasarım ile ilgili genel blok şema şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 15 Elektronik Tasarım Blok Şeması

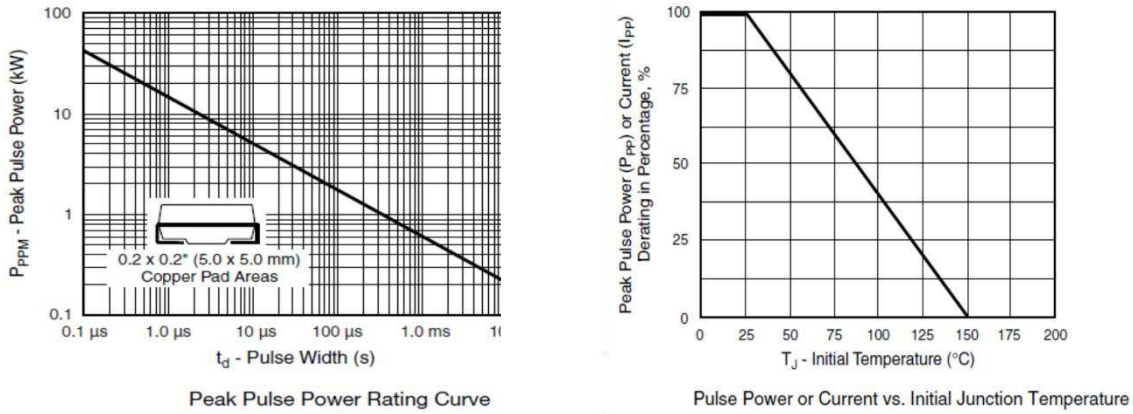
Sistem içerisinde bulunan ters polarite koruma statik, dinamik ve tekrarlı şartlara göre koruma sağlamalıdır. Statik durumda kontrol kartına besleme gerilimi verilmeden sisteme -17 V'luk gerilim uygulanır, dinamik durumda 13.5 V besleme gerilimi bulunan sisteme -17V'luk 1 dakikalık testler uygulanarak ters gerilim uygulanarak dayanıklılık ölçülür. Sürekli olarak ters gerilim durumunda 5000 adet darbe şekil 16'da gösterildiği gibi uygulanır [7]. Ters gerilim koruma testi referans alınarak bu doğrultuda tasarlanan elektronik kart üzerindeki komponent ve koruma topolojisi seçimi yapılmıştır.



Şekil 16 ISO 7637 Ters Gerilim Koruma Testi

Darbe sönümleyici olarak "biderectional TVS" komponenti kullanılmıştır. Komponent seçiminde belirleyici ölçüt test aşamasında komponentin zarar görmeden, dışarıdan gelecek olan darbeleri bünyesinde ısıya dönüştürerek kendinden sonraya yansıtmamasıdır. Şekil 17'de komponente uygulanacak darbe sürelerinin komponent dayanma süreleri ile olan ilişkisi yer

almaktadır. Bu da test şartnamelerinin incelenerek uygulanacak darbelerinin genlik ve duty cycle (görev çevrimi) larının analiz edilmesi anlamına gelmektedir.



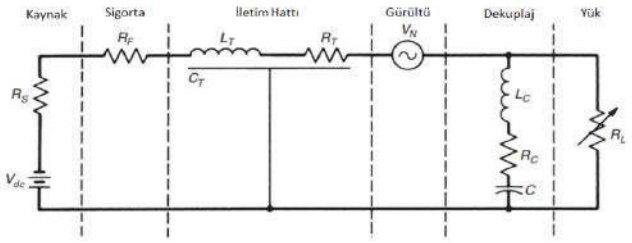
(a) (b)

Şekil 17: (a) Komponent Üzerine Uygulanacak Darbenin Güç/Zaman Grafiğini, (b) Komponent Üzerine Uygulanacak Darbenin Güç/Isı Grafiğini Göstermektedir.

Alçak geçiren filtre tasarımında EMC testleri sırasında ürüne dışarıdan uygulanacak sinyaller göz önüne alınarak komponent seçimi gerçekleştirilir. Söz konusu ürün doğru akım altında çalışacağından, devre girişine konumlandırılan alçak geçiren filtre besleme hattından gelen gerilimi değil, besleme hattı üzerinde indüklenecek girişim emisyonu ya da girişim dayanıklılığı için kullanılmaktadır. Şekil 18'de elektronik devre girişi ve uygulanan filtre gösterilmiştir. Kaynaktan devreye kadar bulunan yollar üzerindeki kapasitans, endüktans ve rezistans ifadesi sırasıyla C_T, L_T, R_T olarak gösterilmiştir. İletim hattı üzerindeki karakteristik empedans denklem 8'deki gibi hesaplanmaktadır. Bu hat üzerindeki en iyi gürültü performansını elde etmek için karakteristik empedans olan Z_0'ın 1Ω 'dan az olması beklenmektedir.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_T}{C_T}} \tag{8}$$

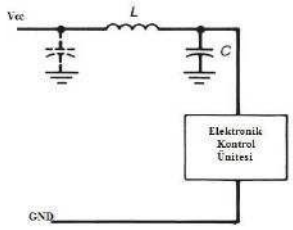
Şekil 18'de belirtilen V_N diğer devrelerden iletim ya da ışınım yoluyla hatta gelen gürültüyü göstermektedir. Devrede bulunan dekuplaj kondansatörü ile de hat üzerindeki gerilim dalgalanmalarını azaltmaktadır.



Şekil 18 Elektronik devre DC güç besleme ünitesi

Bunun yanı sıra yine dış ortamdan gelebilecek yüksek frekanslı parazit işaretleri engellemek üzere devre girişine şekil 19'da gösterilen alçak frekans filtresi uygulanmıştır. Filtrenin kesim frekansı f_r denklem 9'daki gibi hesaplanarak bu frekansın üzerindeki işaretlerin devreye girişi engellenmiş olmaktadır [8].

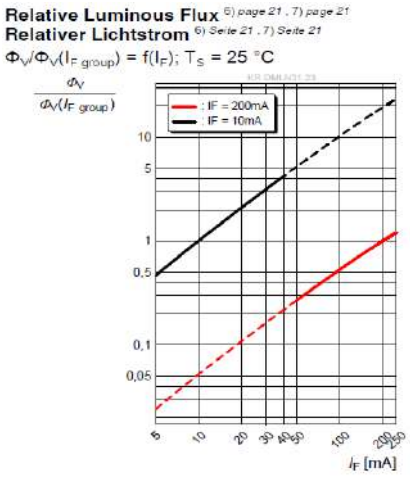
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{9}$$



Şekil 19 Alçak Geçiren Filtre

Yük üzerinden geçecek olan akımı sınırlama metodu olarak lineer sürücü kullanılmasına karar verilmiştir. Böylece giriş gerilimdeki değişimler, sürücünün gücünün kaldırabileceği ölçüde tolere edilmiş olacak, giriş gerilimi değişse de yük üzerindeki çıkış akımı sabit kalacaktır. Farklı giriş gerilim değerlerinde yük üzerinde sabit ortalama gerilim uygulamak için anahtarlama yapılmayacak olması devrenin EMC kararlılığı üzerinde olumlu etki gerçekleştirecek, besleme hattı üzerinde harmonikler yaratmayacaktır. Ayrıca sürücünün barındırdığı negatif ısıl kofaktör, yüksek kararlıklı sabit çıkış akımı, yüksek dayanma gücü, bütün bu özelliklerin tek kılıf içerisinde yer alması ve dizgi işçilik maliyetini düşürmesi, komponentin seçilmesinde etkin rol oynamıştır.

LED'lerin vermesi gereken ışık miktarı optik mühendisliği tarafından bildirildikten sonra, seçilen LED'in teknik bilgi dokümanında yer alan, akım/göreceli aydınlatma şiddeti tablosundan sürme akım değeri tespit edilir. Şekil 20' de ilgili tabloya bir örnek verilmiştir.



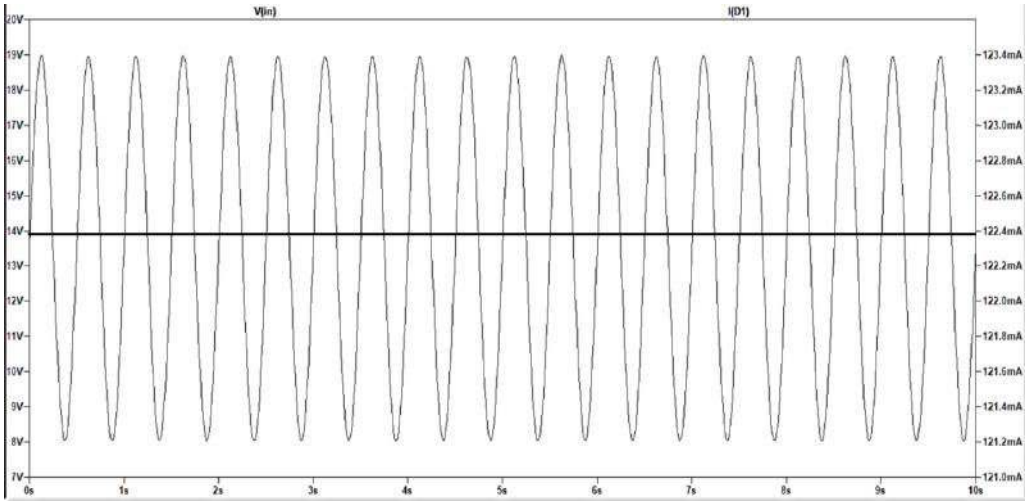
Şekil 20 Akım/Göreceli Aydınlatma Şiddeti Tablosu

Sürücü üzerinde düşecek nominal güç hesaplaması aşağıda denklem 10'da yer almaktadır:

$$P_s=(V_i-V_D-3*V_L)*I_L \tag{10}$$

Denklem 10'da belirtilen P_s sürücü gücü, V_i giriş gerilimi, V_D diyot gerilimi, V_L LED gerilimi, I_L LED üzerinden geçen akım miktarını göstermektedir.

Elektronik devrede kullanılan sürücünün özelliğinden dolayı devre girişine uygulanması gereken nominal gerilimden farklı gerilim uygulansa dahi sürücünün kaldırabileceği güç sınırının içinde ise yük üzerinden geçen akım miktarı sabit kalmaktadır. Şekil 21 üzerinde örnek olarak 13.5V doğru akım giriş gerilimi üzerine bindirilmiş 2 Hz frekansında 5.5 V genliğinde alternatif sinyalin çıkış akımı üzerindeki etkisi gösterilmektedir.



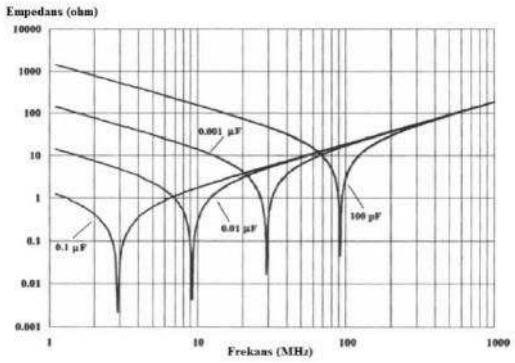
Şekil 21 Devre Üzerindeki Sinüsoidal ve Doğrusal Sinyalin Zamanla Değişimi

Mekanik tasarım bölümünden gelen PCB (Baskı devre kartı) ölçüleri üzerine komponentler yerleştirilip güç değerleri tanımlandıktan sonra, FloEFD programı ile termal simülasyon yapılmış ve komponentler üzerindeki ısı dağılımı incelenmiş, maksimum dayanım sıcaklığını aşmayacak şekilde PCB yüzey alanı iyileştirmesi yapılmıştır.

Elektronik şema çizimi ve komponent seçimi tamamlandıktan sonra baskı devre tasarımına geçilir. Baskı devre tasarımında IPC (Association Connecting Electronics Industry) kuralları temel alınır. Mekanik tasarım bölümünden alınan termal analiz onaylı baskı devre kartı boyutları, tasarım programına aktarıldıktan sonra optik tasarım bölümünden alınan ışık çıkış koordinatlarına göre LED'lerin yerleşimi yapılır. Elektronik tasarım şemasında yer alan diğer komponentler de baskı devre tasarım programına aktarıldıktan sonra, ısıl açıdan homojen yayınım yapacak şekilde komponentler PCB üzerine konumlandırılır.

3.3 EMC Test Çalışmaları

EMC test çalışmaları VW8000 ve VW81000 test şartnamelerine göre gerçekleştirilmiştir. Her iki şartname de CISPR 16-1-1, CISPR 16-1-4, CISPR 25 ve ISO114XX-X şartnameleri temel alınarak hazırlanmıştır. Tasarımın EMC testlerinden başarı ile geçmesi için devre tasarımında ek önlemler alınmıştır. Devre girişine TVS konumlandırmak bu önlemlerin başında gelmektedir. Böylece girişe gelebilecek anlık darbeler TVS üzerinden toprağa iletilerek kendinden sonraki komponentler korunmuş olacaktır. Ayrıca yine devre girişine konulan kondansatör vasıtası ile dış ortamdan gelen sinyaller bastırılacak ve yük üzerinde dalgalanmalar ortadan kalkacaktır. Kondansatör seçimi şekil 22'deki grafik dikkate alınarak EMC testlerinde problem yaratabilecek olası frekans aralığına göre yapılmıştır.



Şekil 22 Kondansatör frekans-empedans karakteristiği[9]

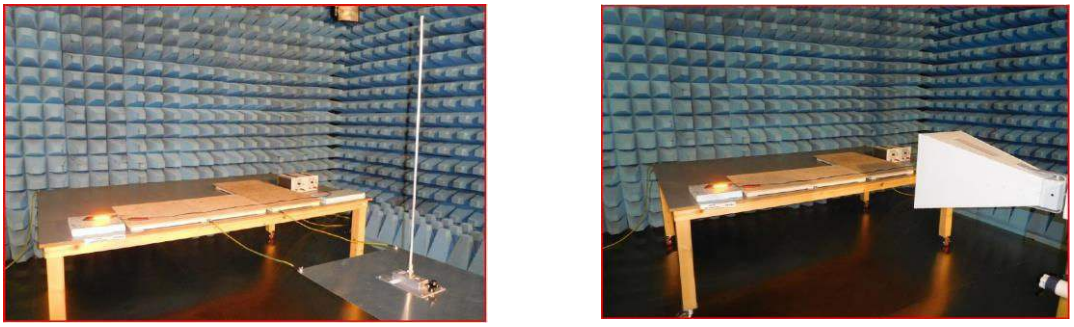
Tasarım esnasında sinyal ve güç yolları çizilirken denklem 11'deki ifade dikkate alınarak yolların kalınlığı ve uzunluğu belirlenerek devrede oluşacak kapasitif etkinin azaltılması hedeflenmiştir. Bunun yanısara 1 MHz altında çalışma frekansına sahip olan elektronik devrenin güç kaynağı ile tek toprak bağlantı hattına sahip olması, toprak hattını PCB geneline yaymak, aynı hattı odacıklara bölmekten kaçınmak, sinyal hatlarını mümkün olduğunca kısa tutmak EMC davranışlarını iyileştirmektedir.

$$C_0 = \frac{0.67(\varepsilon_r + 1.41)}{\ln\left(\frac{5.98H}{0.8W + T}\right)} \quad \text{pf/in.} \tag{11}$$

Denklem11'de bulunan W yolun genişliği, T yolun kalınlığı, H referans düzlemi ve sinyal yolu arasındaki mesafe, C_0 yolun kapasitansı, ε_r malzemenin dielektrik sabitidir.

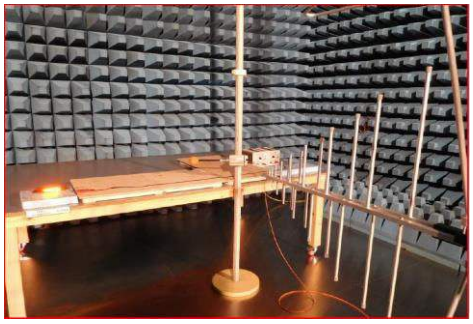
Yukarıda belirtilen gereksinimler ve tasarım koşulları dikkate alınarak yapılan elektronik kart tasarımı seri üretime uygun şekilde EMC testi için hazırlanmıştır. Testin geçilmesi halinde yapılan tasarım seri üretime verilecektir. . Bu sebeple test sonrası tasarım değişikliği gerekmeyecektir. Elektronik kart üzerindeki farklı lehim yapıları, sinyal hatlarının farklı yerleşimi gibi küçük farklılıklar elektronik devrenin emdepansını değiştirdiğinden ürünün bu frekanslardaki davranışlarını etkilemekte ve testlerde başarısız olmasına neden olmaktadır.

EMC testleri temelde emisyon ve bağışıklık testleri olmak üzere iki temel sınıfa ayrılmakla birlikte elektronik sistemin regülasyonlara uygun olması için bir çok teste girmesi gerekmektedir. Tasarlanan elektronik kart sırasıyla şekil 23-a ve 23-b'deki gibi yayılımla bozulma testi 30 MHz - 1GHz aralığında, şekil 24-a ve 24-b'deki gibi yatay ve dikey polarizasyondaki yayılımla bağışıklık testi 200 MHz – 1GHz aralığında ve şekil 25-a ve 25-b'deki gibi sırasıyla BCI testi 1 MHz – 400 MHz aralığında ve elektriksel hızlı geçişlere karşı bağışıklık testlerine maruz kalmıştır. Elektronik kartın testleri, uluslararası akreditasyona sahip test merkezinde gerçekleştirilmiştir.



(a) (b)

Şekil 23**:** (a) Yayılan Bozulma Test Düzeneği Dikey Anten, Yayılan Bozulma Test Düzeneği Gürültü Anteni



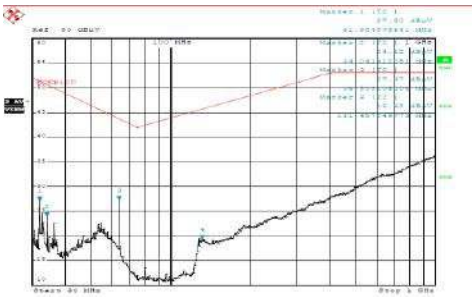
(a) (b)

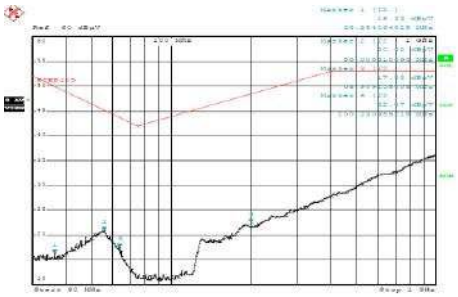
Şekil 24: (a) Yayılan Bağışıklık Test Düzeneği Yatay Polarizasyon, (b) Yayılan Bağışıklık Test Düzeneği Dikey Polarizasyon

(a) (b)

Şekil 25: (a) İletilmiş Bozulmalara Karşı Bağışıklık (BCI Testi) Test Düzeneneği, (b) Elektriksel Hızlı Geçişlere Karşı Bağışıklık Test Düzeneği

EMC testleri neticesinde daha önce yapılan tasarımlarda 290 Mhz 153 V/m ve 170.4 V/m, BCI testlerinde düşük frekans bandında 40 Mhz, 57 Mhz, 71 Mhz ve 88 Mhz frekanslarında yaşanan problemler neticesinde tasarımda revizyona gidilmiştir. Revize edilen tasarım müşteri şartnamelerine göre tüm testlerden başarı ile geçmiştir. Yayılan bozulma testlerinde şekil 26-a ve 26-b'da görüldüğü gibi siyah renkte gösterilen grafik maksimum elektrik alan değeri 40 dBµV'u aşmayarak sınır değeri olan kırmızı renkli bölgeyi aşmamıştır.

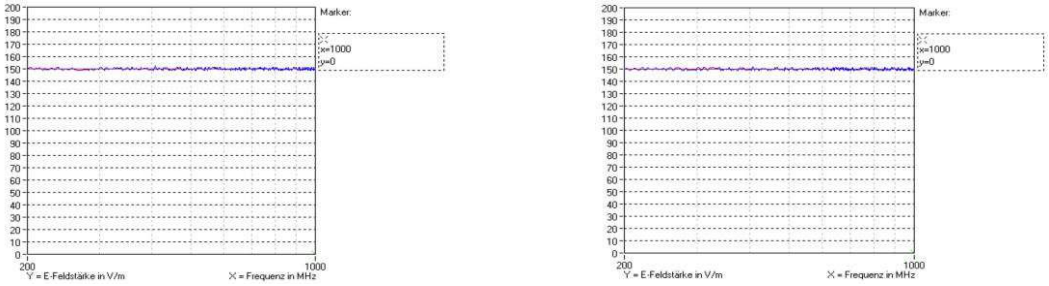




(a) (b)

Şekil 26**:**(a) Dikey Anten ile Yapılan Yayılan Bozulma Testi, (b) Yatay Anten İle Yapılan Yayılan Bozulma Testi Sonuçları

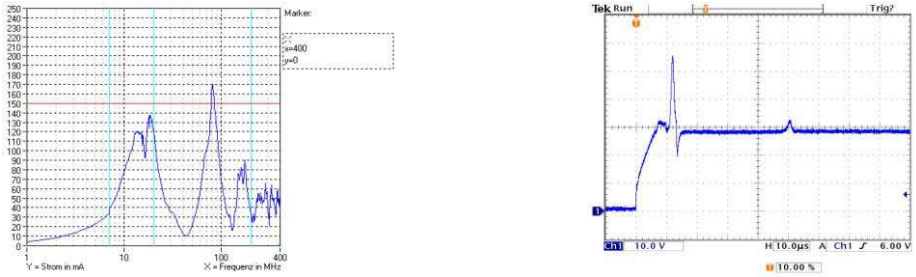
Test esnasında ölçülen bozulma değerleri test şartname değerinin altındadır. Yatay ve dikey polarizasyonda yapılan bağışıklık testlerinde ise 150V/m değeri şekil 27-a ve 27-b'de görüldüğü gibi aşılmamıştır.



(a) (b)

Şekil 27:(a) Yatay Anten ile Yapılan Yayılan Bağışıklık Testi, (b) Dikey Anten İle Yapılan Yayılan Bağışıklık Testi Sonuçları

(a) (b)



Şekil 28: (a) İletilmiş Bozulmalara Karşı Bağışıklık (BCI Testi), (b) Elektriksel Hızlı Geçişlere Karşı Bağışıklık Testi Sonuçları

SONUÇ

Müşteri ve regülasyonlar çerçevesinde belirlenen gereksinimler doğrultusunda yapılan LED'li geri sis modülü tasarımında berlirli frekanslardaki yaşanan EMC problemi neticesinde yapılan tasarım optimizasyonları ile bu problemler ortadan kaldırılarak iletim, ışınım testleri başta olmak üzere regülasyonların talep etmiş olduğu tüm testlerde standart limitleri aşılmayarak testler başarı ile tamamlanmıştır. Bunun yanısara optik tasarımlardaki simülasyon ve deneysel ölçüm sonuçları birbiri ile uyumlu olduğu belirlenerek elektronik ve optik tasarım tamamlanarak nihai ürün ortaya çıkarılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Wördenweber, B., Wallaschek, J., Boyce P. Hoffman D., 2007. Automotive Lighting and Human Visio, Springer Berlin Heidelberg, New York.
[2] Pohlmann, W., Vieregge, T., Rode, M., 2007. High Performance LED Lamps for the Automobile: Needs and Opportunities, Manufacturing LEDs for Lighting and Display, SPIE, Berlin.
[3] Eichhorn, K., 2006. LEDs in automotive lighting, Integrated Optoelectronic Devices, SPIE, USA.
[4] United Nations, 2014. ECE Regulation No:48, Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signaling device, Geneva.
[5] O'Shea, D., C., 1985. Elements of Modern Optical Design. John Wiley & Sons, Inc, New York.
[6] United Nations, 2013. ECE Regulation No:38, Uniform provisions concerning the approval of rear fog lamps for power-driven vehicles and their trailers, Geneva.
[7] VDE PCIM Europe 2016 International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, Germany.
[8] Ott, H., W., 2009. Electormagnetic Compatibility Engineering, Wiley Press, USA.
[9] Montrose, M.,I., 2000. Printed Circuit Board Design Techniques For Emc Compliance: A Handbook for Designer, 2nd Edition, Wiley IEEE Press, USA.

Front Fog and Corner Lamp Enhancing Driving Safety by Using a Common LED and Reflector Design

Mehmet Fatih Ataşalan[1], Özgür Çevik[2], Erol Kocabıyık[3], Muhammed Rafet Bakcan[4], Güneş Yılmaz[5]

[1,2,3] FEKA Otomotiv Mamulleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Nilüfer, Bursa, 16140, TÜRKİYE

[4,5] Uludağ Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Nilüfer, Bursa, 16059, TÜRKİYE

[1, 2, 3] fatih.atasalan@fekaautomotive.com, ozgur.cevik@fekaautomotive.com, [4]erol.kocabiyik@fekaautomotive.com

[5] gunesy@uludag.edu.tr

SUMMARY

The automotive industry is a sector where technological development and competition in the world economy is very intense. The best way to achieve competitive conditions within the industry is to follow emerging technologies and make these technologies applicable to vehicles. With these technologies, it is the most important measure to increase the safety of drivers and pedestrians. In this sense, the most important criterion for improving the functions currently being used on the vehicle or for incorporating the first developed technologies on the vehicle is that it increases the safety of driving.

In this study, product design was carried out to use the same LED light source as the lighting functions of the corner lamps, which fulfilled the ECE R19 Class F3, ECE R48 and SAE J583 legal requirements and the ECE R119 legal requirements with a single reflector design. With this design, LEDs are used instead of filament lamps to prevent scattering of light to unwanted areas and create a more homogeneous illumination area. Change from a filament lamp to a LED as a light source saved an average of 75% in the electricity consumed. The electronic control unit, which controls the LED drive current and supply voltage, is designed that meets the electromagnetic standards (CISPR-25, CISPR-12, ISO 11452-x) and additional Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements specified in the customer specification.

The values obtained from the simulations and other calculations compared the photometry values that measured in the laboratory were found to be similar and visually confirmed. Homogeneous lighting had been achieved that meets legal requirements. The electronic control unit provided the electromagnetic compatibility tests defined in the CISPR and customer specifications.

This study will provide significant contributions to optical and electronic design work in the field of automotive lighting and will form the basis for future work.

The study is carried out at FEKA R & D center and the project is supported by TUBITAK-TEYDEB.

Keywords: Automotive Lighting, Front Fog and Corner Lamp (FGL), homogeneous lighting, EMC

1. INTRODUCTION

The automotive industry is a sector where technological development and competition in the world economy is very intense. The best way to achieve competitive conditions within the industry is to follow emerging technologies and make these technologies applicable to vehicles. These technologies are aimed to increase the safety of drivers and pedestrians. In this sense, the improvement of the functions currently being used on the vehicle or the incorporation of the first-developed technologies on the vehicle is a significant improvement in driving safety.

In the automotive lighting sector, the process is starting with a part design of a lighting product with including mold design, mold production, part production by injection method, design and production of electronic cards, assembling of electronic components and then carrying out essential tests spend a long time and causing a cost loss. After such a long period of time, unwanted negative results can occur after the optical, mechanical, electronic, thermal and chemical tests of the manufactured product. Detection and elimination of such faults cause additional cost and time loss. For this reason, alternative methods are being explored to prevent possible errors in products.

Today, with the rapidly development of computer technology, the work carried out using computer-aided engineering tools has become even more important. With optical, mechanical, electronic design and analysis software simplify the complex engineering problems and solve numerically. These software which is used simultaneously with the design process, enables the design optimization in a short time. Faster and more effective results are achieved with these engineering software simulations. Reliability of the results, positioning of the parts in the product, and accurate identification of the material properties are possible in the work carried out using design and analysis software.

Halogen bulbs, which are commonly used in automotive lighting field for many years, has a light output in a very wide wavelength range (200nm - 2600nm). Light propagation is in all directions (360°). Most of the consumed energy converts to the heat energy and they have a large volume. Because of these negative features have shown us that we need an alternative light source. LEDs have begun to be preferred instead of halogen bulbs because of high emission and small volume, emitting light with specific direction (30 °, 60 °, 90 ° 120 °) and also in a very narrow spectrum compared to halogen bulbs, small part of the electricity consumed energy, convert a heat energy. In the last decade, LED technology has experienced rapid and significant growth in automotive lighting applications, taking the place of bulb technology [1]. The use of LEDs in place of halogen bulbs is achieved with approximately five times less power consumption with equal output illumination intensity. The LEDs have reached the quality and reliability factors that allowed the car to be used in harsh environments and in addition the costs are falling. Especially, light leakage from occur halogen bulbs and unobstructed light leakage can be prevented, a homogeneous light distribution can be obtained. Vehicle manufacturers support this study in the field of lighting because it reduces CO2 emissions and fuel consumption during driving.

Damage and effects on products exposed to environmental conditions and voltage, current, vibration and thermal conditions necessary for operation of the product must be maintained within the ranges specified in the standards. Critical components which been on product must not lose their functionality. It is necessary to provide the light requirement at every step that beginning the design of the lighting products and reaching the customer with the vehicle. In order to achieve this, transparent materials use very high light transmittance materials, while reflective surfaces have high reflection coefficient and high light output sources with respect to energy efficiency. Another important criterion for the quality of illumination is that there is no light spot (hot-spot) or dark areas on the product, since the product has a homogeneous light output in the lighting area while the product is in operation.

Transparent materials which are generally preferred in the automotive lighting sector are PMMA (Polymethyl methacrylate) and PC (Polycarbonate) [2] materials. PMMA and PC transparent materials are polymer materials with average light transmittance (between 88% and 92%) in the visible region (380-780nm) of the electromagnetic spectrum. Polymer light-permeable materials are low-density materials that have the ability to absorb loads that occur at any moment of impact and

affect the product, compared with glass. When Polymer materials compared with glass, that are preferred because of their many advantages such as manufacturability, possibility to make more complex surface designs, low cost of labor, repetition (renewable), light weight, more flexible construction. Because of its resistance to UV rays, PMMA polymer is more preferred than PC polymers in the automotive lighting sector.

In this study, a new product has been developed to increase driving safety with a special reflector designed for front fog and corner lamps and a single LED light source. This product has been observed to meet both the European and American standards. The values obtained from the simulated studies of the developed product and the realized prototype were compared and it was seen that they gave numerically close results and they visually confirmed each other.

2. OPTICAL AND ELECTRONIC LEGAL REQUIREMENTS OF FRONT FOG AND CORNER LAMPS

Illumination systems used in vehicles;

- Front Lighting (low beam, high beam and day-running lights, fog, corner ve turn lamps)
- Rear Lighting (stop, position, reverse, fog and turn lamps)
- Side Lighting (Turn, warning lamps)
- Interior Lighting (dome, make-up, read, torpedo, luggage, ambiance ve panel lamps)

There are two main commissions validated for determining the optical properties of automotive lighting products all over the World. ECE specifications for vehicles to be used in countries within the European Union, and SAE specifications for vehicles to be used in the United States and its affiliated countries. It is necessary to follow and apply the methods specified in ECE and SAE in order for lighting products to be used in the vehicle. Therefore, ECE and SAE specifications have been examined for optical requirements, assuming that FGLs on passenger cars and commercial vehicles will also be used in Europe, America and other countries connected to them. In this work, ECE R19 Class F3 "Front Fog Lamp" [3], ECE R119 "Corner Lamp" [4], ECE R48 "Vehicle Mounting of Lighting and Signal Lamps" [5] and SAE J583 "Front Fog Lamp" [6] technical specifications in the regulations have been examined and applied during product design.

The ECE R48 legal requirements describe in detail the lighting products that must be used on the vehicle and can be used optional. In this sense, these legal requirements contains informations like that the necessary experiment to measure the installation limit conditions, visibility angles, how many pieces must be used, light output color, limit values of light colors in CIE 1931 (International Lighting Commission) color system, supply voltage on product, and how it should be the necessarily experiment setup to measurement photometric values of product. In view of this information, the front fog and corner lamps can be mounted on the vehicle and the visibility boundary conditions are shown in Figure 1. In order to provide front fog and corner lamps with a single product height from the floor min. 400 mm, max. 800 mm and from the side border of the vehicle max. 400 mm. The FGL sighting should be 10 ° towards the vehicle, 60 ° towards the outside of the vehicle and ± 10 ° horizontally.

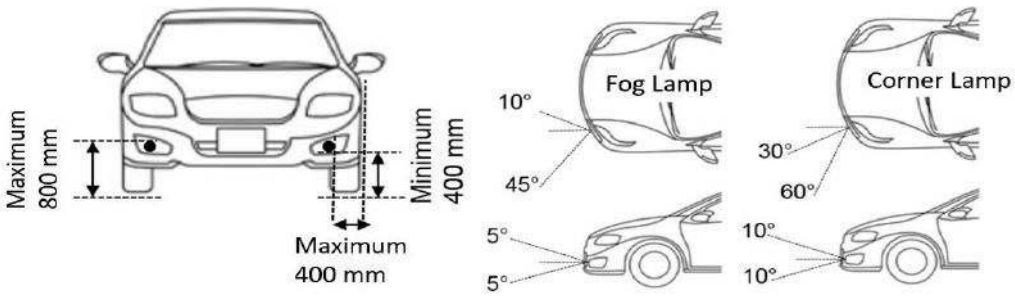


Figure 1 Mounting boundary conditions and visibility angles of the fog and corner lamp on the vehicle

At least one must be used on the right and left side of the vehicle from the front fog and corner lamps and they could be optional on the vehicle. The light from this product should be white color and the boundary conditions on CIE 1931 color diagram are given in Table 1.

Table 1 White Color Boundary Conditions on CIE 1931.

Vector	Boundary Conditions	Point	x	y
W_{12}	$y = 0{,}150 + 0{,}640\,x$	W_1	0,310	0,348
W_{23}	$y = 0{,}440$	W_2	0,453	0,440
W_{34}	$x = 0{,}500$	W_3	0,500	0,440
W_{45}	$y = 0{,}382$	W_4	0,500	0,382
W_{56}	$y = 0{,}050 + 0{,}750\,x$	W_5	0,443	0,382
R_{61}	$x = 0{,}310$	W_6	0,310	0,283

If the FGL on the vehicle, they work with 12 V voltage on supply. If the FGL had performed photometric tests in the laboratory environment, they must work with 13.5 voltage on supply. Photometric measurements should be done after 30 minutes for balance the light output and thermal stability because of been LED. In order to make the photometric measurements of FGL, the goniophotometer experiment system ECE R48 [5] installed as shown in Figure 2 and it is required to measure the light intensity with the aid of photo sensors at a distance of 25 meters.

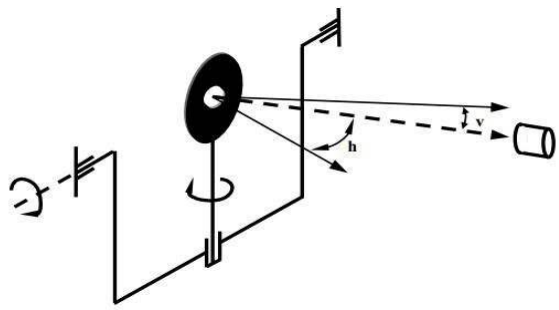


Figure 2 Goniophotometer Experiment System [5]

Electronic products located on the vehicle must comply with the ECE R10 Electromagnetic Compatibility [7] regulation. Sometimes the vehicle manufacturer stipulates this for each electronic product supplier, in which case the supplier takes the regulation by applying the tests in this specification. Some vehicle manufacturers, after the vehicle is produced, the vehicle takes the regulation by applying the necessary tests.

The ECE R10 [7] includes electromagnetic tests applied by CISPR, ISO and IEC with reference to the automotive sector. In addition, vehicle manufacturers want to apply EMC tests to electronic products by referring to CISPR, ISO and IEC tests and introducing some special additional tests.

All electronic components on the automotive must be approved for the automotive sector. AEC has specific requirements active and passive electronic components for that. Passive electronic components such as resistances, capacitors and coils must meet AEC-Q200 requirements, active electronic components such as diodes, transistors, integrated circuits must meet AEC-Q100 requirements. Companies that produce electronic products for the automotive sector have to look all the components must meet these requirements.

In addition, printed circuit boards named as PCBs, which are arranged on electronic components, must also be automotive approved. This requires the use of Class 3 PCBs in the IPC standards. PCBs in this condition have to meet some specific tests for the automotive sector.

3. EXPERIMENTAL STUDIES

The lighting product consists of components that reflect lens and/or light that diverts light from the light source. The most critical component of an optical system is the light source if the light source is LED, light system must have an electronic circuit. Both optical and electronic design and simulation studies of front fog and corner lamp are explained in this section.

3.1. Optical Design, Simulation and Test Studies

The fog lamp is designed to allow you to better see the strip lines on the road and the vehicles that in front of us had driven in the worst weather conditions, with foggy or dense rainy weather. The low-beam and high-beam lamps in vehicles cause high reflections due to condensation, especially cause from fog and rain, and cause reduction field of view. It is planned to increase driving safety with a homogenous light output of the fog lamp parallel to the side, short-range and narrow angle. In vertically, high illumination is expected within the range of -1,5° to -3,5°. Upper side of the illumination area expects sharp cut-off strip.

In this FGL Project, OSRAM OSTAR LE_UW_U1A2_01 LED used which provides light output from 500 to 800 lumens. As shown in Figure 3, the LED is positioned parallel to the horizontal axis so that unwanted light leaks are prevented. It is designed to provide a homogeneous and efficient light distribution in the field of illumination determined by legal requirements through the reflector surface of the beams emerging from the LED. The light intensity of the LED decreases to 0 ° to 60 ° from the center. Therefore, it is planned to design the reflective prisms on the reflector surface according to the freeform prism surface method so that the light intensity at the LED center can be converted into a homogeneous light output. It is aimed to obtain light output of equal intensity at every angle of illumination field. It is also anticipated that reflective prisms on the reflector can be used on both the right and left side of the vehicle. This will reduce the cost of additional molds and speed up the assembly process. In order to obtain the most efficient light output and homogeneous distribution from the reflector surface, optimization studies were carried out during the calculation of the prism surfaces. The appearance of the product of the optical design of FGL is shown in Figure 3.

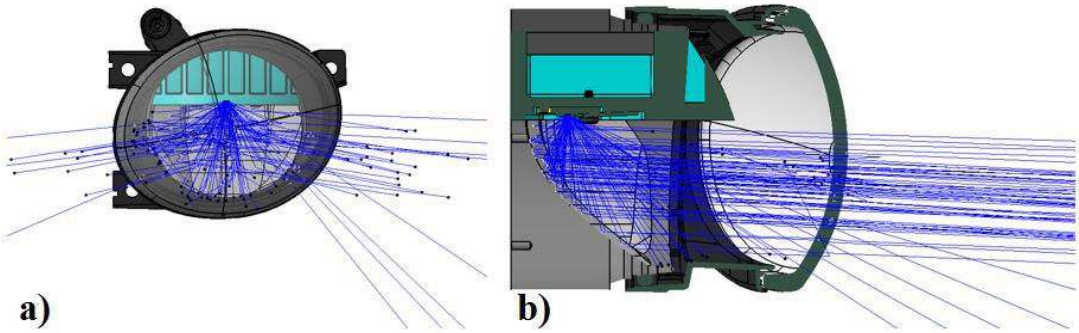


Figure 3 Appearance a)front and b)side of the light guided through reflector

Semi-electronically produced electronic components such as LEDs start to overheat after the current starts to flow through. As the temperature on the semiconductor changes, the operating performance is affected. Since the LED of being produced from the semiconductor, it starts to warm up from the moment the light starts to emerge from the LED. It is necessary to determine the chip temperature of the LED used in this time period and how much it is change in percentage of the light performance at this temperature. In the product technical information document of the relevant LED, the change in the light power is shown against the chip temperature of the LED. However, it is not

known how many times the LED's chip temperature will be reached after 30 minutes of operation in the current PCB design of the LED and the product, and each PCB design also differs.

The information about how much light is emitted at the temperature value after 30 minutes of the LED used in FGL is required to be defined in the optical analysis program while the numerical model of the lighting product is being created. In this sense, the GRAPHTEC GL800 DATA LOGGER device with multi-channel scanning capability and the K-type thermocouple are used to measure the time-dependent temperature of the LED. The time-dependent measurements of the temperature of the LED's chip are fixed by applying thermal paste [8-10] from the cathode of the LED located at the center of the existing PCB for 30 minutes to be taken every 30 seconds and that made with a K-type thermocouple.

As the last step of this experimental study, photometry test measurements were made with the EVERFINE GO-HD5 goniophotometer in the dark room laboratory. The important point here is that the FGL must be in the vehicle position during the installation of the product in the goniophotometer. Otherwise, measurements made will not be valid. Therefore, the photometer fixture was manufactured so that the FGL could be in the vehicle position and the FGL was placed on the goniophotometer after installation on this fixture. Finally, photometric measurements of the FGL sample placed appropriately on the goniophotometer were made at a constant 13.5 V voltage as specified in ECE R48 [5]. The setup of the experiment is shown in Figure 4.

Figure 4 Appearance of the reflector and LED Design

3.2. Electronical Design, Simulation and Test Studies

With the introduction of LED light sources into the automotive sector, in addition to the electronic circuits on the vehicle, the lighting source has begun to controlled by electronic circuits. Control of the supply voltage and the operating current of the LED light source used in the optical design and simulation work for the product is achieved by an electronic circuit. Electronic circuit design is started with reference to the current value determined according to the light output data applied for optical simulations. This current value must be within the values specified by the customer requests. Project specific values taken from customers;

- Minimum Supply Voltage ; V_{min} = 9Volt
- Maximum Supply Voltage : V_{max}= 16 Volt
- Permitted Current Value When LED is Open-Load : I_{ol}= 10 mA
- Permitted Current Value When LED is Short-Circuited: I_{sc} = 2000 mA

Circuit design has been done according to specification for electrical tests MBN_LV_124 (Electric and Electronic Components in Motor Vehicles up to 3,5t – General Requirements, Test Conditions and Tests)[11], for electromagnetic tests MBN_LV_123 (Electrical Characteristics and Electrical Safety of High-Voltage Components in Road Vehicles – Requirements and Tests) [12] and MBN_10284_2 (EMC Performance Requirements – Component Tests) [13].

Electronic circuit simulation has been carried out using the Ltspice analysis program to verify that both the customer requirement and the design of the electronic circuit are working in accordance with the required conditions. Different Ltspice files for each of the components in the circuit have been created. The value of current in the critical components and the value of power that can occur in them are checked. Structure of the circuit; electronic circuit design was carried out for the input voltage, the customer requirements, the LED forward current value and the light output remain constant during the tests.

Before apply to product the "Transient On Supply Lines" test which included in the MBN_10284_2 [12] TVS (Transient Voltage Suppresor) had been added the circuit to prevent damages transient voltage values that are 75V and 100V. The added TVS diode will dissipate instantaneous 100 V high voltages within 2 milliseconds, preventing the components in the rest of the circuit.

Test setups prepared for EMC tests are made with equipment that varies according to the type of test. "Immunity Tests" are included in MBN_10284_2 [12] were made with horizontal antenna that shown Figure 5.a for the immunity test against magnetic fields. "RF Immunity – Antenna Irradiation" is included in MBN_10284_2 [12] were made with vertical antenna that shown Figure 5.b . "RF Immunity – Bulk Current Injection" is included in MBN_10284_2 [12] were made against to the transmitted failures that shown Figure 6.a. "ESD - Direct Discharge" test setup is included in MBN_10284_2 [12] that shown Figure 6.b.

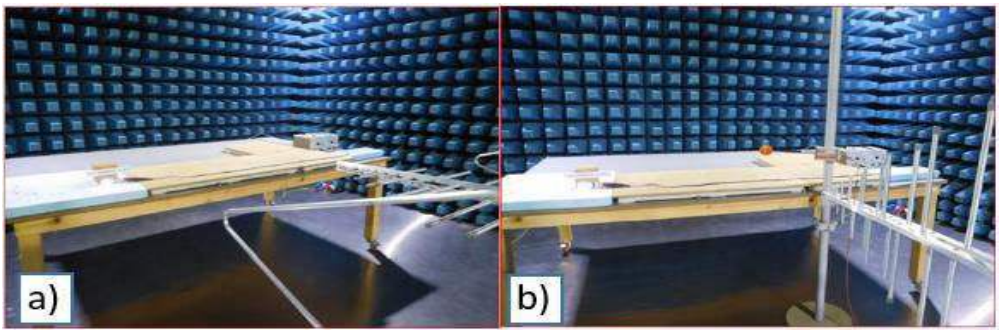


Figure 5 : a) “Immunity Test” test setup is done with horizontal antenna against to magnetic field
b) “RF Immunity – Antenna Irradiation” test setup is done with vertical antenna

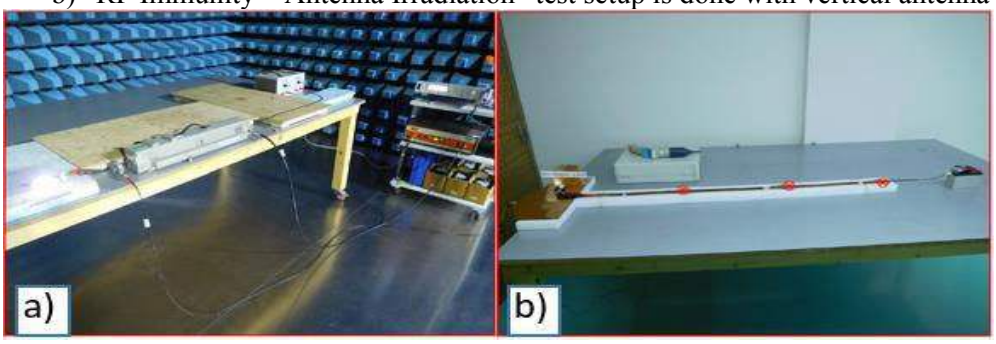


Figure 6 : a) “RF Immunity – Bulk Current Injection” Test setup against to the transmitted failures
b) “ESD – Direct Discharge” Test Setup Electrostatic Discharge

4. Results

4.1. Optical Simulation and Photometry Results

The time-dependent measurement results of the chip temperature of the LED and the thermal image taken at 30 minutes in the laboratory environment are shown in Figure 7. Temperature of the LED’s chip has increased since the first time started to work. The information that the LED reaches to 40 ° C after 30 minutes from the start of operation is obtained with measurement results. With the result obtained, the aluminum cooler fulfills task, preventing the product from reaching high temperatures. With this information, it has been confirmed in the technical information document of

the relevant LED that 5% loss of light at 40 ° C temperature is observed. It has been seen that optical analysis performed in accordance with this information provided sufficient light output and a sharp line (cut-off line) was obtained. The iso-candela distribution obtained after the optical analysis is shown in Figure 8. As can be seen from the analysis, it is seen that the lights from FGL focus vertically between -1.5 ° and -3.5 °, spread horizontally by ± 65 ° and have a sharp transition. In addition, the bird's eye view of the road illumination obtained from the optical analysis result is shown in Figure 9 and is stated as iso-lux. The image of the product when the FGL sample is in the running state is shown in Figure 10 and the sharp line obtained is clearly visible. Both side of the road is illuminating clearly shown in Figure 10. In addition, there was no light leakage while the product was in operation.

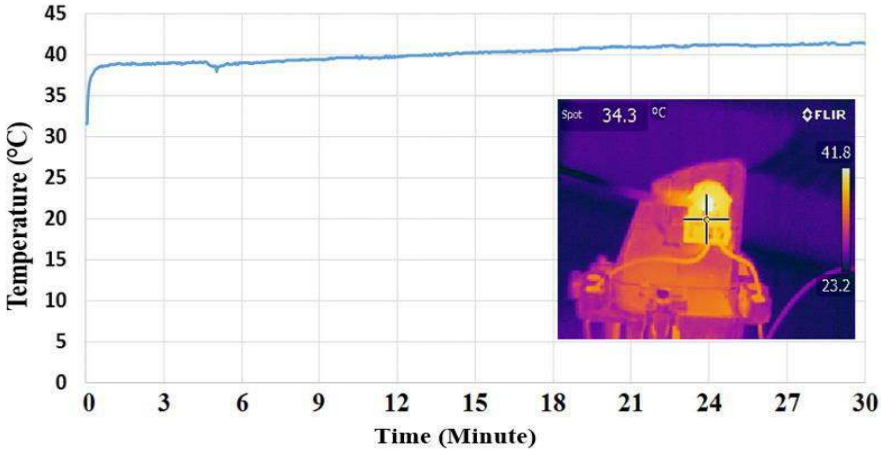


Figure 7 Time-Dependent Change of LED's Chip Temperature and image taken with thermal camera

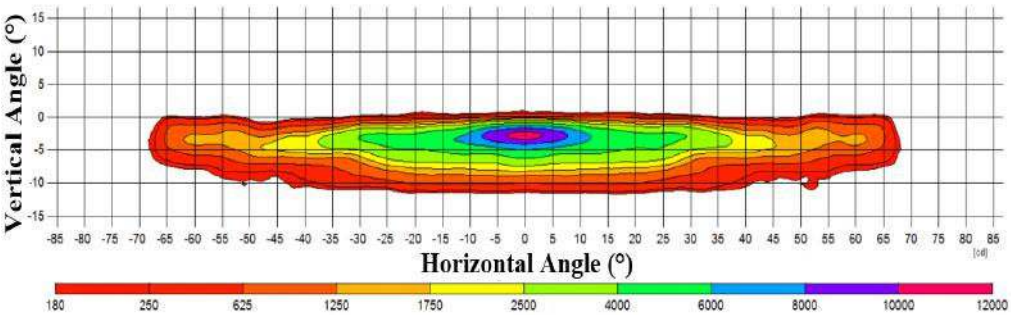


Figure 8 Distribution of the iso-candela obtained from optical simulation

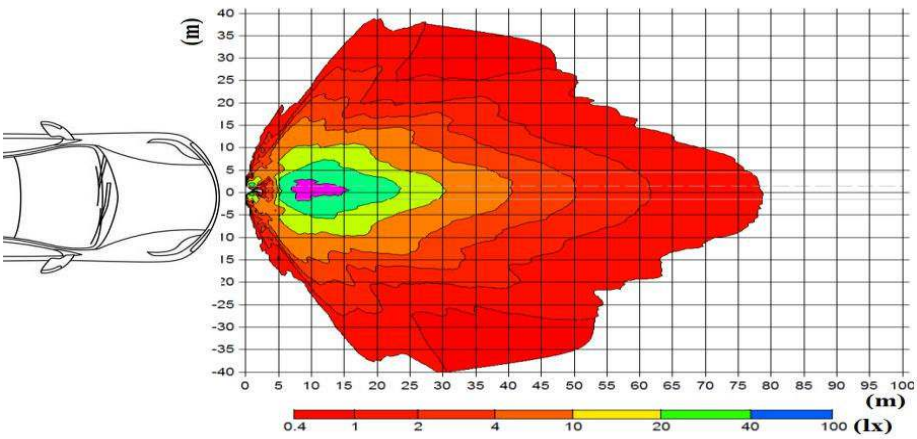


Figure 9 Road Illumination of Front Fog and Corner Lamp and Bird's-Eye View

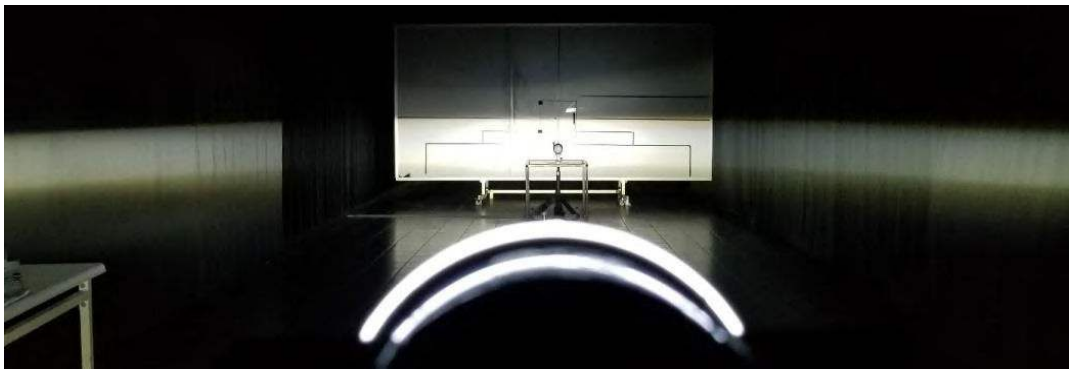


Figure 10 Running State of the FGL

4.2. Electronical Simulation and EMC Tests Results

Current values taken from the diode at input side of circuit with LtSpice analysis program. The current value that taken from vehicle in the normal conditions at 994.8mA, current value that taken from vehicle in the open-load conditions at 4.9mA and current value taken from vehicle in short-circuited load conditions at 1.73A.

During EMC tests, the results from taken product must remain within certain limits. These limits are specified in MBN_10284_2 [12] and are shown in the test results. In the first measurement of the immunity test results against magnetic field with done a horizontal antenna, while the maximum limit was 60uV at 1 GHz, the measurement result was around 45uV, while the maximum limit was 82.5uV at 6 GHz and the measurement result was around 55uV. When the same test was applied by increasing the applied limits, while the maximum limit was 80uV at 1 GHz and the measurement result was about 55uV, while the maximum limit was 105uV at 6 GHz, the measurement result was around 68uV. the Tests was successfully completed and the results are shown in Figure 11. Antenna Irradiation test applied with the vertical antenna did not certain limits when applied at variable electrical field intervals 70V/m, 150V/m and 50V/m in frequency range of 200MHz up to 2400MHz and the results are shown in Figure 12, the red lines are used to indicate the field strength applied during the test, and the blue lines are used to show the product's performance against the test. RF immunity test against to transmitted failures remain determined limits when applied at variable frequencies from 100 kHz to 400 MHz with different electrical field strengths of 90 V/m, 95 V/m and 106 V/m. and the results are shown In Figure 13, the red lines are used to indicate the field strength applied during the test, and the blue lines are used to show the product's performance against the test. In Electrostatic discharge test, the product is checked after the tests and product is completed successfully in these tests.

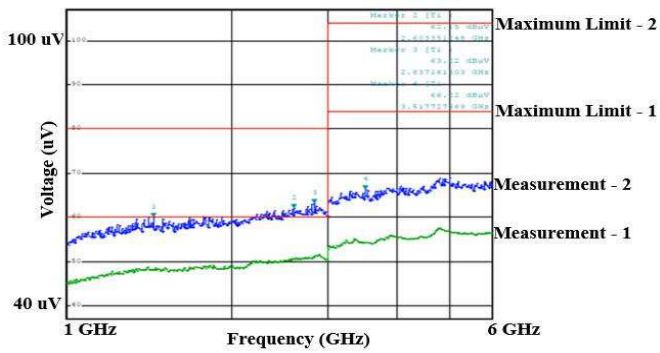


Figure 11 Test results of “Immunity Test” has done with horizontal antenna against to magnetic field

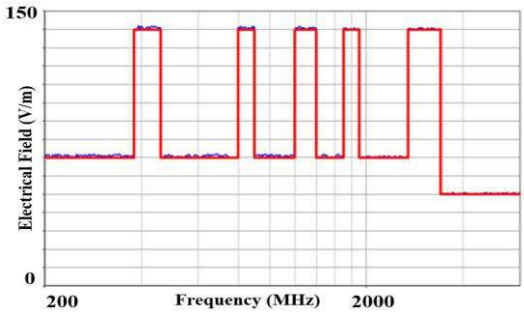


Figure 12 Test results of "RF Immunity – Antenna Irradiation" has done with vertical antenna

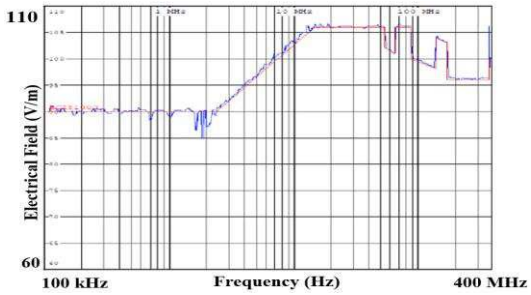


Figure 13 Test results of "RF Immunity – Bulk Current Injection" test against to the transmitted failures

REFERENCES

[1] D. Gacio, J. Cardesin, E. L. Corominas, J. M. Alonso, M. Dalla-Costa, and A. J. Calleja, Comparison among power LEDs for automotive lighting applications. inProc. IEEE Ind. Appl. Soc. Ann. Meeting (IAS). Oct. 2008. pp. 1–5.

[2] Jyh-Cheng, Y., Jia-Hao. C. Shih-Chiang, L. 2014. Design of LED edge-lit light bar for automotive taillight applications. Researchgate. DOI: 10.1117/12.2024842

[3] UNECE. 1958. Uniform provisions concerning the approval of power-driven vehicle front fog lamps contents. *UN vehicle regulations*. 2 December 2013

[4] UNECE. 1958. Uniform provisions concerning the approval of cornering lamps for power-driven vehicles. *UN vehicle regulations*. 27 March 2012

[5] UNECE. 1958. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signalling devices. *UN vehicle regulations*. 16 October 2014

[6] SAE International. 1937. Front Fog Lamp. *Surface vehicle standard*. 2004-08

[7] UNECE. 1958. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility. UN vehicle regulations. 16 October 2014

[8] Rajendra, S. 2013. Thermal measurement for LEDs. *Measurement and Instrumentation Technical*. April 2013 EngineerIT. 58-60

[9] OSRAM Opto Semiconductor. 2013. Temperature Measurement with Thermocouples. www.osram-os.com. Application Note No. AN050

[10] OSRAM Opto Semiconductor. 2017. The thermal measurement point of LEDs. www.osram-os.com. Application Note No. AN085

[11] Daimler AG. 2011. Electric and Electronic Components in Motor Vehicles up to 3,5t – General Requirements, Test Conditions and Tests. March 2013

[12] Daimler AG. 2011. EMC Performance Requirements – Component Tests (Passenger Cars and Vans). July 2015

[13] Daimler AG. 2009. Electrical Characteristics and Electrical Safety of High-Voltage Components in Road Vehicles – Requirements and Tests. March 2014.

OTOMOTİVE YENİLİKÇİ BAKIŞ

Mehtap Köse[1]
[1]Ürün ve Malzeme Geliştirme /Malzeme Geliştirme/ Kompozit Malzemeler
Rözmaş Çelik San. Tic. A.Ş.
Gebze Organize San. Bölgesi.
900 Sok. No:903 Gebze/Kocaeli 41400
TÜRKİYE
mehtap.kose@rozmas.com.tr

ÖZET

Binek ve ticari araçlarda birçok ana malzeme ve komponentleri metal ve alaşımları olarak tercih edilmektedir. Bu yaklaşım malzeme gruplarını sınırlamış malzeme yapılarını sıradanlaştırmış. Birim fiyatı makul olsa da uygulama esnasında yakıt kaybı ve çevresel faktörler devreye girmiştir. Gerçekte fiyatı uygun olarak tercih edilen her sıradan malzeme lojistik olarak pahalıya mal olmuş ve çevresel etkilere karşı dirençsiz kalmıştır. Her ne kadar ağırlık azaltma çalışmaları yapılmak amacıyla metal çubuk parçalarda (örneğin RÖZMAŞ'ın ürettiği denge çubuğu, helisel yaylar vb. parçalar) boru kullanımı tercih edilse de proses akış zamanları uzamış işçilik artmıştır. Boru çalışmalarında dahi korozyon önlenememiş ve kısır bir döngü içine girilmiştir. Tüm bu sebepler göz önünde bulundurularak farklı yaklaşımlar değerlendirilmeye alınmış ve çağın gereksinimlerine cevap verme ihtiyacı duyulmuştur.

Gelişmiş ve gelişime açık her firma inovatif düşünceler edinmiş ve toplumsal isteklere uyarlanabilecek projelere yönelmiştir. Yeni ürün ve yeni pazar arayışları yeni trend olan kompozit malzemelere yöneltmiştir. Kompozit malzemeler gerek hafiflik ve dayanım gerekse yenilikçi ve estetik açıdan mevcut malzemelerin önüne geçebilecek özelliklere sahip malzemelerdir.

RÖZMAŞ olarak gelişime açık her firma gibi müşteri taleplerini değerlendirmeye alındı, inovasyon çalışmaları çerçevesinde çevre dostu ve daha hafif malzemeler üzerine çalışmalar yapmaya başlandı. Bu çalışmada RÖZMAŞ'ın da içinde yer aldığı otomotiv sektöründe kullanılan mevcut ve trend malzemelerin toplumsal karşılığı baz alınarak kompozit malzemeler nelerdir, nasıl kullanılır irdelenmiştir. Bu yaklaşımla farklı malzemelerin fiziksel, estetik ve mekanik özellikleri kıyaslandı ve literatür araştırmaları yapıldı. Rözmaş gelişmek ve gelişime daima açık olmak için dinamik bir ekip oluşturmuş ve bu ekiple farklı malzemeler üzerine çalışma yapmak üzere kararlılıkla da ilerlemektedir.

Anahtar kelimeler: Kompozit Malzemeler, inovasyon, yeni Pazar, ağırlık azaltma

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden yıllar sonra bile hala günümüzde teknoloji alanında büyük devrimler yapılmıştır. Her devrim geliştirilmeye mahkûm birçok ürün ve malzeme kategorisine sebep olmuştur. Teknolojinin gelişmesi ile beraber tüketici bilincin de devrimler gerçekleştirilmiş ve daha bilinçli tüketimler yerini almıştır. Mevcut Pazar birçok malzeme kategorisini standartlaşma yoluna girmiştir. Böylece malzeme çeşitliği konusunda dönemin ihtiyaçlarına uygun malzeme kullanımları tercih edilmiştir. Günümüzde kullanılan malzeme çeşitleri yetersiz kalmaya başlamış ve yerini yeni malzeme çeşitliliğine bırakmıştır. Kompozit malzeme kavramının ortaya atılması ve konunun bir mühendislik konusu olarak ele alınması ancak 1940'lı yılların başında gerçekleşmiştir. Bu kavramın ortaya atılmasından sonra dünya çapında birçok firma yeni Pazar arayışlarına girmiş ve standart malzeme dışına çıkılmıştır. Kompozit malzemeler yeni malzeme kategorisine göre daha hafif ve daha mukavemetli olmaları geliştirmeye açık yeni bir malzeme grubunu ırata atmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Kompozit malzemeler, en az 2 farklı malzemenin temel olarak birbiri içerisinde çözünmeyen ve birbirinden farklı şekil veya malzeme kompozisyonuna sahip iki veya daha fazla bileşenin karışımından veya birleşmesinden oluşan bir malzeme sistemidir. [1]Üç boyutlu nitelikteki bu bir

araya getirmede amaç, bileşenlerin hiçbirinde tek başına mevcut olmayan bir özelliğin elde edilmesidir.

Bir kompozit malzeme genelde düşük modül ve dayanıma sahip reçine veya metalik matris fazlarından ve bunun içinde dağılmış takviye elemanından meydana gelmektedir. Kompozit malzemelere birbirleri içerisinde moleküler düzeyde birleştirilmezler çünkü moleküler veya atomsal düzeyde birleştirilen malzemeler mikroskobik ortamda dahi homojen göründükleri için kompozit malzeme olarak adlandırılmazlar.

Kompozit malzemeler kendilerini oluşturan malzemelerin sahip olduğu özelliklerin yanı sıra:

- Yüksek mukavemet
- Hafiflik
- Tasarım esnekliği
- Boyutsal stabilite
- Yüksek dielektrik direnci
- Korozyon dayanımı
- Kalıplama kolaylığı
- Yüzey uygulamaları
- Yüksek ısıl dayanım
- Şeffaflık
- Yüksek kimyasal direnç
- Titreşim sönümlendirme
- Akustik iletkenlik
- Ses tutuculuğu veya ses yutuculuğu özelliklerine de sahiptir.

Kullanım yerine ve özelliklerine bağlı olarak gereksinim duyulan özellikler günümüz teknolojine uyarlanabilmektedir. Çok parçalı veya yekpare parçaların üretimini mümkün kılmaktadır. Malzemenin kalitesi üretim yöntemlerinin kalitesine bağlıdır, standartlaşmış kalite yöntemleri yoktur.

Kompozit malzemeler bahsedilen faydaları dışında bazı dezavantajlara sahiptir:

- Hammaddenin pahalı olması
- Kalınlık yönünde düşük dayanıklılık
- Katlar arası düşük kesme dayanıklılığı özellikleri bulunmaktadır. [2]

1.1. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozit malzemeler yapısal olarak 3 ana elemandan oluşmaktadır;

Matris malzemesi: Takviye elemanını sararak bir arada tutan, elyaf yapısını dış etmenlere karşı sürekli koruyan, dış etkenlerden gelen gerilmenin bir kısmını sönümleyen bir yapıdır. Kompozit malzemelerin kullanım şartları matris malzemesine bağlı olarak değişmektedir. Erime noktası, kür zamanı, sıcaklık gibi fiziksel özellikler matris malzemelerinin en önemli parametreleridir.

Takviye elemanı: Uzun, kılcal, kırpılmış veya parçacıklı yapıları mevcuttur. Elyaf yapılar, malzemenin yükünü taşır ve matrisin dış etkenlere karşı dayanımını artırır.

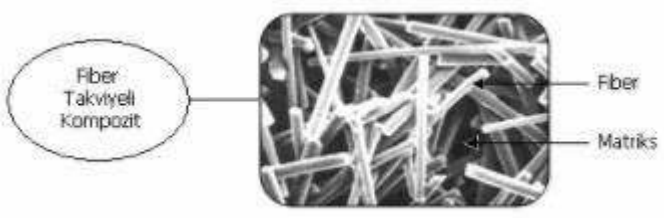
Dolgu malzemeleri: matrisin özelliklerini arttırma amacıyla kimyasal ve diğer katkı malzemelerinin kullanılmasını içermektedir. Yanma geciktirici, yağlayıcı ve oksit giderici gibi amaçları mevcuttur. [3]

1.1.1. Elyaf Tipine Göre Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler kendi içlerinde de elyaf çeşitlerine göre sınıflandırılmaktadır.

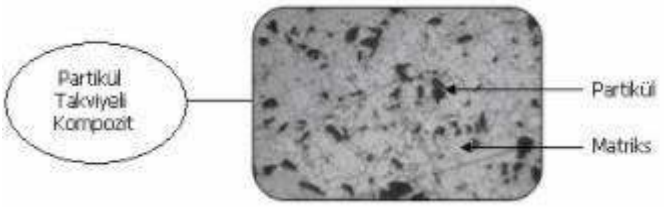
Şekil 1 Elyaf çeşidine göre kompozit malzemeler

Elyaf takviyeli: Bu tür kompozitler, birçok özelliklerde artış sağlayan, yüksek etkinliği olan liflerin ilavesiyle elde edilirler. Mühendislikte kullanılan malzemelerin pek çoğu fiber şeklinde üretildiklerinden mukavemet ve rijitlikleri kütle halindeki değerlerinden çok üst düzeyde olabilmektedir.



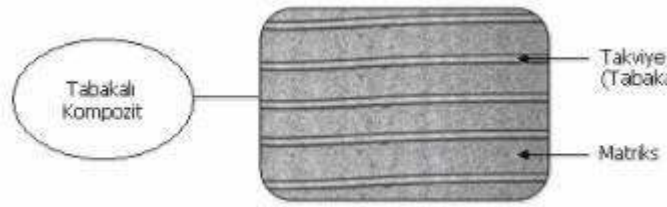
Şekil 2 Fiber takviyeli kompozit SEM görünümü

Parçacık takviyeli: Bir matris malzeme içinde başka bir malzemenin parçacıklar halinde bulunması ile elde edilirler. Malzemenin mukavemeti parçacığın mukavemetine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.



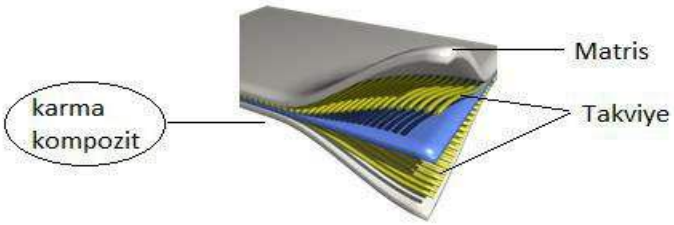
Şekil 3 Partikül takviyeli kompozit SEM görünümü

Tabakalı: Tabakalı kompozit yapı, en eski ve en yaygın kullanım alanına sahip olan tiptir. Bu tür kompozitler farklı özelliklere sahip en az iki tabakanın kombinasyonundan oluşur. Çok değişik kombinasyonlarla tabakalanmış kompozitlerin üretimi mümkündür.



Şekil 4 Tabakalı kompozit SEM görünümü

Karma: Metal, seramik ve polimerlerden iki ya da daha fazla malzemenin bir araya getirilmesi ile oluşan malzemelerdir. Kompozit malzeme ile bir malzemenin tek başına sergileyemeyeceği özelliklere ve de kendisini oluşturan malzemelerin en iyi özelliklerine sahip olan bir malzemenin üretilmesi amaçlanır. [3]



Şekil 5 Karma kompozit

1.1.2. Matris Malzemesine Göre Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler matris malzemelerine göre 3 kategoride incelenirler. Bunlar; metal matrisli, polimer matrisli, seramik matrisli kompozitlerdir. Yaygın olarak polimer matrisli malzemelerin kullanımı tercih edilmektedir.

Şekil 6 Matris malzemesine göre kompozit malzemeler.

Polimer matrisli: Polimer matrisli kompozitler kendi içlerinde Termoplastik ve Termoset matrisli kompozitler olmak üzere iki ana başlık altında incelenirler.

Termoplastik matrisli kompozitler; ısıtıldığında yumuşar ve şekillendirildikten sonra soğutulduğunda sertleşir. Bu işlem sırasında plastiğin mikro yapısında herhangi bir değişiklik söz konusu değildir.

Termoset matrisli kompozitler; bu tip plastiklerde ise ısıtılıp şekillendirildikten sonra soğutulduklarında artık mikro yapıda oluşan değişim nedeniyle eski yapıya dönüşüm mümkün olmamaktadır.

Metal matrisli: matris malzemesi metalik olan malzemeler kırılganlık özelliğine sahip olsalar dahi yüksek sıcaklıklarda çalışabilme özelliğine sahiptirler. Bu malzemelerde asıl aranan özellikler ise matris ve fiber yapılarının uyumlu olmasıdır. Her iki yapı metalik olursa yüksek sıcaklık dayanımı ve yüksek mukavemet özellikleri elde edilebilir.

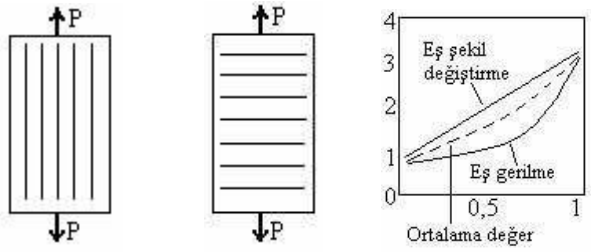
Seramik matrisli: Metal veya metal olmayan malzemelerin birleşimlerinden oluşan seramik kompozitler, yüksek sıcaklıklara karşı çok iyi dayanım göstermekle birlikte, rijit ve gevrek bir yapıya sahiptirler. Ayrıca elektriksel olarak çok iyi bir yalıtkanlık özelliği de gösterirler. [3]

1.2. Kompozit Malzemelerin Mekanik Davranışı

Kompozit malzemelerin mukavemetini belirleyen en önemli unsurlardan biri liflerin kuvvet yönüne yaptığı açıdır. Lifler kuvvet yönüne dik, paralel ya da rasgele dağılmış biçimde bulunabilirler. Yönlenmiş lifler anizotrop olurken rasgele lifler ise izotrop durumdadır.

Liflerle kuvvet birbirine paralel ise liflerle matris aynı miktarda şekil değiştirir. Buna eş şekil değiştirme hali denir. Martisin elastisite modülü E_m, liflerini elastisite modülü E_f ve liflerin hacimsel oranı V_f ise kompozitin paralel doğrultudaki bileşke elastisite modülü;

$$E_k = E_f * V_f + V_f (I- E_m) \text{ olur.}$$



(a) **(b)** **(c)**

a) Ek şekil değiştirme hali (Paralel lifler)
b) Eş gerilme hali (Dik lifler)
c) Elastisite modülünün kompozitin bileşim oranı ile değişimi (Rast gele lifler)

En uygun kompozit yapısında lifler kuvvet doğrultusunda paraleldir.

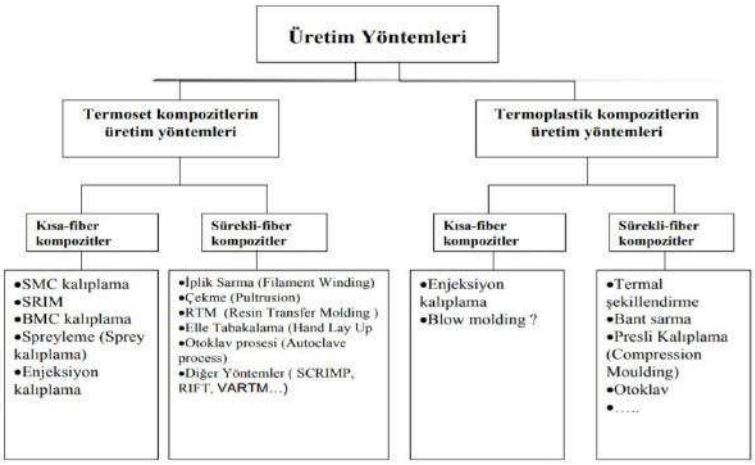
Liflerin kuvvet yönüne dik olduğu hallerde makro ile lifler aynı yükü taşır. Eş gerilme hali bilinen bu yükleme karşısında kompozitin elastisite modülü;

$$E_k = \frac{E_m E_f}{E_m V_f + (1 - V_f) E_f}$$

Kompozit malzemenin çekme mukavemeti liflerin kopması ile sona erer. En uygun kompozit yapısında lifler kuvvet doğrultusuna paraleldir. E_f ,T_f liflerin çekme mukavemeti, T_m liflerin koptuğu andaki şekil değiştirme için matristeki gerilme ve V_f liflerin hacimsel oranı ile kompozitin çekme mukavemeti.[4]

$$T_k = T_f \quad V_f + (1 - V_f) T_m \text{ olur.}$$

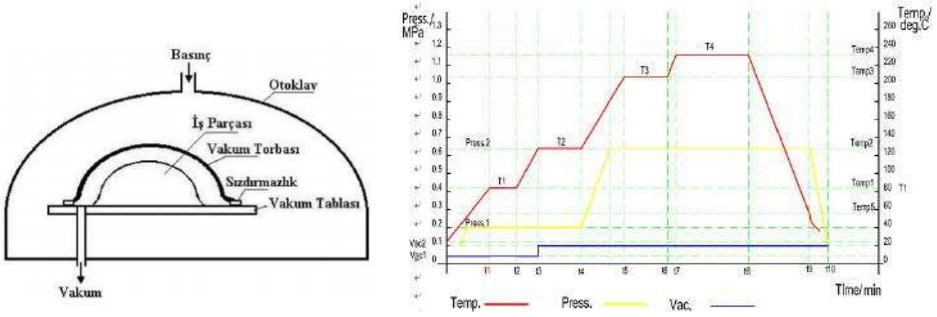
1.3. Kompozit Malzeme Üretim Yöntemleri



Şekil 7 Kompozit malzemelerin üretim yöntemleri

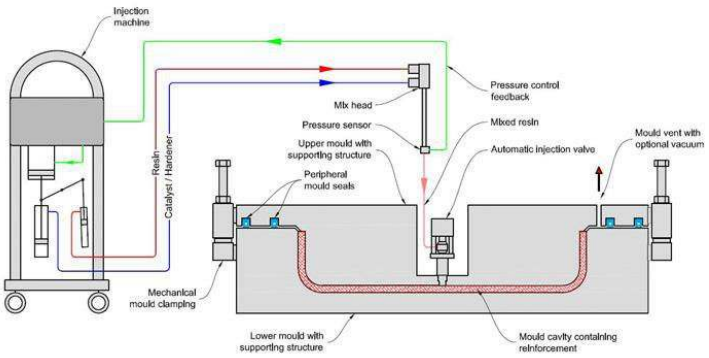
Kompozit malzemeler kullanılacağı yere ve istenilen mekanik özelliklerine göre çeşitli üretim yöntemlerine ayrılırlar. Şekil 7'de gösterilen üretim yöntemlerinden çoğunlukla; Otoklav, RTM, Elle tabakalama ve iplik sarma kullanılmaktadır.

Otoklav: Vakum torbası yönteminden farkı üretimin basınçlı bir metal içerisinde yapılması ve bir üst basıncın parça üzerine tatbik edilmesidir. Azot gazı ile basınç sağlanır. Sertleşmenin hızlanması için otoklav (basınç kabı) bir fırın gibi ısıtılır veya içerisine sıcak gaz sirkle ettirilir.



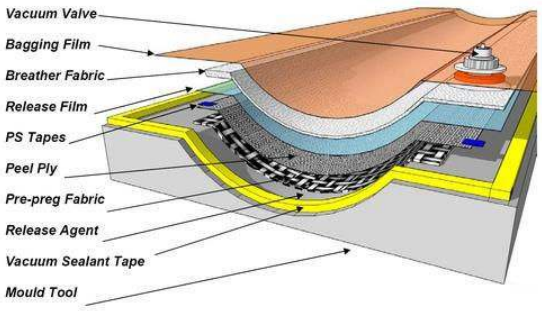
Şekil 8 Otoklav üretim yöntemi önemli parametreler

RTM: Kompozit üretim yönteminde elle yatırma sistemlere daha hızlı ve uzun ömürlü olmakla birlikte iki parçalı kalıp kullanmak gereklidir. Kalıbın kompozit malzeme ile yapılması çelik kalıp maliyetine göre daha düşük kalmasına sebep olur.



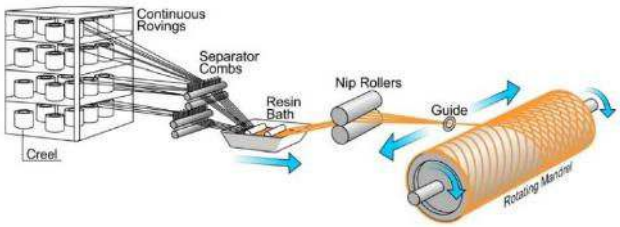
Şekil 9 RTM üretim yöntemi gösterimi

Elle Tabakalama: Elle yatırma olarak da bilinir. Dokuma veya kırpılmış elyaflarla hazırlanmış takviye kumaşları hazırlanmış olan kalıp üzerine elle yatırılarak üzerine sıvı reçine elyaf katmanlarına emdirilir. Elyaf yatırılmadan önce kalıp temizlenerek jel kot sürülür. Jel kot sertleştikten sonra elyaf katları yatırılır. Reçine ise kompozit malzemenin hazır olması için en son sürülür. Bu işlemde elyaf kumaşına reçinenin iyi nüfuz etmesi önemlidir. El yatırma tekniğinde en çok kullanılan polyester ve epoksi'nin yansıra Vinil ester ve fenolik reçineler de tercih edilmektedir. Elle yatırma yoğun işçilik gerektirmesine rağmen düşük sayıdaki üretimler için çok uygundur.



Şekil 10 Hand-Lay Up üretim Yöntemi gösterimi

İplik Sarma: Elyaf sarma yöntemi olarak da bilinir. Sürekli elyaf liflerinin reçine ile ıslatıldıktan sonra bir makaradan çekilerek dönen bir kalıp üzerine sarılmasıdır. Sürekli liflerin farklı açılarla kalıba sarılmasıyla farklı mekanik özelliklerde ürünler elde edilebilir. Yeterli sayıda elyaf katinin sarılmasından sonra ürün sertleşir. Ardından döner kalıp ayrılır. Bu yöntemle yapılan ürünler genellikle silindirik borular, araba şaftları, uçak su tankları, yat direkleri, dairesel basınç tanklarıdır. [5]



Şekil 11 Filament Winding üretim yöntemi gösterimi

1.4. Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları

1.4.1. Günlük Kullanım Alanları

Kompozit malzemeler hafiflikleri ve mukavemetli olmaları sebebiyle birçok alanda kullanımı tercih edilmektedir. Kompozit malzemeler günlük hayatta da ciddi bir Pazar payına sahiptir. Yaygın şekilde cam elyafı, cam, keçe ve cam dokuma ile polyester reçineden yapılan çeşitli ürünler kullanılmaktadır. Çay tepsisi, masa–sandalye, depo, küvet, tekne, bot ve otomotiv sanayi bu kompozitlerin uygulama örnekleridir. Ayrıca formika, baskılı devre plakası, elektrikçi fiberleri, spor malzemeleri ve araç şarjı atlama sırıkları, kaynak takımı, tenis raketi, yarış kanoları değişik birleşik malzemelerden yapılan ürünlerdir. [6]

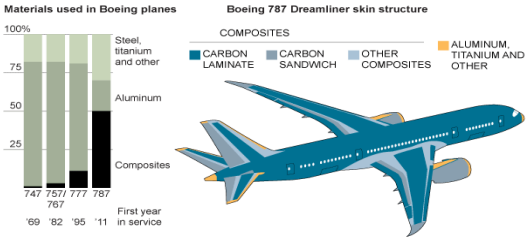
Şekil 12: (a) (b) (c)

(d) (e) (f)

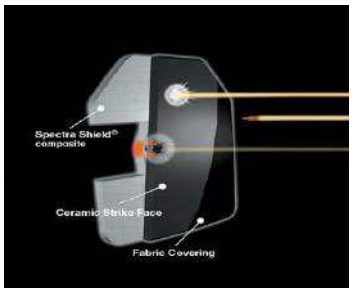
a) Bisiklet bağlantıları
b) Kesici takımlar
c) Keman çantası
d) Nike Ayakkabı tabanlığı
e) Rüzgâr gülü
f) Telefon aksesuarları (dış kaplama)

1.4.2. Savunma Sanayi'de Kullanım Alanları

Kompozit malzemelerin asıl geliştirilmesi hedeflenen ve yoğunluklu kullanıldığı alandan biri savunma sanayidir. Darbe dayanımı, tokluk, yüksek mukavemet, bazı yapılarında yanmaz geciktirici özelliği, en önemlisi de hafifliği sebebiyle asgari alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok ülke tarafından kullanımı zorunlu hale getirilmiş kompozit malzemeler uçak, gemi, silah yapımı, füze başlıkları ve kasklar dahil olmak üzere birçok kullanım yeri mevcuttur. Türkiye ve diğer dünya ülkeleri bu konuya oldukça akademik yaklaşmakla kalmayıp, üretim yöntemleri konusunda da oldukça ilerleme kaydetmiştir.



Şekil 13 (a) (b)



(c) (d) (e)

a) Yolcu uçakları
b) Savaş uçakları
c) Kasklar
d) Vücut zırhı
e) Roket başlığı

1.4.3. Otomotiv Sektöründe Kullanım Alanları

Otomotiv sektörü kompozit kullanımı için oldukça geniş bir alana sahiptir. Henüz kullanımı konusunda net fikirler edinilemeyen tek parçası motoru olarak görünen otomobillerin, hemen hemen bütün parçalarında kullanımı denenmiş ve geliştirilmeye açılmıştır.

Araçların tüm donanımları içinde motor, malzeme değişiminin en az mümkün olduğu kısımdır; ancak bu konuda da araştırmalar yapılmıştır. 1980'lerde, Ford ve Amerikan Polymotor tarafından yürütülen araştırmada Torlon adı verilen polimerden bir motor yapılmıştır. Polyamide-polyimide adı verilen kimyasal bir sistemle üretilen Torlon, PEEK ile aynı grup polimerler içindedir. Polyamide-imid'ler, mukavemet ve ısı dayanımı gibi özelliklerini iyileştirmek üzere ısıl yöntemlerden önce enjeksiyon kalıplamaya uygundur. [7]

Şekil 14 Polymotor

Polymotor'un geliştirdiği ve Ford'un o dönemde 2.3 L'lik modelinde kullanılan motorun gövdesi, rotları ve piston etekleri Torlon; silindir kovanı, yanma odası kafası, yatakları, valfleri nin malzemesi ve krank mili metalidir. Standart bir motor 190 kg iken bu motorun ağırlığı 70 kg'dır ve 11,000 d/dak'da 318 BG üretebilmektedir. Ancak maliyetler sebebiyle geliştirilememiştir. [7]

İnovatif düşünebilen her birey veya firma kompozit kullanımı ulaşım sektöründe birçok alanda denemiştir. Bisikletlerin gövdeleri, patenler, vücut/eklem koruma parçaları, jant yapımı, egzozlar ve daha birçok alanda kompozit kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Dünya çapında otomotiv sektörünün öncüleri kompozitin bu yepyeni pazarından pay edinmeye çalışmaktadır.

Şekil 15 Ağırlık azaltma

- Cam sileceği; %30 cam+ RBT
- Filtre kutusu: Mercedes, %35 Cam+ Poliamid 66
- Pedallar; %40 Cam+ Poliamid 6
- Dikiz Aynası; %30 Cam+ ABS
- Far Gövdesi; BMW, %30 Cam+PBT
- Hava Giriş Manif oldu; BMW, Ford, Mercedes, %30 Cam+ Poliamid 6
- Otomobil Gösterge Paneli; GMT
- Otomobil Spoiler; CTP
- Otomobil Yan Gövde İskeleti; Ford, CTP
- Otomobil Kaporta; Corvette, SMC

Şekil 16 Porsche Spyder Frame

Şekil 16' da gösterilen Porsche Spyder Frame kompozit gövdenin otomotivdeki inovatif yaklaşımını göstermektedir. Otomotiv sektöründe kompozit kullanım amacı, aracı oluşturan iskeleti hafifletmek ve darbe dayanımını arttırmaktır. Akışkan dinamiği de baz alınarak aracın hızlanma süresi, yakıt verimi yine kompozit malzemenin kullanımına göre değişebilmektedir

Şekil 17 Porsche Carrera GT

Türk Otomotiv Endüstrisi'nde 1960'lı yıllarda Anadol otomobillerin kaportasında kompozit kullanılmıştır. Bu kullanım daha sonra 1970'li yıllarda otobüs, kamyon ve hafif ticari araçların üretimine ışık tutmuştur.[8]

Şekil 18 Kompozit Parçalar

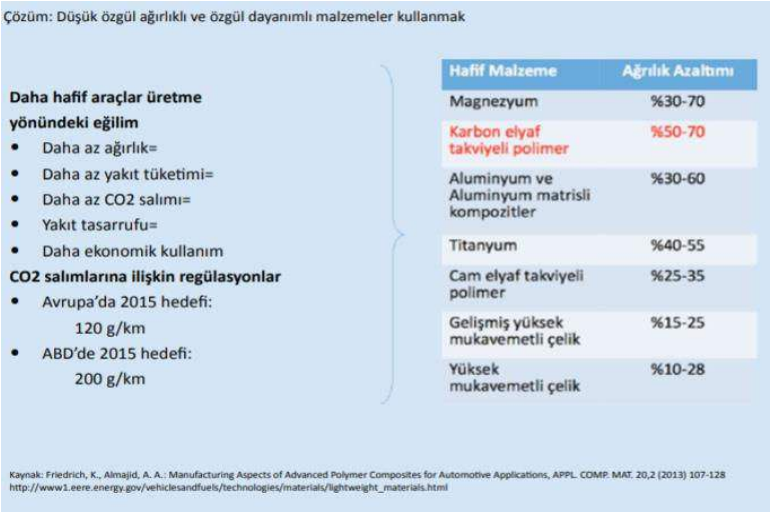
Şekil.18'de arabada kullanılan muhtemel kompozit malzemeler gösterilmiştir. Kompozit malzemelerin yoğunlukları çelik malzemelere göre daha düşüktür ve kaza esnasında araçların birbirlerine ve insan hayatına tehlikesi daha az olmaktadır. Bunun yanında kompozit malzemelerin barındırdıkları kinetik enerji metallere göre daha az olduğundan darbe esnasında emilmesi gereken enerji de minimum seviyelerde olmaktadır. Otomotiv endüstrisinde kullanılan metalik malzemeler kendi bünyelerinde hafifletme çabalarına girse de cidar kalınlığının düşük olması dayanım özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Örn: Hafifletmek için kullanılan daha ince sac malzemeleri rijitlik konusunda yetersiz kalmıştır. Bu yeterlilik ve limitler otomotiv endüstrisini farklı yapıdaki malzeme seçimine yöneltmiştir.

Kompozit malzemelerinin üretim yöntemleri diğer malzemelere oranla daha uzun sürelerde gerçekleştiği için otomotiv sektörü tarafından her ne kadar yavaş ilerleme sergilese de yenilikçi bakış açısına sahip her firma bu uzun süreleri kısaltma yoluna girmiş ve böylece kompozit üretim yöntemleri Türkiye ve hatta dünya çapında yaygınlaşmaya başlamıştır.

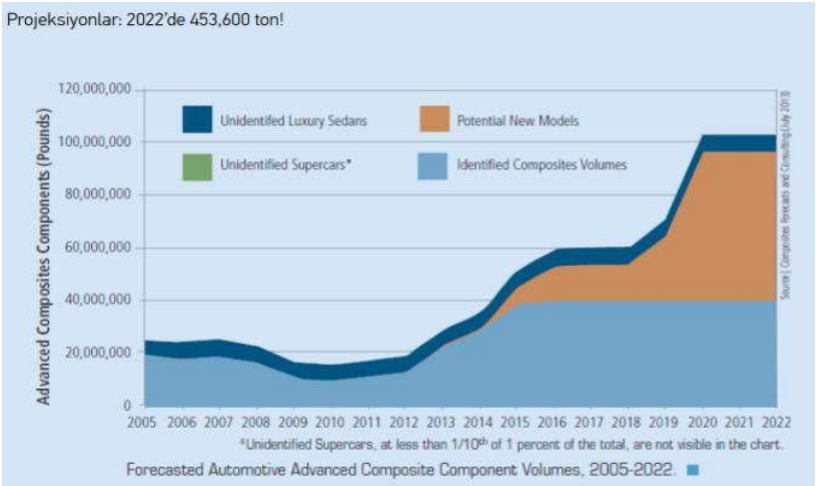
Grafik 1 Otomotivde Kompozit Malzeme Penetrasyonu

Hızla büyüyen nüfus artımı otomotiv pazarın büyümesini sağlamış ve daha fazla otomobil ihtiyacı duyulmuştur. Çeşitliliğin fazla olması müşteri isteklerini de geliştirmiştir. Kompozit malzeme kullanımı otomobil birim fiyat başına daha maliyetli olmasına karşın harcanan yakıt miktarı hesaplandığında toplamda daha makul fiyatlara tekabül ettiği gözlenmiştir.

Kompozitler ana sanayilerin sürdürülebilir gelişim ve büyümesini desteklemekte ve onların gelecekteki taleplerini karşılamalarında anahtar rol oynamaktadır. [8]



Şekil 19 Otomotivde Kompozit Kullanımı Yönünde Temel Etkiler [8]



Grafik 2 Otomotivde İleri Kompozit Kullanımı [8]

3. SONUÇ

Yukarıda belirtilen parametreler göz önünde bulundurularak Dünya çapında ve Türkiye de Kompozit pazarında haklı bir rekabetin olduğu kanısına varılabilir.

Birçok firma kompozit sektörüne büyük veya küçük ölçekte yatırım yapmaya başlamıştır. Bugünün ve geleceğin en büyük pazarlarından olan kompozit sektörü şimdiki pazarın en el yakan malzeme türleri olarak anılsa da öngörülen süreler içerisinde dünya çapındaki hemen her araçta zorundalık haline gelecektir. Bu yaklaşımlar göz önünde bulundurularak kompozit malzemelerin geliştirilmeye çok açık bir malzeme yelpazesi olduğu söylenebilir. Fakat malzeme grupları içerisinde üretim parametrelerinin üretim yöntemine bağlılığı gelişimi süresinde yavaşlamaya yol açmaktadır. Bunun yanı sıra fiyat yelpazesinin geniş olması kompozit malzemelere yaklaşımları da sınırlı kılmaktadır.

TERİMLENDİRME

RTM: Reçine Transfer Metodu

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu (Scan Electron Microscope)

PEEK: Poli Eter Eter Keton

ABS: Anti-Kilitleme Fren Sistemi (Anti-Lock Braking System)

CTP: Cam elyaf Takviyeli Polimer

KAYNAKÇA

[1] Sakarya Meslek Yüksekokulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü Metalurji Programı, Kompozit Malzemeler Ders Notu. Doç. Dr. Adem ONAT Sakarya 2015

[2] Bilgi Ustam, Kompozit Malzemeler Hakkında Her şey.

[3] Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karbon Elyaf Takviyeli Epoksi Kompozit Malzemelerin Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi

[4] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Teknolojik araştırmalar, Kompozit Malzemelerin Mekanik Davranışı, 2004

[5] Dost kimya, Kompozit Malzemelerin Üretim Yöntemleri.

[6] Malzemebilimi.Net, Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları.

[7] Mühendix.Com, Haber Arşivi, Otomobillerde Çelik Yerine Daha Hafif Malzemeler, 2012

[8] Kompozit Sanayicileri Derneği, Composites Turkey, 8.sayısı, Eylül 2014

Maden Ocakları İçin Metal Mahfazalı Dökme Reçineli Kuru Tip Transformatör Tasarımı, Prototip İmalatı Ve Testleri

Abidin Tortum[1], Kübra Kocabey[2]
[1] Teknik Genel Müdür Yardımcısı
Transformatör Elektromekanik
03223944253/03223944255
[2] ARGE Merkezi Sorumlusu
Transformatör Elektromekanik
03223944253/03223944255
at@betatransformer.com, kubra@betatransformer.com

ÖZET

Ülkemizde yaklaşık olarak 9.000 maden ocağı bulunmaktadır. Bu ortamlar patlamaya müsait olup, en küçük elektrik kaçağında dahi facialara neden olabilmektedir. Ülkemizde ne yazık ki maliyetlerin düşük tutulması için aslında maden ocağında kullanılmaması gereken muhafazası ve exproof özelliği bulunmayan ve yangında sönmeyip körükleyen yağlı tip transformatörler kullanılmaktadır. Bu durum da, en küçük bir patlama ciddi sayıda ölümle neticelenebilmektedir

Gelişmiş ülkelerde, madenlerde meydana gelebilecek transformatör patlamasından kaynaklanan tehlikeleri engellemek için özel transformatörler kullanılmaktadır. Bu transformatörler, kuru tip reçine döküm teknolojisi kullanılarak üretilmektedir. Bu transformatörlerin en önemli özelliği gazlı ve havasız ortamlarda çalışabilmesidir. Ayrıca transformatörün koyulmuş olduğu dış kabin de yangın geçirmez özelliktedir. Bu transformatörler maden içerisine döşeli olan ray üzerinde hareket edebilme yeteneğine sahiptirler. Ocak içerisinde taşınırken 45 derece eğimlerle karşılaşılabilmekte olduğundan, sargıların ve mekanik parçaların özel dizayn edilmesi gerekmektedir.

Bu proje kapsamında, maden ocaklarında kullanılmak üzere yüksek güvenilirliğe sahip, patlamaya dayanıklı, exproof özelliği olan, ray üzerinde taşınabilen, taşımadan dolayı oluşacak titreşim ve sarsıntılardan etkilenmeyen, özel termal tasarım neticesinde belirlenen kabini bulunan dökme reçineli kuru tip transformatör ülkemizde ilk defa tasarlanarak geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Güç Elektroniği, Güç Aygıtları, Trafolar, Maden Ocakları

ABSTRACT

There are approximately 9,000 mines in our country. In mines, which by nature have an environment prone to explosions, there is a very low tolerance for leakage of electricity. Unfortunately, in our country, owing to the fact that the costs are kept low, oil type transformers are used which lack the protection and exproof feature that should not be used in the mine and therefore unsuitable for the conditions in aforementioned mines. In this case, the smallest explosion can result in a significant number of losses.

In developed countries, special transformers are used to prevent the hazards arising from the transformer burst which may occur in the mines. These transformers are manufactured using dry type resin casting technology. The most important feature of these transformers is that they can operate in environments with hazardous gases and without air. In addition, the outer cabin, where the transformer is installed, is also fireproof. These transformers have the ability to move on the rail paved inside the mine. Since 45 degree inclinations can be encountered while moving in the furnace, special designs of the windings and mechanical parts are required.

Within the scope of this project, requirements which came from the conditions in mines, such as high reliability, fire resistance, being exproof, portability and resistance to vibrations occurring during transportation have all been considered while designing and developing the cast resin dry type transformer and its custom enclosure with unique thermal properties for the first time in Turkey.

Key words: Power Electronics, Power Devices, Transformer, Mines

1. GİRİŞ

Beta Transformatör ‘ün ana faaliyet alanı Yağlı Tip Dağıtım Transformatörü, Güç Transformatörü ve Kuru Tip Transformatör imalatıdır. Adana Hacı Sabancı Organize Sanayi Bölgesi'nde 9. 000 m2 kapalı, 15.000 m2 açık alan olmak üzere toplam 24 000 m2 alanda hizmet vermektedir.

Ülkemizde yaklaşık olarak 9.000 maden ocağı bulunmakta, günde 50.000 işçi yer altına maden ocağına girmektedir. Bu ortamlar patlamaya müsait olup, en küçük elektrik kaçağında dahi facialara neden olabilir. Ülkemizde ne yazık ki maliyetlerin düşük tutulması için aslında maden ocağında kullanılmaması gereken mahfazası ve exproof özelliği bulunmayan ve yangında sönmeyip körükleyen yağlı tip transformatörler kullanılmaktadır. Bu durum da, en küçük bir patlama ciddi sayıda ölümle neticelenebilmektedir.

Son zamanlarda yaşanan Soma faciası gözlerin bu sektöre çevrilmesine neden olmuş ve maden ocaklarında kullanılan transformatörlerin daha güvenli ve exproof olarak tasarımı ön plana çıkmıştır. Firmamız insan hayatı açısından önemli bu eksikliği görerek maden ocağında kullanılmak üzere mahfazalı exproof kuru tip transformatör geliştirme kararı almıştır.

Geçmişte maden ocaklarında büyük güçlere ihtiyaç duyulmadığı için ocağın içerisine transformatörler indirilmemekte, kablo ile alçak gerilimde enerji dışarıdan taşınmaktaydı. İnsan gücünden makine gücüne geçilmeye başlanmasıyla, ocağın içerisinde duyulan güç ihtiyaçlarında artış görülmeye başlanmıştır. Bu ihtiyaç ocak dışından alçak gerilimle enerjinin taşınmasında problemlere yol açmaya başlamıştır. Bu dezavantajı gidermek için maden ocakları içerisinde transformatör kullanımına ihtiyaç duyuldu. Maden ocağı transformatörlerinin ortaya çıkışı böyle gerçekleşmiştir.

Dünyada genellikle bu tip transformatörlerin orta gerilim kısmı ocağın uzunluğuna göre 1 kV ile 10 kV arasında değişmektedir. Bunun için ocak dışarısındaki orta gerilim dağıtım hattına bir düşürücü transformatör bağlanarak 1 kV ile 10 kV arasındaki gerilim elde edilmektedir. Bu gerilim

XLPE kablo ile ocak içerisindeki maden ocağı transformatörüne taşınmaktadır. Maden ocağı transformatörü gelen bu gerilimi 400 V alçak gerilime düşürülmektedir. Bu gerilim ile kullanılacak teçhizatlar beslenmektedir.

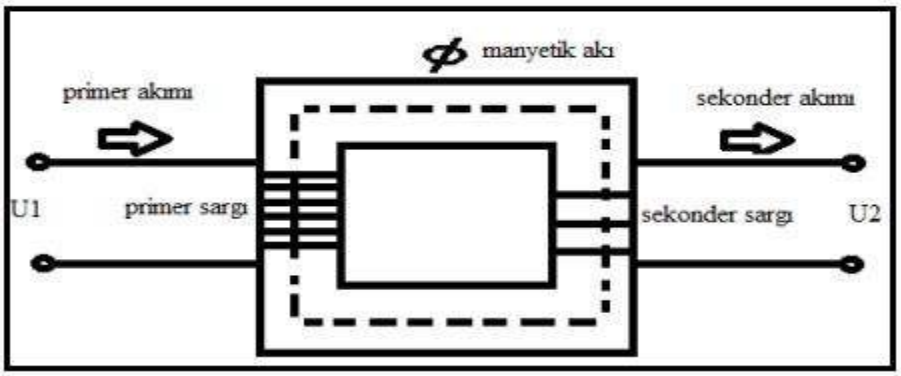
Bu transformatörler, kuru tip reçine döküm teknolojisi kullanılarak üretilmektedir. Bu cihazların en önemli özelliği gazlı ve havasız ortamlarda çalışabilmesidir. Ayrıca transformatörün koyulmuş olduğu dış kabinde yangın geçirmez özelliktedir. Bu transformatörler maden içerisine döşeli olan ray üzerinde hareket edebilmek yeteneğine sahiptirler. Ocak içerisinde taşınırken 45 derece eğimlerle karşılaşılabilmekte olduğundan, sargıların ve mekanik parçaların çok sağlam bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Ülkemizde ise maden ocaklarında, Yer altı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberinde ocaklar içerisinde kullanılması gereken transformatörün yağlı veya yağsız olması belirtilmediği için daha ucuz bir çözüm olan yağlı transformatörler kullanılmaktadır. 33 kV orta gerilim maden ocağı içerisine doğrudan alınmakta ve bu durum ocak içerisine önemli güvenlik açıklarına neden olmaktadır.

2. TRANSFORMATÖRLER İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Transformatörün temel işlevini 1831'de elektrik alanında ilk çalışmaları yapmakta olan ingiliz fizikçi Michael Faraday bulmuştur. Yüzyılın sonlarında değişken akımlı (a.c.) güç sistemleri tüm dünyada kullanılmaya başlanmış ve transformatörler elektrik iletim ve dağıtımında anahtar rolünü üstlenmişlerdir. [1] Transformatör 19.ncu yüz yılın başında geniş çapta geliştirilmiş ve kullanılmıştır. [2]

Transformatörler elektrik enerjisini bir elektrik devresinden diğerine frekansı değiştirmeden elektromanyetik indüksiyon yoluyla transfer eden statik cihazlardır.[3]

Transformatörler aynı zamanda belirli bir gerilimdeki elektrik enerjisini alçaltmaya veya yükseltmeye yararlar. Kullanıldıkları yer neresi olursa olsun, prensip bakımından daima aynıdırlar ve genel olarak yekdiğerine ve toprağa karşı izole edilmiş iki sargı ile üzerinde sargıları taşıyan demir çekirdekten oluşurlar. [4] Şekil 1’de transformatöre ait prensip şeması bulunmaktadır. Prensip şemasında sargıların yerleştirildiği nüve ve nüve üzerinde dolaşan akı görülmektedir.



Şekil 1: Bir fazlı transformatörün prensip şeması

Elektrik güç sistemlerindeki işlevinin dışında, transformatörler elektrikle çalışan birçok cihazın elemanıdır. Örneğin bir elektronik devrede düşük gerilim için transformatör gereklidir. [4]Bilindiği gibi elektrik doğru veya alternatif akım şeklinde üretilebilir. Doğru akımda yüksek gerilimli enerji iletimi son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Ancak bu konuda istenilen düzeye gelinememiş olup çalışmalar sürdürülmektedir.

3. PROJENİN AMACI

Projenin amacı;

* Ülkemize ithal edilen bu transformatörleri tamamen yerli kaynaklarla üreterek ithal ikamesi sağlamak,

*Ülkemizde ve yurtdışında yüksek bir satış potansiyeline sahip bu ürün ile ulusal ve uluslararası piyasalardaki pazar payımızı artırmak,

* Bu ürünle ürün yelpazemizi genişletmek, ayrıca kuru tip transformatör alanında da yeni ürünler için yeni projelerin başlatılmasını sağlamak,

Maden ocaklarında kullanılmak üzere yüksek güvenilirliğe sahip, patlamaya dayanıklı, exproof özelliği olan, ray üzerinde taşınabilen, taşımadan dolayı oluşacak titreşim ve sarsıntılardan etkilenmeyen, özel termal tasarım neticesinde kapalı bir bölgede çalışacak olan transformatör üzerindeki hot-spot sıcaklığını standartlarda verilen değerlerin altında tutacak dökme reçineli kuru tip transformatörü tasarlayarak geliştirmektir.

4. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNLERİ

Maden trafoları ülkemizde üretimi bulunmayan ve ithal edilen ürünlerdir. Bu proje ile ülkemizde ilk defa bu ürün üretilecektir. Dolayısıyla proje ile geliştirilecek olan bu transformatör hem ülkemiz hem de firma için yeni bir ürün niteliğinde olacaktır.

-Maden içerisinde mobil olarak kullanılan maden transformatörleri, patlamaya dayanıklı özel bir enclosure içerisinde bulunmak mecburiyetindedirler. Bu enclosure ayrıca maden transformatörünün soğutulmasında da kullanılacaktır. Ancak yer altında çalışan bu transformatörlerin soğutulması hava akışının ve dolayısıyla konveksiyon katsayısının normal şartlara göre az olması nedeni ile detaylı hesaplamalar ve tasarımlar gerektirmektedir. Bu nedenle bu tip transformatörler su soğutmalı veya cebri hava ile soğutulmaktadırlar.

-Bu transformatörlerde yanıcı kimyasal transformatör yağı bulunmaması gerekmektedir. Bu yüzden kuru tip olarak tasarlanmalıdır. Tasarlanacak kuru tip transformatördeki soğutma kanalı adedi ve sayısının arttırılması gerekmektedir. Akım yoğunlukları da gradient değerinin düşük olmasını sağlayacak şekilde transformatör tasarımı gerçekleştirilecektir.

-Bu projede dökme reçineli kuru tip transformatör tasarımı yapılacaktır. Bu sayede titreşime daha dayanıklı bir bobin yapısı sağlanacaktır. Bilindiği üzere dökme reçineli kuru tip transformatörlerde sargılar reçine içerisine gömüldüğü için kısa devre ve titreşim dayanımı daha

yüksektir. Bu avantaj bu proje ile sağlanacaktır.

-Titreşime karşı özel bir sıkıştırma tertibatı geliştirilmesi gereklidir. Bu proje ile ısıl genleşmelerden ve titreşimlerden meydana gelen yüksek genlikli deplasmanlara karşı koyacak yeni bir sıkıştırma düzeni de geliştirilecektir.

-Geliştirilecek olan transformatör F izolasyon sınıfına sahip olacaktır. Üretilecek transformatörün aşırı yüklenmelere dayanımı için sargı sıcaklığı 90 derece ile sınırlandırılacaktır.

-Maden içerisinde cebri soğutma neticesinde gereken konveksiyon katsayısının belirlenmesi çalışmaları üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilecektir.

-Proje kapsamında transformatörün konulacağı özel bir enclosure geliştirilecektir. Bu enclosure patlamaya dayanaklı olacak şekilde tasarlanacaktır.

Böylece maden içerisinde transformatör arızasından kaynaklanabilecek ve çalışanları olumsuz etkileyebilecek olaylar en aza indirilmiş olacaktır.

5. UYGULANAN ARGE YÖNTEMLERİ

Maden ocağı transformatörleri, exproof özellikte, metal mahfaza içerisine yerleştirilmiş kuru tip transformatörlerdir. Resim 1'de örnek bir maden ocağı transformatörü görülmektedir. Resimde görüldüğü gibi, yüksek gerilim girişleri, metal mahfaza içerisine alınmaktadır. Kablolar kuru tip transformatörün yüksek gerilim girişlerine bağlanmaktadır. Transformatörün alçak gerilim çıkışları şalt malzemeleri de yine mahfaza içerisinde bulunmaktadır.

Şekil 2 Örnek bir maden ocağı transformatörü

Proje Ar-Ge faaliyetleri üç aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada "Ön Araştırma, Altyapı Çalışmaları ve Tasarım" faaliyetleri gerçekleştirilmiş olup, ulusal ve uluslararası standartların üründen beklentileri araştırılmıştır. Ön araştırma aşamasında özellikle yoğun olarak bu tip transformatörlerin soğutma hesapları, geliştirilecek olan kuru tip transformatörün yanma esnasında çıkaracağı ısının F1 standartlarına uyması için gereken önlemler ve reçine sisteminin belirlenmesi çalışmalarına odaklanılmıştır. Ayrıca, olası bir arızada transformatörün içerisine konulacağı enclosure

(muhafaza)'un dinamik dayanım hesaplamaları da gerçekleştirilmiştir.

5. SONUÇ

Maden trafoları ülkemizde üretimi bulunmayan ve ithal edilen ürünlerdir. Bu proje ile ülkemizde ilk defa bu ürün üretilmiştir.

-Maden içerisinde mobil olarak kullanılan maden transformatörleri, patlamaya dayanıklı özel bir enclosure içerisinde bulunmak mecburiyetindedirler. Bu enclosure ayrıca maden transformatörünün soğutulmasında da kullanılmıştır. Ancak yer altında çalışan bu transformatörlerin soğutulması hava akışının ve dolayısıyla konveksiyon katsayısının normal şartlara göre az olması nedeni ile detaylı hesaplamalar ve tasarımlar gerektirmektedir. Bu nedenle bu tip transformatörler su soğutmalı veya cebri hava ile soğutulmaktadırlar.

-Bu transformatörlerde yanıcı kimyasal transformatör yağı bulunmaması gerekmektedir. Bu yüzden kuru tip olarak tasarlanmalıdır. Tasarlanacak kuru tip transformatördeki soğutma kanalı adedi ve sayısının arttırılması gerekmektedir. Akım yoğunlukları da gradient değerinin düşük olmasını sağlayacak şekilde transformatör tasarımı gerçekleştirilmiştir.

-Bu projede dökme reçineli kuru tip transformatör tasarımı yapılmıştır. Bu sayede titreşime daha dayanıklı bir bobin yapısı sağlanmıştır. Bilindiği üzere dökme reçineli kuru tip transformatörlerde sargılar reçine içerisine gömüldüğü için kısa devre ve titreşim dayanımı daha yüksektir. Bu avantaj bu proje ile sağlanmıştır.

-Titreşime karşı özel bir sıkıştırma tertibatı geliştirilmesi gereklidir. Bu proje ile ısıl genleşmelerden ve titreşimlerden meydana gelen yüksek genlikli deplasmanlara karşı koyacak yeni bir sıkıştırma düzeni de geliştirilmiştir.

-Geliştirilmiş olan transformatör F izolasyon sınıfına sahiptir. Üretilecek transformatörün aşırı yüklenmelere dayanımı için sargı sıcaklığı 90 derece ile sınırlandırılmıştır.

-Maden içerisinde cebri soğutma neticesinde gereken konveksiyon katsayısının belirlenmesi çalışmaları üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

-Proje kapsamında transformatörün konulacağı özel bir enclosure geliştirilmiştir. Bu enclosure patlamaya dayanaklı olacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece maden içerisinde transformatör arızasından kaynaklanabilecek ve çalışanları olumsuz etkileyebilecek olaylar en aza indirilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] BODUROĞLU, T. (1981). *Elektrik makineleri Dersleri Cilt 1, Transformatörler.* İstanbul: Beta Basım.

[2]EREN, U. (2008). SF6 Gazlı Transformatörler ile Yağlı Transformatörlerin Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi,Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

[3] İLKKAHRAMAN, M. (2008). Güç Transformatör Arızalarının İncelenmesi. *Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

[4] MAHMOUD, S. (2008). Yağlı Dağıtım Transformatörlerinde Kayıpların Hesaplanması. *Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Türkiye'nin İnovasyon Çerçevesinin Pazarlama İnovasyonu Üzerinden İncelenmesi

Ar. Gör. Hediye Yürüyen[1]
Ar. Gör. Elçin Yeşil[2]
Öğr. Gör. Canan Koçer[3]

[1] İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi/İşletme Bölümü/ Okan Üniversitesi
0 (216) 677 16 30 –2576
hediye.yuruyen@okan.edu.tr
[2] İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi/ İşletme Bölümü/ Okan Üniversitesi
0 (216) 677 16 30 – 2601
elçin.yesil@okan.edu.tr
[3] İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi/ İşletme Bölümü/ Okan Üniversitesi
0 (216) 677 16 30 - 3808
canan.kocer@okan.edu.tr

ÖZET

Günümüzde rekabet; üretimde hızlılık, verimlilik ve esnekliğe dayanmaktadır. İşletmeler bu rekabet ortamında sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamak zorundadır. Bu sebeple işletmelerin inovatif olma konusu önemli hale gelmiştir. Ürün ve hizmetlere odaklanmış olan, ihtiyaçlara yönelik, ticaretleştirilebilen, sürekliliği olan inovasyon, yaşam kalitesini ve refah düzeyini arttırır. Bunun yanında ekonomik ve sosyal fayda yaratan değerlerin ürünüdür. İnovasyon, işletmelerin kurumsallaşmasını, markalaşmasını, müşteri sadakatinin sağlanmasını ve Ar-Ge'ye yönelmelerini sağlamaktadır.

İşletmeler tarafından yapılan; ürün, süreç, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyon etkinlikleri, tüm birimlerin değerlerini arttırarak rekabet avantajı sağlamaktadır. Pazarlama inovasyonu, ürünlerin müşterilere daha cazip gelmesi için tasarlanması ve pazarlanmasıyla, şirketlerin hem pazar paylarını hem de rekabet gücünü arttırmada katkı sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmada, Türkiye'nin inovasyon çerçevesinin pazarlama inovasyonu üzerinden incelenmesi ve pazarlama amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: İnovasyon, Yenilik Araştırması, Pazarlama İnovasyonu, Teknoloji, Rekabet

ABSTRACT

Today's competition based on speed, efficiency and flexibility in production. Companies have to provide sustainable competition advantage in this competition area. So being innovative became significant. Innovation which is commercialized, focuses on product and service and continues increases the quality of living and level of welfare. Also innovation is set of values what creates economic and social benefit. İnnovation provide to companies being institutionalization and branding, customer loyalty and tendency of R&D.

Activities of product, process, marketing and organizational innovation that is made by companies provide competitive advantage while increased the value of all department. Marketing innovation contributes to increase both companies' market share and competitiveness by designing and marketing of product to become attractive to customers. Hence, in this study it is aimed to investigate Turkey's innovation framework over marketing innovation.

Key words: Innovation, innovation research, marketing innovation. Technology, competition

1 GİRİŞ

Küreselleşmeyle birlikte işletmeler rekabeti daha fazla hissetmektedir. Günümüzde rekabet avantajının tek belirleyicisi ise maliyetler değildir. Böylesine zorlu bir rekabet ortamında ayakta

kalabilmenin şartı, sürekli değişime ayak uydurarak yenilemektir. Yenilik günümüzde bir organizasyonel beceri olarak görülmektedir. Yeniliği takip eden işletmeler rekabet gücünü artırmakta, satış ve karlılıkta önemli avantajlar elde etmektedir. Bu noktada müşteriler tarafından değeri olan ve rakip işletmelerden farklı ve yeni ürünler ile süreçlerin iyileştirilmesi, farklı pazarlama teknikleri ve bunlar için organizasyonel planlamalar doğrultusunda inovasyona ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bunları gerçekleştirebilen ülkeler mevcut yaşam standartlarını yükselterek büyük rekabet avantajı kazanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı pazarlama-yenilik ilişkisini ve günümüzdeki gelişimini sektörler arası farklılıkları ile açıklamaktır. Çalışma kapsamında pazarlama alanında yapılan yeniliklerin net bir çerçevesinin verilmesi sağlanmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada inovasyon ve pazarlama kavramları açıklanmış, son bölümde ise çalışmanın ana amacına hizmet eden pazarlama inovasyonundan bahsedilmiş ve detaylı bir şekilde pazarlama inovasyonu ile ilgili grafikler yorumlanıp sonuca bağlanmıştır.

2 PAZARLAMA

İşletmenin fonksiyonlarından biri olan pazarlama, işletmenin toplum ile arasında faydalı değişim ilişkisi yaratmak ve sunmak amacıyla ürün, hizmet ve fikir geliştirerek toplumun istek ve gereksinimlerinin çift taraflı tatminin sağlandığı faaliyetler bütünüdür [1]. Bu bağlamda pazarlama tüketici ile işletme arasında tüketicinin istek ve ihtiyaçlarının algılanarak yanıtlandığı bir kanal görevindedir. Pazarlama; bireylerin ve grupların ihtiyacı oldukları ve istedikleri şeyi elde edip, ürün ve değer yaratarak başkalarıyla paylaşımlarda bulundukları sosyal ve yönetsel süreç olarak tanımlanmaktadır [2]. Pazarlama; kişilerin veya grupların istek ve ihtiyaçlarının tatminine yönelik yürüttüğü ürünlerin, hizmetlerin fiyatlandırılması, tutundurulması, dağıtılması ve geliştirilmesi faaliyetleri toplamıdır [3]. Pazarlama sadece satış yapmak anlamına gelmemektedir. Satış, ürün üretildikten sonra gerçekleşirken pazarlama ürün üretilemeden önce süreç olarak başlamaktadır [2]. Yapılan tanımlar doğrultusunda pazarlama etkinlikleri çeşitli aşamalarla günümüzdeki halini almıştır. Aşağıda Tablo 2'de pazarlamanın gelişimi dönemler halinde verilmektedir.

Tablo 1 Pazarlamanın Gelişimi

	Yaklaşım	**Odak**	**Amaç**
Geleneksel Pazarlama Anlayışı	Üretim (1880-1950)	Üretim	-Üretimin arttırılması -Maliyetlerin düşürülmesi ve Kar Max.
	Ürün (1930-1950)	Ürünler	-Ürün kalitesinin arttırılması ve Kar Max
	Satış (1950- 1980)	Satışlar	-Promosyon ve satış arttırıcı çabalar yoluyla satışların arttırılması ve Kar Max
Modern Pazarlama Anlayışı	Pazarlama Yönetimi (1970- Günümüze)	İstek ve İhtiyaç	-Tüketici yönlülük -Bütünleşik pazarlama çabaları -Uzun dönemde karşılığı sağlayacak değişim ilişkileri
	Sosyal Pazarlama (1970- Günümüze)	Toplum	-Pazarlama anlayışı+ Toplumsal refah
	İlişkisel Pazarlama (1990- Günümüze)	Paydaşlar	-Pazarlama anlayışı+ Toplumsal refah+ Karşılıklı değer yaratacak uzun vadeli değişim ilişkileri

Kaynak: *Erdoğan, 2014: 10 [4].*

Pazarlamadaki değişimler, tüketicinin eğitim, bilgi ve iletişim seviyelerinin artışıyla, ekonomik ve küresel değişimi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak meydana gelmiştir. Bu süreçte, pazarlamanın her alanında bu değişimi hissetmek mümkündür. Pazarlamanın tanımı, pazarlamanın işletmeler için rolü ve pazarlama bileşenleri de değişmiştir. 19. Yüzyılda ürün odaklı anlayış söz konusuyken firmalar, ürünlerini üretip tüketicilerin satın almalarını beklemekteydiler. Ancak değişimle beraber ürün yerine müşteri, firmaların odak noktaları haline gelmiştir [5].

1900'lü yılların başından itibaren pazarlama araştırmalarının da gelişmesiyle birlikte ürünleri sınıflandırma üzerine odaklanılmıştır. Ucuz ve günlük hayatta kullanılan ürünler sık sık satın alınırken

mobilya, televizyon, beyaz ev eşyaları veya özel ürünler satın alınırken daha farklı davranılmaktadır [6]. 1920'li yıllarda üretim/ürün ve satış kavramlarına dayandırılan ve geleneksel pazarlama diye adlandırılan pazarlama anlayışı, 1930'lu yıllara gelindiğinde İkinci Dünya Savaşı'nın da etkisiyle beraber yavaş yavaş değişmiştir. İşletme stratejilerinin de önem kazanmasıyla pazarlama stratejileri ön plana çıkarak yeni yaklaşımların oluşumunu zorunlu kılmıştır [5]. 21'inci yüzyılın başlarında firmalar, ciddi bir ekonomik değişimin içinde kaldılar. Pazarlama bu zorlukların üstesinden gelmede firmalara finansal anlamda yardımcı olmuştur [7].

Teknolojik gelişmeler, küreselleşmenin gelişimine katkı sağlayarak Pazar kavramında da değişikliğe sebep olmuştur. Bu yeni pazarlamada, tüketici mal ve hizmetleri istedikleri zaman ve yerde satın alabilmektedir. Bununla birlikte müşterinin istekleri çeşitlenmiş ve beklentileri artmıştır. İşletmeler artık stratejilerinde müşteri odaklı olmak durumunda kalmışlardır [5]. Teknolojilerin ve inovasyonların pazarlama faaliyetlerinde kullanılmasıyla beraber dağıtım riski azalarak, elde edilen faydalar artmıştır [8].

Günümüzde, tüketiciyi ikna ederek ürün veya hizmetleri satın almaları amaçlanmaktadır. Bu yoğun rekabet ortamında tüketicilere odaklanarak onlarla direk iletişime geçilen, tüketicinin takibini sağlayan, kendini sık sık hatırlatan pazarlama faaliyetleri önemli hale gelmiştir [9].

İşletmeler, tüketicilere pazarlama faaliyetlerinin de yardımıyla değer sunmaktadır. İşletmelerde pazarlama fonksiyonu diğer fonksiyonlara nazaran daha çok müşteri ve insan ilişkileri ile ilgilidir. Müşteriler işletmelerin amaçları doğrultusunda yönlendirilirler. Pazarlamanın iki genel amacı vardır: birincisi; istek ve ihtiyaçların karşılanmasını sağlayarak yeni müşteriler kazanmak, ikincisi ise; mevcut müşterilerin tatmin ederek memnuniyetlerini ve sadakatlerini arttırarak daha değerli müşteriler haline getirmektir [3].

Pazarlama, büyük ya da küçük ölçekli işletmeler ayırt etmeksizin her biri için başarılı olma yolunda kritik bir öneme sahiptir. Kar amacı güden veya gütmeyen kuruluşlarda dahi modern pazarlama anlayışına uygun faaliyetler gerçekleştirildiği görülmektedir [4].

2.1 Pazarlama Karması Elemanları

Ürünler; fiziksel ürünler çoğu ülkenin üretim ve pazarlama çabalarının çoğunu oluşturur. Hizmetler; hizmetler ilerledikçe faaliyetlerin çoğu hizmet üretimine odaklanmıştır. ABD ekonomisi %70-%30 oranında hizmet-ürün üretmektedir [7]. Ülkemizde ise toplam üretim içinde tarımın %1.8, sanayinin %19.6, hizmet sektörünün ise %72.6 gibi bir paya sahip olduğu görülmektedir [10].

Tüketicilerin ihtiyaç ve istekleri, piyasadaki tekliflerle karşılanmaktadır. Pazar teklifleri sadece fiziksel ürünlerle sınırlı değildir. Aynı zamanda hizmetleri de içermektedir [11]. Pazarlama faaliyetlerindeki ürün ve hizmetlerin bu şekilde farklılaşması ürün ve hizmet pazarlama karması elemanlarını incelemeyi gerekli kılmıştır. Bu doğrultuda 4P'den oluşan pazarlama karması elemanları, ürün (product), fiyat (price), dağıtım (place) ve tutundurma (promotion)'dır. Ürün; pazarda tüketicinin talep ve ihtiyaçlarına karşılık sunulan, üretici firmaya kar sağlayan her türlü somut veya soyut kavramdır [9]. Ürün, fiziksel bir nesne olacağı gibi bir düşünce gibi soyut bir kavram da olabilir [8]. Fiyat; ürünün karşılığında konulan değerdir. Dağıtım; üretilen ürün veya hizmetin tüketiciye doğrudan veya dolaylı yoldan ulaştırma biçimidir. Tutundurma ise; bir marka veya ürünü tüketicinin zihninde konumlandırmak ve rekabet gücünü arttırmak için yapılan kişisel satış, reklam gibi tanıtım çalışmalarını kapsamaktadır. Ürün ve hizmet pazarlama karması elemanları birbirinden farklıdır [9]. Aşağıdaki tabloda hizmet pazarlaması karma elemanları ve tüketici açısından pazarlama karma elemanları görülmektedir.

Tablo 2 Üretici ve Tüketici Açısından Pazarlama Karması Elemanları

7P	7C
Product (Ürün)	Customer Value (Müşteri Değeri)
Physical Evidence (Fiziksel Olanaklar)	Confirmation (Onaylama)
Price (Fiyat)	Cost (Maliyet)
Place (Dağıtım)	Convenience (Kolaylık)
People (Hedef Kitle)	Consideration (Dikkate Alma)
Process (Süreç)	Coordination (Koordinasyon)
Promotion (Tutundurma)	Communication (İletişim)

Kaynak: *Öndoğan, 2010: 8- 11 [9].*

Yukarıda açıklanan 4P'ye ek olarak hizmet pazarlaması karmasında hedef kitle, süreç ve fiziksel olanaklar bulunmaktadır. Genel olarak ifade edilecek olursa ürün müşteride değer olarak algılanmakta, fiziksel olanaklar müşteriler onayladığı sürece anlam ifade etmekte, fiyat tüketiciler için bir maliyet unsuru olmakta, dağıtımın tüketiciler için kolaylık sağlayıcı özelliği bulunmakta ve işletmelerin hedef kitle stratejilerini gerçekleştirmesi için müşterilerinin dikkate alınarak özel hissettirilmesi, pazarlama faaliyetleri sürecine müşterilerin dahil edilmesi, tutundurma etkinlikleri ile sürekli olarak müşteriler ile iletişim halinde bulunulması gerekmektedir.

Pazarlamacılar, hedef kitleleri olan müşterilerine nasıl hizmet edeceğine, hangi yeni ürün veya hizmetin tasarlanacağına, hangi fiyatların belirleneceğine, ürünlerin nerede satılacağına veya hizmet sunabileceklerine, reklam, satış için ne kadar harcama yapacaklarına işletmeler rakiplerine oranla nasıl farklılaşacağına ve pazarda nasıl konumlanacağına iyi karar vermelidir [7],[3]. Yukarıda bahsedildiği üzere ürün ve hizmet tasarımından rakipler karşısında farklılaşmaya kadar tüm süreçler inovasyona adapte olmayı gerekmektedir.

3 İNOVASYON

Türkçede yenileşim anlamına gelen inovasyon kavramını, yenilik, yeni ürün oluşturma, yenileşim kavramlarından ayıran özellik, gerçekleştirilen yeniliğin ticarileştirilebilir olmasıdır. İnovasyon, ilk olarak iktisatçı ve politika bilimci olan Joseph Schumpeter tarafından "kalkınmanın itici gücü" olarak tanımlanmıştır. Schumpeter; inovatif işletmelerin ve kişilerin pazardaki dengeyi bozduğunu ve ekonomide dinamizm yarattığını vurgulamıştır [12]. Schumpeter'e (1934) göre inovasyon; müşteriler tarafından henüz bilinmeyen bir ürüne veya mevcut ürüne yeni özellikler kazandırılarak pazara sunulması; üretim yöntemlerinde farklı ve yeni uygulamalara başlanması; yeni bir pazar alanı yaratılması; ihtiyaçların tedariğinde yeni bir kaynak edinilmesi; bir sanayide yeni bir organizasyon oluşmasıdır [13]. Drucker'ın tanımıyla inovasyon girişimcilerin farklı bir iş veya hizmeti faydaya dönüştürmede özel bir aracıdır. İnovasyon, değişimin bir disiplin olarak sunulabilmesi, öğrenilebilmesi ve uygulanabilmesi kabiliyetidir [14]. Drucker'a göre inovasyon, yenilikten farklı olarak değer yaratır [15]. Bessant ve Tid'e göre ise inovasyon süregelmiş bir işin restorasyonu veya yeni başlanmış bir girişimin organize edilebilmesi ve yönetilebilmesi sürecidir [16].

İnovasyon bir diğer tanımlamaya göre, yeni olarak müşterilere geliştirilen ve pazarlanan bir düşünce, hizmet, ürün ya da teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Ürün inovasyonu, çeşitli ürün geliştirme faaliyetlerini kapsar. Ürün geliştirme, tamamen yeni ürünlerin geliştirilmesi, ürün yelpazesini veya sayısını arttırmayı kapsamaktadır. Yeni ürün geliştirme, pazarda daha önce sunulmamış olan yeni ürün değerlerini veya faydalarını tanımlama, oluşturma ve sunma sürecini içeren inovasyon eylemidir [2].

Elçi'nin tanımına göre ise "inovasyon en geniş anlamıyla, bilginin ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürülmesidir." Yaratıcı fikirler; sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, rekabet üstünlüğünü, yeni endüstrilerin oluşumunu, sosyal refahı, verimliliğin ve yaşam standartlarının artmasını sağladığı, istihdam yarattığı, girişimciliği desteklediği için inovasyon önemli bir rekabet aracı haline gelmiştir. İnovasyon teknik, ekonomik ve sosyal girdilerin yeni bir çıktıya dönüştüğü bir süreçtir. Bu nedenle

inovasyon firmalarda özellikle ürün, hizmet, dağıtım, pazarlama ve iş uygulanış yöntemlerinde uygulanabilir. Bu uygulamalar ürün, hizmet, süreç, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyon olarak sınıflandırılır [17].

Ürün İnovasyonu: Yeni bir ürünü tasarlayarak veya pazara işletmeler tarafından arz edilen ürünlerin özelliklerinde değişim meydana getirerek, ürünün pazara yeni halinin sunulmasıyla faydalanılan fırsatlardır. Ürün inovasyonu yalnızca yeni ve teknolojik bir ürün üretmek, icat yapmak anlamında değildir. Mevcut bir ürünü iyileştirmek, fiziksel özelliklerini değiştirmek ve ürünün sağladığı faydayı arttırmak da ürün inovasyonu kapsamındadır [18].

Hizmet İnovasyonu: Yeni ve fark yaratacak şekilde değiştirilmiş olan hizmet yaklaşımı, hizmetin sunum ve tüketiciye ulaşmasında farklı bir sistem geliştirilmesi; aynı zamanda hizmetin sunulması sürecine teknolojinin dâhil olmasıdır [17].

Süreç İnovasyonu: Süreç, girdilerin çıktılara dönüştürülmesi için yapılan faaliyetler dizisidir. İş süreçlerindeki performans ve verimliliği arttırmaya yönelik iş yapış yöntemlerinde yapılan radikal yenilik ve değişimler süreç inovasyonudur [19].

Pazarlama İnovasyonu: Seçilen pazara sunulan hizmet kalitesini arttırmak için hedef pazarın pazarlama karmasında yapılan yenilik ve değişimlerdir [20]. Pazarlama inovasyonu, potansiyel müşterilerle satın alma sürecinde gerçekleşecek olan etkileşimin farklılaştırılmasına yönelik bir inovasyon türüdür [21].

Organizasyonel İnovasyon: Yeni bir yöntemin işletmenin organizasyonel yapısında, dış ve iç çevre ile ilişkisinde uygulanması durumudur. İşletmenin departmanlar arası bilgi erişimi ve paylaşımının etkinleştirilmesi için çalışma ekiplerinin ilk kez oluşturulması, kurumlar arası ilk kez yapılan işbirlikleridir [22].

Kotler ve diğerlerine göre [2] bir inovasyonun benimsenmesini etkileyen beş özellik bulunmaktadır:

• ***Bağıl avantaj:*** İnovasyonun, mevcut ürünlerden daha üstün göründüğünün derecesidir.

• ***Uyumluluk:*** İnovasyonun, potansiyel tüketicilerin değerlerini ve deneyimlerini ne derecede etkilediğidir.

• ***Karmaşıklık:*** İnovasyonun anlaşılması veya kullanılmasının ne derece zor olduğudur.

• ***Bölünebilirlik:*** İnovasyonun sınırlı ölçüde nasıl denenebileceğidir.

• ***İletişim Kuralı:*** İnovasyonu kullanım sonuçlarının ne ölçüde gözlemlenebileceği veya başkalarına açıklanabileceğidir.

Hızlı değişimlerin olduğu günümüzde sürekli inovasyon bir zorunluluktur. İnovasyonu gerçekleştiren firmalar; yeni Pazar fırsatlarını yakalayabilir, risk alma konusunda olumlu tutum yaratırlar ve inovasyon sürecini sürdürürler [7]. İnovasyonu kabullenme süreci her biri kendi özelliklerine sahip beş farklı aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; bilgi, ikna, karar, uygulama ve doğrulama aşamalarıdır. Bilgi aşaması, bir kişinin inovasyondan haberdar olmasıyla ortaya çıkar. Bu aşamada iki tür insan bulunmaktadır; ilki bir soruna çözüm bulmak için çeşitli kaynaklara yönelen aktif arayıcılar, ikincisi ise pasif durumdaki kişilerdir. Pazarlamacılar etkili iletişim araçlarıyla pasif durumdaki kişileri haberdar edip onların dikkatini ürüne çekmelidirler. İkna aşamasında; insanlar inovasyon ile ilgili bir tavır veya fikir oluştururlar. Bu aşamada en önemli noktalardan birisi kullanılan kaynağın ve medyanın güvenilirliğidir. Karar aşaması, kişinin inovasyonu benimseyip benimsememesi konusunda olumlu veya olumsuz tutum sergilemesini içermektedir. Birey inovasyondan haberdar olabilir ve ona karşı olumlu bir tutumu olsa dahi inovasyonu reddedebilir [6]. Bu karar aşamasını çevresel ve kültürel etkiler, referans grupları, aile, sosyal sınıf gibi pek çok faktör etkili olabilmektedir. Eğer yeni ürün çevresel faktörlerin de etkisiyle tatmin edici olarak algılanırsa tüketiciler değişikliği kabul eder, ancak eğer durum tüketicinin şartlarına uymazsa değişime karşı direnç göstereceklerdir. Son aşamada birey uyum kararını doğrular ve güçlendirir [23],[24]. İşletmelerin satma eğilimde olduğu tüm inovasyonlar, tüketiciler tarafından faydalı olarak yorumlanmaktadır. Diğer bir deyişle

firmalar tarafından teşvik edilen inovasyonlar tüketiciler tarafından yaşam tarzı değişikliklerinde olduğu gibi algılanmaktadır [24].

Yeni teknojilerin geliştirilmesi ve sunulması yüksek maliyetli olduğu için pek çok firma önemli inovasyonlar yerine ufak tefek ürün geliştirmeleri yaparak saldırgan olmaktan çok savunmacı olmayı tercih etmektedir. Pazarlamacılar, değişen teknoloji ortamı ve yeni teknolojilerin müşteri ve insan ihtiyaçlarına nasıl hizmet edebileceğini anlamalı ve piyasa odaklı araştırmaları teşvik etmek için Ar-Ge çalışmalarına yoğunlaşmalı, inovasyonların oluşabilecek olumsuz sonuçlarına da dikkat etmelidirler [2].

4 PAZARLAMA İNOVASYONU

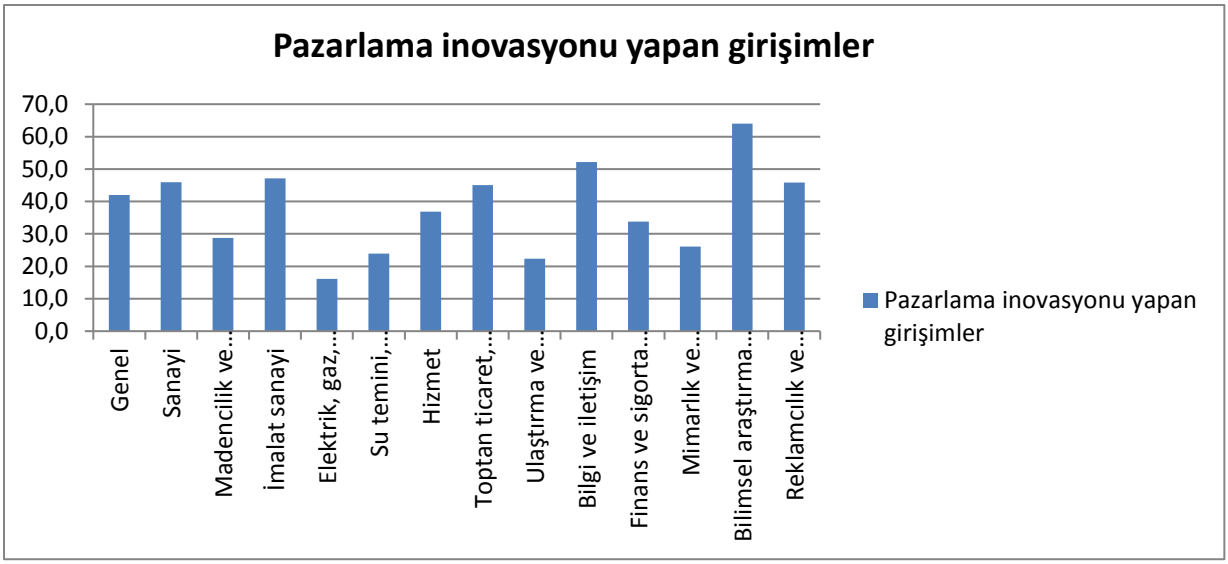
Pazarlama inovasyonu; bir ürünü ya da hizmeti pazarda yeniden konumlandırarak, müşteri istek ve ihtiyaçlarına cevap vermeyi ve bununla birlikte de firmanın satışlarının artmasını hedeflemektedir [25]. Pazarlama inovasyonu; işletmenin verimliğine etki edecek fikirlerin, yeni mal ve hizmetlere dönüştüğü süreçtir. Bu süreç sonunda işletme ve tüketici arasında karşılıklı fayda sağlanacak bir değer yaratılmış olmalıdır. İnovasyon sürecinden beklenen, bir fikrin teknoloji veya farklılık ile işlenerek yararlı bir eyleme dönüşmesi ve somut bir çıktı ile pazarlanabilir hale gelmesidir. Böylelikle inovasyon; pazarlama inovasyonuna dönüşür [26]. Pazarlama inovasyonu; mevcut ürün ve hizmetlerle müşterilere sunulan deneyimlerin farklı bir değer yaratıcı, aynı zamanda değerleri eğlenceli ve güvenilir hale getirici buluşların yapılmasıdır [27].

Pazarlama inovasyonunun pazarlama yöntemi olarak kullanılmaması onu diğer pazarlama etkinliklerinden ayır eder. Pazarlama inovasyonu, ürünün işlevsel özelliklerinin değil, biçim ve görünümündeki değişiklikleri kapsayan ürün tasarımı faaliyetleridir. Aynı zamanda gıda, içecek, temizlik sektöründeki ürünlerin ambalajlarındaki değişiklikler de bu kapsama girmektedir. Çünkü bir ürünün dış görünüşünü belirleyen ana unsurlardan biri onun ambalajıdır. Ürün konumlandırmasında pazarlama inovasyonu ise; müşterilere mal veya hizmetleri satmak amacıyla kullanılan yöntemlerin tümüne denir. Fiyatlandırmadaki pazarlama inovasyonu ise; ürün veya hizmetlerin fiyatlandırmalarındaki yeni stratejileri kapsar. Pazarlama araçlarındaki düzenli, rutin ve dönemsel olarak yapılan değişikler pazarlama inovasyonu değildir. Pazarlama inovasyonu olabilmesi için daha önce yapılmamış olmalıdır [25].

Pazarlamacılar pazarlama karması bileşenlerini pazarlama inovasyonu ile değiştirmeye çalışarak satışlarını iyileştirebilirler. Pazarlamacılar fiyat indirimleri ve iyi reklam kampanyaları, primler ve yarışmalarla birlikte yeni müşterileri ve rakibin müşterilerini çekebilmektedir [2].

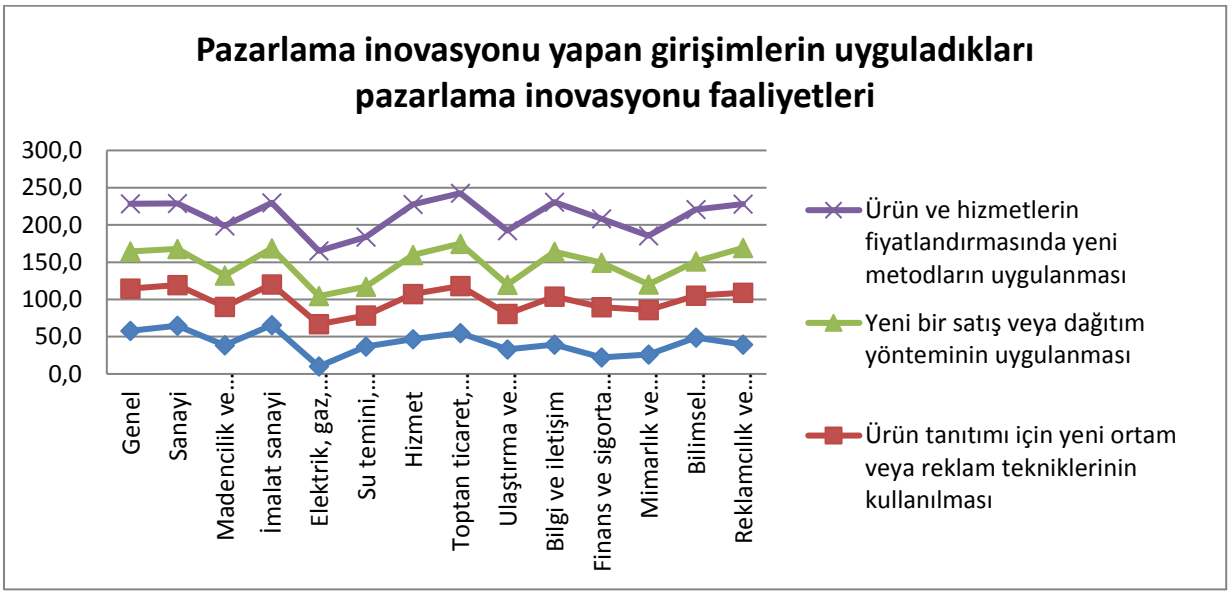
Mevcut üründe, ürünün özelliklerinde ve kullanımlarında önemli değişiklikler varsa bu ürün inovasyonu iken ürünün tasarımı ve görünüşündeki değişiklikler pazarlama inovasyonudur. Ancak bu giysilerin yeni bir şekle sokulması ya da tasarımının yapılması pazarlama inovasyonudur. Bazı durumlar vardır ki hem ürün hem de pazarlama inovasyonları birlikte yapılabilir. En önemli ayırt edici özelliği, inovasyonun bir pazarlama yöntemi veya hizmet içerip içermediğidir. Eğer bir hizmet tamamen inovasyonla birlikte var olmuşsa bu hizmet inovasyonudur. Süreç ve pazarlama inovasyonu, bilgi veya ürün taşımanın yollarını kapsasa bile amaçları birbirinden farklıdır. Süreç inovasyonunda amaç; birim maliyetleri azaltan üretim ve teslimat yöntemleri ile ilgili yapılan yeniliklerdir. Yeni satış yollarının tanıtımı aynı zamanda yeni lojistik yöntemlerini de kapsayabilmektedir. Bu durumda hem süreç hem de pazarlama inovasyonundan söz etmek mümkündür [25].

Büyük inovasyonlar, genellikle yeni teknolojilerin geliştirilmesi yoluyla müşterilere ve yeni kullanıcılara fayda sunmaktadır. Bunlarla ilgili problemler müşterilerin güvenilirliğini etkilerken, başarısı ise müşterilere, çalışanlara itibar kazandırabilir [6]. Pazarlama inovasyonunu daha yakından incelemek için bazı grafiklere göz atmakta fayda vardır [28].



Şekil 1 Pazarlama İnovasyonu Yapan Girişimler

Pazarlama inovasyonu yapan girişimlere bakıldığında girişimlerin %42'si 2014-2016 yıllarını kapsayan bu 3 yıllık dönemde gerçekleşmiştir. Daha detaylı bakıldığında sanayi alanında %46, İmalat sanayinde %47,1, Bilgi ve iletişimde %52,2 oranında pazarlama inovasyonu girişimleri gerçekleştirirken, en yüksek oran %64 ile Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde gerçekleşmiştir.

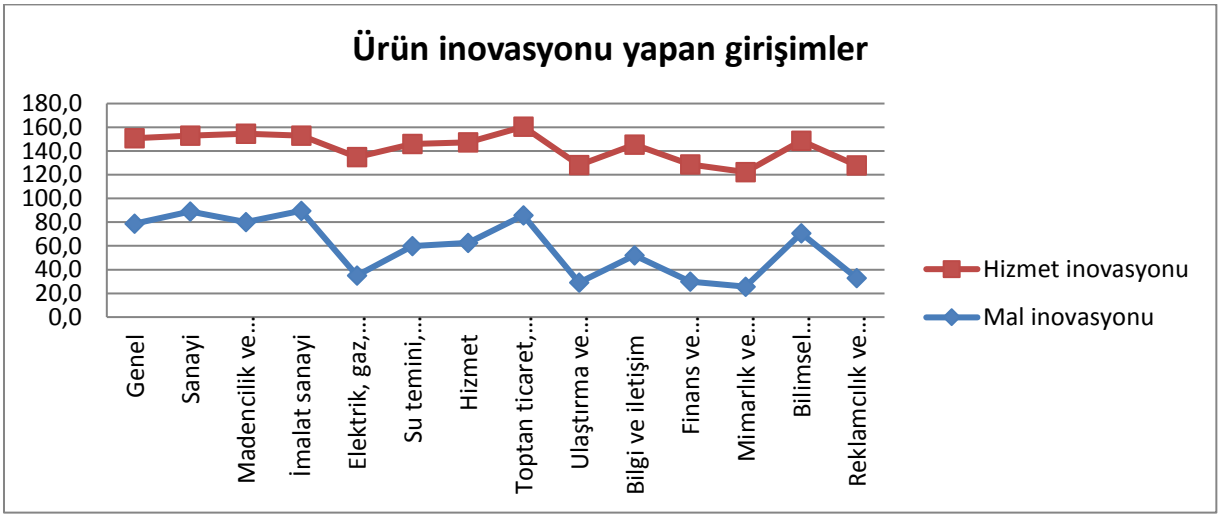


Şekil 2 Pazarlama İnpvasyonu Yapan Girişimlerin Uyguladıkları Pazarlama İnovasyonu Faaliyetleri

Pazarlama inovasyonu yapan girişimlerden en çok hangi pazarlama inovasyonu faaliyeti yapıldığına bakıldığında ise en çok uygulanan pazarlama yeniliği %63,7 ile ürün ve hizmetlerin fiyatlandırılmasında oldu. Ürün ve hizmetlerin fiyatlandırılmasında yeni metodlar denemiştir. Bunu %57,7 oranında gerçekleşen ürün tasarımı veya ambalaj estetiğinde önemli değişiklikler yapılması, %57 ile ürün tanıtımı için yeni ortam ve reklam tekniklerinin kullanılması ve %49.9 oran ile yeni bir satış veya dağıtım yönteminin uygulanması takip etmiştir. Buradan yola çıkarak tüketicilerin en çok fiyatlandırmaya duyarlı olduğu anlaşılmaktadır. Belli gelir seviyesine sahip olan kişiler ilk algıları fiyata karşı olacağından pazarlama inovasyonu yapan girişimlerin büyük çoğunluğu bu yönde olmuştur. Ancak diğer faaliyetlere bakıldığında oranlar birbirine yakın ve yüksektir. Bir işletme veya firma sadece bir pazarlama inovasyonu faaliyeti ile kalmayıp aynı anda birden fazla faaliyet de gerçekleştirmiştir.

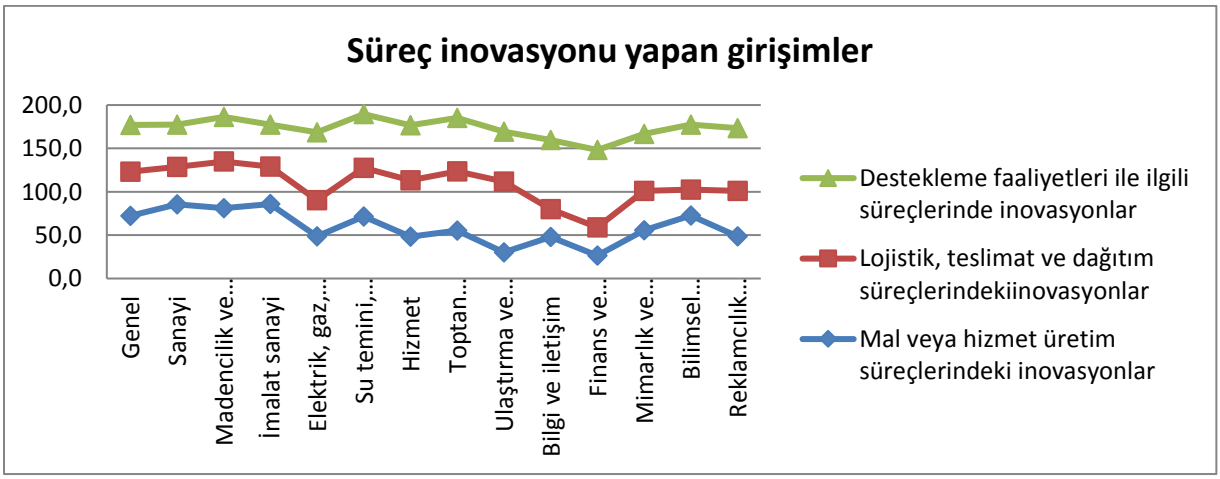
Çalışan sayısı 10 ve daha fazla olan girişimlerde pazarlama inovasyonu yapma oranı %42 iken, çalışan sayısı 250 ve üzeri olan girişimlerde %51.42'tür. Çalışan sayısı her ne kadar arttıkça inovasyon yapma oranı artsa da pazarlama inovasyonu gerçekleştirme oranları çalışan sayısı 10 ile 250 ve üzeri olan girişimler arasında çok fazla uçurum yoktur.

10 ve daha fazla çalışana sahip girişimlerde ürün ve hizmetlerin fiyatlandırılmasında yeni metodların uygulanma oranı %63.7 ile en yüksek payını alırken %49.9 ile yeni bir satış veya dağıtım yönteminin uygulanması faaliyeti en düşük payı almıştır. Küçük işletmelerde pazarlama inovasyonu açısından yeni bir satış yapmak maliyetli ve riskli olduğundan inovasyonun ürün ve hizmetlerin fiyatlandırılması ile gerçekleştiği söylenebilir. 250 ve üzeri çalışana sahip büyük girişimlerde ise %65'lik oran ile ürün tanıtımı için yeni ortam veya reklam tekniklerinin kullanılması faaliyeti öne çıkmaktadır. Ardından %64 oranıyla ürünün tasarımında ve ambalajının estetiğinde önemli değişiklikler yapılmıştır. Aslında ürün tanıtımı ve reklam tekniklerinin kullanılması yeni ve farklı ambalajlı ürünlerle birlikte daha etkili olacaktır. Bu sebeple bu iki faaliyet birbirlerine çok yakın seviyelerde seyretmektedir.



Şekil 3 Ürün İnovasyonu Yapan Girişimler

Ürün inovasyonu yapan girişimlere genel olarak bakıldığında; mal yeniliği %78.8 iken, hizmet yeniliği %71.8'dir. Sanayi, madencilik, imalat sanayi, toptan ticaret ve motorlu taşıtlar sektörlerinde mal yeniliği ön plana çıkarken, elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi, su temini, ulaştırma ve depolama, bilgi ve iletişim, finans ve sigorta faaliyetlerinde, mimarlık ve mühendislik alanlarında, bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde, reklamcılık ve piyasa araştırmalarında ise hizmet inovasyonu ön plandadır.



Şekil 4 Süreç İnovasyonu Yapan Girişimler

Süreç yeniliğinde genel olarak, mal veya hizmet üretim süreçlerindeki yenilikler %72.1, lojistik, teslimat ve dağıtım süreçlerindeki yenilikler %51.1 ve destekleme faaliyetleriyle ilgili süreçlerdeki yeniliklerde ise %53,9 oranındadır. Mal veya hizmet üretim süreçlerindeki yenilikler; sanayi, madencilik, imalat sanayi, su temini gibi sektörlerde ön planda iken, lojistik, teslimat ve dağıtım süreçlerindeki yenilikler; toptan ticaret ve motorlu taşıtlar, hizmet, ulaştırma ve depolama gibi sektörlerde ön plana çıkmıştır. Destekleme faaliyetleriyle ilgili süreçlerdeki yeniliklerde ise elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi, bilgi ve iletişim, finans ve sigorta faaliyetlerinde, mimarlık ve mühendislik alanlarında, bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde, reklamcılık ve piyasa araştırmalarında ön plandadır.

Çalışan sayısı 10 ve daha fazla olan girişimlerde mal yeniliği hizmet yeniliğinden daha yüksek bir orana sahiptir. Mal yeniliği %78.8 iken, hizmet yeniliği %71.8'dir. Çalışan sayısı arttıkça aradaki fark daha derinleşmiştir. 250 ve üzerinde kişi sayısına sahip girişimlerde mal yeniliği %84.5, hizmet yeniliği ise %55.7'de kalmıştır.

Çalışan sayısı 10 ve daha fazla olan girişimlerde mal veya hizmet üretim süreçlerindeki yenilikler %72.1, lojistik, teslimat ve dağıtım süreçlerindeki yenilikler %51.1 ve destekleme faaliyetleriyle ilgili süreçlerdeki yeniliklerde ise %53,9 oranındadır. Çalışan sayısının artmasıyla birlikte, 250 ve daha fazla çalışana sahip olan işletmelerde, mal veya hizmet üretim süreçlerindeki yenilikler %78.5, lojistik, teslimat ve dağıtım süreçlerindeki yenilikler %47.8 ve destekleme faaliyetleriyle ilgili süreçlerdeki yeniliklerde ise %63.7 oranındadır.

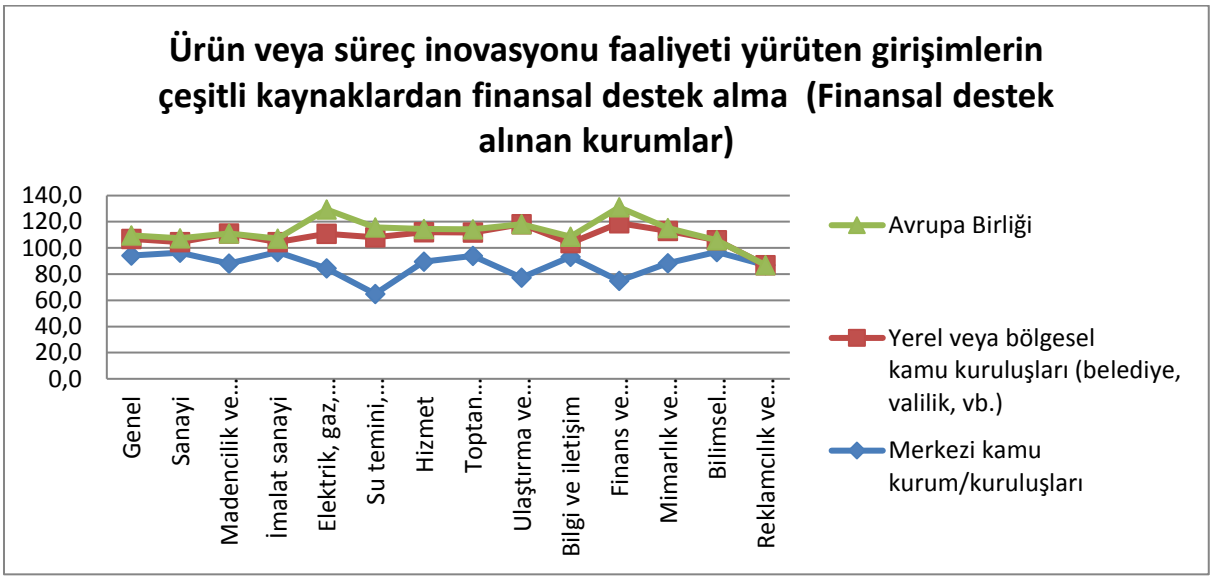
Şekil 5 2014 Yılı AB'de Yenilikçi Faaliyette Bulunan Girişim Oranı

Kaynak: *http://www.dogrulukpayi.com/bulten/yenilik-arastirmasi*

TÜİK'in 2014 çalışması ile Eurostat üzerinden erişilen ve AB ülkelerini kapsayan 2014 performans verilerine bakıldığında; Türkiye'deki girişimcilerin yenilikçi faaliyetlere girme oranı %51.3 ile %49.1 olan AB ortalamasını geçmiştir. %67 oranıyla Almanya girişimcinin faaliyette bulunduğu en yüksek ülke olurken, Romanya %12.8 ile yenilikçiliğin en az olduğu ülke oldu.

Şekil 6 Ürün veya Süreç İnovasyonu Faaliyeti Yürüten Girişimlerin Çeşitli Kaynaklardan Finansal Destek Alma

2014-2016 yılları arasında genel olarak bakıldığı zaman ürün veya süreç inovasyonları yapan girişimlerin %27.6 'si finansal destek almaktadır. Daha detaylı bakıldığında ise Sanayi alanında %31.2 oranında finansal destek alınırken, Madencilik ve Taş Ocakçılığında %26.2, İmalat Sanayinde %31.4, Hizmet Sektöründe bu oran %21.7 olarak görülmektedir. Bilgi ve iletişim alanında %39.9 oran ile daha fazla finansal destek almıştır. Finansal destek alan girişimlerin arasında en fazla paya sahip olan sektör ise Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri olmuştur.



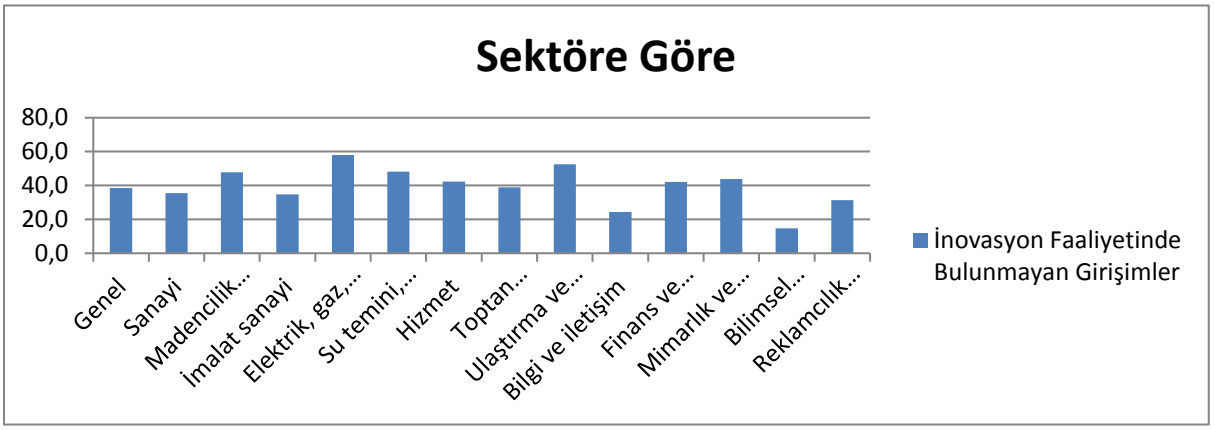
Şekil 7 Ürün veya Süreç İnovasyonu Faaliyeti Yürüten Girişimlerin Çeşitli Kaynaklardan Destek Alma (Finansal Destek Alınan Kurumlar)

Finansal destek alınan kurumlara bakıldığında %94.3'ü merkezi kamu kurumlarından destek alırken %12.6'sı belediye, valilik gibi yerel ve bölgesel olan kamu kuruluşlarından ve %2.8'i ise AB kurumlarının desteğini almıştır.

Çalışan sayısı arttıkça yenilikçi girişimlere gösterilen ilgi de artmaktadır. Çalışan sayısı 10 ve daha fazla olan girişimler %27.6'sı faaliyette bulunurken, 250'den fazla çalışanı olan girişimlerde bu oran %35.1 civarında seyretmektedir.

10 ve daha fazla çalışanı olan girişimlerin %94.3'ü merkezi kamu kurum ve kuruluşlarından destek alırken, %12.6'sı belediye, valilik gibi yerel ve bölgesel kamu kuruluşlarından, %2.8'i ise AB

kuruluşlarından destek almıştır. 250'den fazla çalışanı olan girişimlerde ise %96.1'i merkezi kamu kurum ve kuruluşlarından destek alırken, %13.2'si belediye, valilik gibi yerel ve bölgesel kamu kuruluşlarından, %6.5'i ise AB kuruluşlarından destek almıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi çalışan sayısında artış olduğunda finansal kaynak alma yerelden uluslararasıya doğru ilerlemiştir. Bunda gerek AB kuruluşlarının koyduğu bazı sınırlamalar gerekse rekabet ortamında ezilme riski etkili olmuştur.

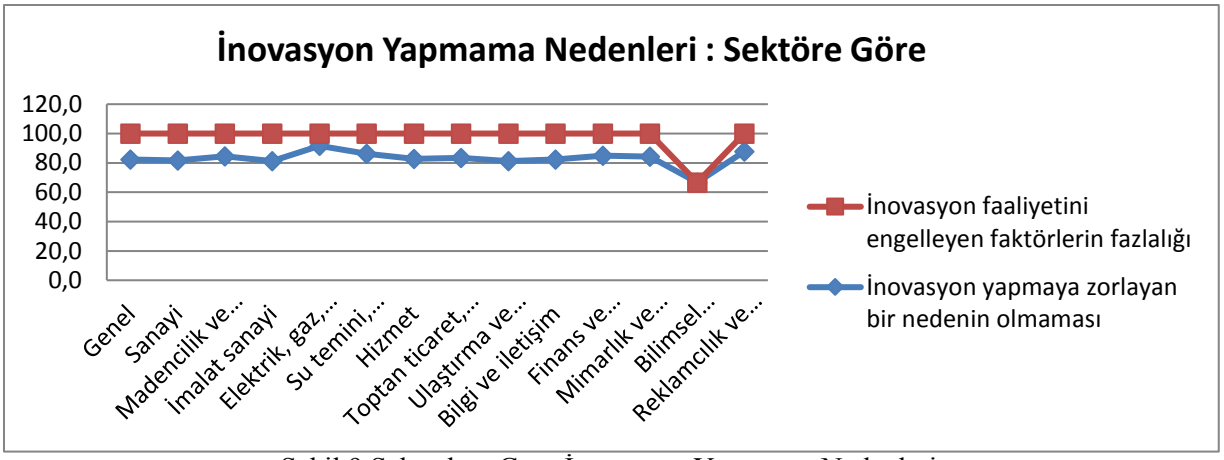


Şekil 8 Sektöre Göre İnovasyon Faaliyetinde Bulunmayan Girişimler

Sektörlere göre yenilik faaliyetlerinde bulunmayan girişimciler incelendiğinde Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektörünün %58 oranında en yüksek oranda yenilikte bulunmayan girişimcileri oluşturduğu görülmektedir. Yenilik faaliyetlerinde bulunmayan girişimci sayısının ise en düşük oranda (%14,8) Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektöründe olduğu görülmektedir. Bu durum değerlendirilecek olursa elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe genel olarak bir girişimde bulunulduğunda yoğun bir araştırma ile ilk yatırım yapılmaktadır. Sonrasında sektörde yapılan etkinliklerin ise ülkemizde daha çok sorun çözümüne yönelik olduğu görülmektedir. Altyapı sorunu ve yüksek maliyetler nedeniyle bu sektörde girişimciler genellikle yenilikten kaçınmakta ve beklenmeyen durumlar oluştuğunda müdahale ederek faaliyetlerini yürütmeyi tercih etmektedir.

Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektöründe yenilikte bulunmayan girişimcilerin oranının ise diğer sektörlere kıyasla oldukça düşük olmasını bilimsel araştırmaların yeniliğe bağlı olarak ilerlemesi gerekliliği açıklamaktadır. Bilimsel araştırmaların bilgi birikimini artırma ve sürekli gelişme amaçları ile diğer sektörlere öncülük etmesi de yeniliğe bağlılığın yüksek olmasını açıklamaktadır.

Yenilik faaliyetlerinde bulunmayan girişimcilerin çalışan sayısına göre büyüklüğüne bakıldığında 250 ve üzeri çalışana sahip olan işletmeler %29.6 ile en yeniliğe açık grup olduğu görülmektedir. 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde oran ise %38.5'tir. Büyük ölçekli işletmelerin Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerine yoğunluk vermesi ve çoğunlukla iş tanımlarının ve iş akışlarının net olarak görülebileceği prosedürler ile faaliyet gösteren kurumsal bir yapı göstermesinin yenilik faaliyetleri ile ilgilenme ile doğrudan ilişkili olduğu varsayılmaktadır. Bunun yanında yenilikte bulunma oranı çalışan sayısındaki azalış ile birlikte artış göstermektedir. Genel olarak KOBİ olarak görebileceğimiz bu işletmelerin büyük çaplı faaliyet gösteren işletmelerin en önemli özelliği olan esneklik ile yenilikçiliğe ilgi göstermesi beklenmektedir. Ekonomiye sunduğu katkılar ve sayıca toplam işletmeler arasında önemli bir yeri olan KOBİ'lerin yeterince yenilikçiliğe yönelmesi oldukça önemli sonuçlar doğuracaktır.

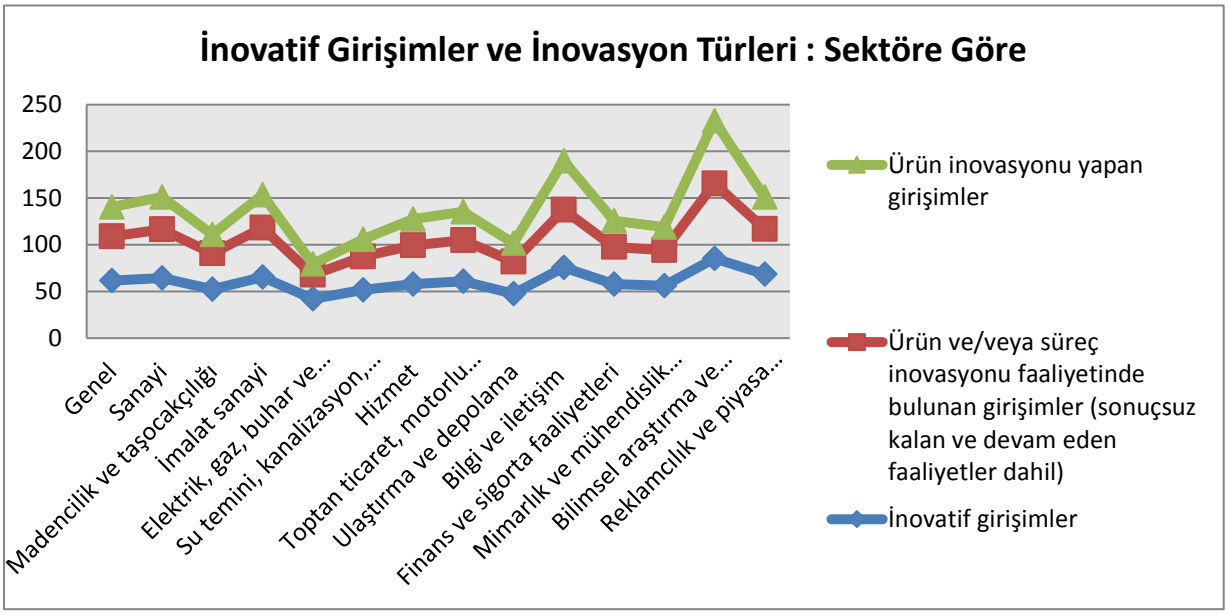


Şekil 9 Sektörlere Göre İnovasyon Yapmama Nedenleri

Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe yenilik yapmaya zorlayan bir nedenin olmaması algısı nedeni ile yenilik oranının düşük olduğu anlaşılmaktadır (% 91,6). Genel olarak bakıldığında tüm sektörlerde yeniliğin zorunluluk olmadığı durumlarda yeniliğe duyulan ilginin yeterli düzeye ulaşmadığı görülmektedir. Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektöründe dahi %66,7 oranında yenilik yapmaya zorlayıcı bir neden olmadıkça yenilik yapılma ihtiyacının duyulmaması algısı oldukça yüksektir. Bu noktada yenilikçiliğin bir kültür olduğu ve yenilik kültürünün içselleştirilmesinin ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıda grafikte görüldüğü üzere yenilik faaliyetlerini engelleyen faktörler genel olarak tüm sektörlerde oldukça düşüktür. Yenilikçi olmanın önünde yenilikçiliğe uzak bakış açısı ile faaliyetleri yürütmenin neden olduğu bir kere daha açıkça görülmektedir.

Yenilik yapmama nedenlerinin çalışan sayısına bağlı olup olmadığını değerlendirildiğinde; yenilik yapmaya zorlayan bir nedenin olmaması nedeni ile büyüklüğü fark etmeksizin tüm firmalar yenilikçi faaliyetlerde bulunmaktan kaçınma eğilimi göstermektedir. Yenilik faaliyetlerini engelleyen faktörlerin fazlalığı ise büyüklüğü fark etmeksizin her işletmede benzer orandadır. 10 ve üzerinde çalışan sayısına sahip olan işletmelerde yenilik yapmaya zorlayan bir nedenin olmaması %82.2 oranına, yenilik faaliyetini engelleyen faktörlerin fazlalığı ise %17.8'dir. 250 ve üzerinde çalışan sayısına sahip olan işletmelerde ise yenilik yapmaya zorlayan bir nedenin olmaması %83.5 oranına, yenilik faaliyetini engelleyen faktörlerin fazlalığı ise %16.5'tir.

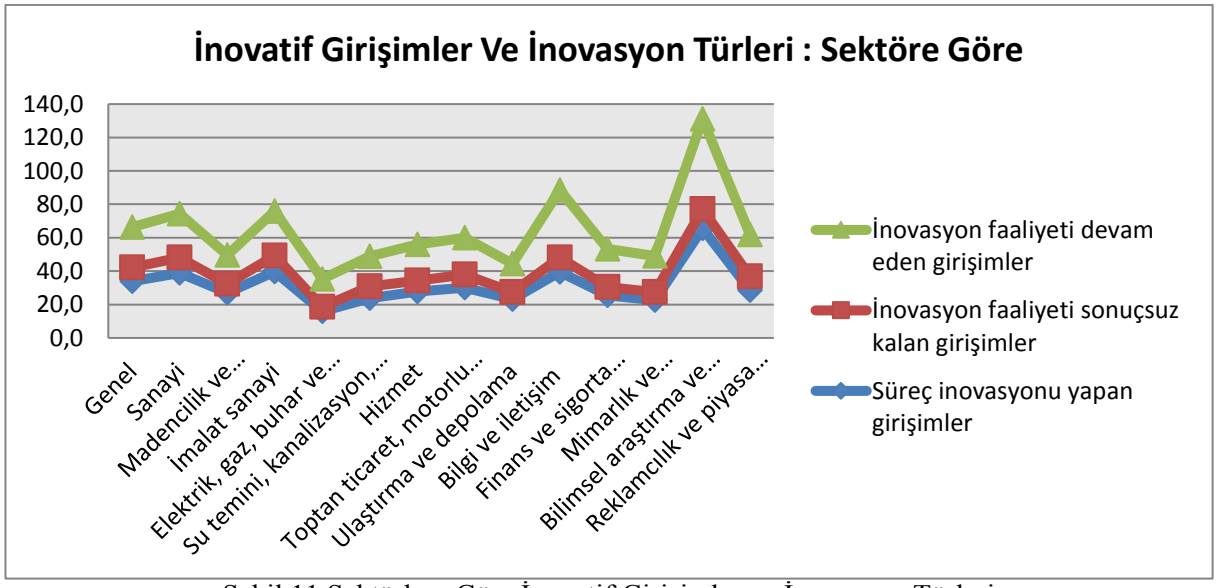


Şekil 10 Sektörlere Göre İnovatif Girişimler ve İnovasyon Türleri

Yenilikçi girişim sayısı tabloda görüldüğü üzere en yüksek bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri ve bilgi ve iletişim sektörlerinde olmaktadır. Özellikle bahsi geçen sektörlerde yenilikçi girişim sayısının fazla olmasının nedeni bilgi arama, düzenleme ve bilgi erişimi faaliyetlerinin teknolojik gelişimlere ve yeniliğe bağlı olmasıdır. Küresel işletmecilik faaliyetlerinin hız kazandığı günümüzde teknolojik yeniliklerin yeterince yakından izlendiği bu sektörlerde yenilikçi girişim sayısının fazla olması olası bir sonuç olarak görülmektedir.

Sanayi ve hizmet sektörlerinde yenilikçi girişim oranına bakıldığında sanayi sektörünün (%64,5), hizmet sektörünün ise (%57,7) oranında yenilikçi girişime sahip olduğu belirtilmektedir. Sanayi sektöründe üretimde yeniliğin kullanımına bağlı olarak maliyet liderliği yolu ile rakipler karşısında üstünlük sağlayacak girişimlerin olması işletmelere önemli fırsatlar sağlamaktadır. Bu nedenle sanayi işletmelerinde hizmet işletmelerinden daha fazla yenilikçi girişim olduğu görülmektedir.

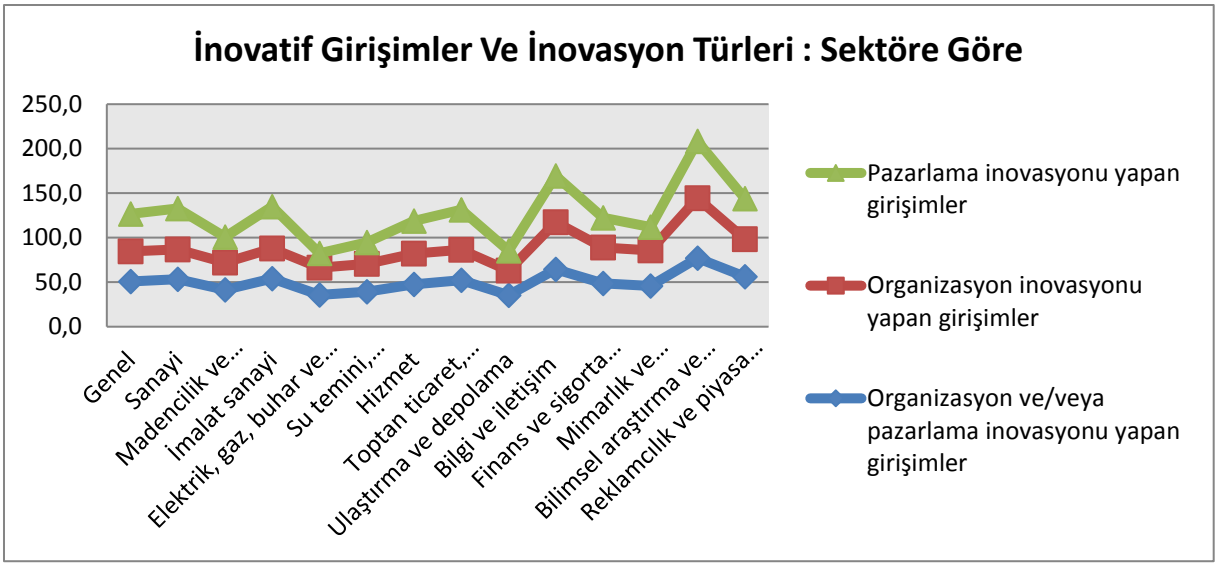
Ürün veya süreç yeniliği faaliyetlerinde bulunan girişimler (sonuçsuz kalan ve devam edenler dahil) ve ürün yeniliği yapan girişim oranı değerlendirildiğinde her iki oranın yenilikçi girişim oranına paralel olduğu görülmektedir. Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı, Su temini, kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri ve Madencilik ve taş ocakçılığı ve ulaştırma ve depolama sektörlerinde en düşük oranda yenilikçi girişim ve, ürün ya da süreç yeniliği girişimlerinin gerçekleştiği görülmektedir. Konjonktürel olarak bu sektörlerin geleneksel yapıda ve benzer faaliyetleri sürekli yerine getiren yapısı nedeniyle en düşük girişimcilik etkinliklerinin bu sektörlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 11 Sektörlere Göre İnovatif Girişimler ve İnovasyon Türleri

Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin genel olarak süreç odaklı olduğu düşünüldüğünde en çok süreç yeniliği yapan girişimlerin bu sektörde olması kaçınılmaz olmaktadır. Süreç yeniliğinin en düşük oranda olduğu sektör ise %15,9 oranı ile Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı olmaktadır. Yine aynı şekilde yenilik faaliyetleri en çok sonuçsuz kalan girişimlerin bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektöründe olması, sektörde yapılan yenilikçi girişimin çok olması ile ilişkilendirilebilmektedir.

Yenilik faaliyetleri devam eden girişim oranlarına bakıldığında ise sanayi ile hizmet sektörleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Sanayi sektöründe yenilik faaliyeti devam eden girişimlerin oranının (%26,2), hizmet sektöründen (%21,7) daha yüksek olduğu görülmektedir. Sanayi sektöründe teşviklerin fazlalığı ve üretim faaliyetlerinde verimliliğin ve süreç iyileştirmenin yetersiz olması durumunda olumsuzluklar nedeni ile sanayi sektöründe yenilik faaliyeti devam eden girişimler ve süreç yeniliği girişimlerinin daha yüksek oranda görüldüğü ifade edilebilmektedir.



Şekil 12 Sektörlere Göre İnovatif Girişimler ve İnovasyon Türleri

Yukarıda tabloda görüldüğü üzere organizasyon ve pazarlama yeniliği oranının en yüksek bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektöründe olduğu belirtilmektedir. Ayrıca en düşük organizasyon yeniliği yapan girişimler ulaştırma ve depolama sektöründe yer alırken, en düşük pazarlama yeniliği yapan girişimler ise Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe bulunmaktadır.

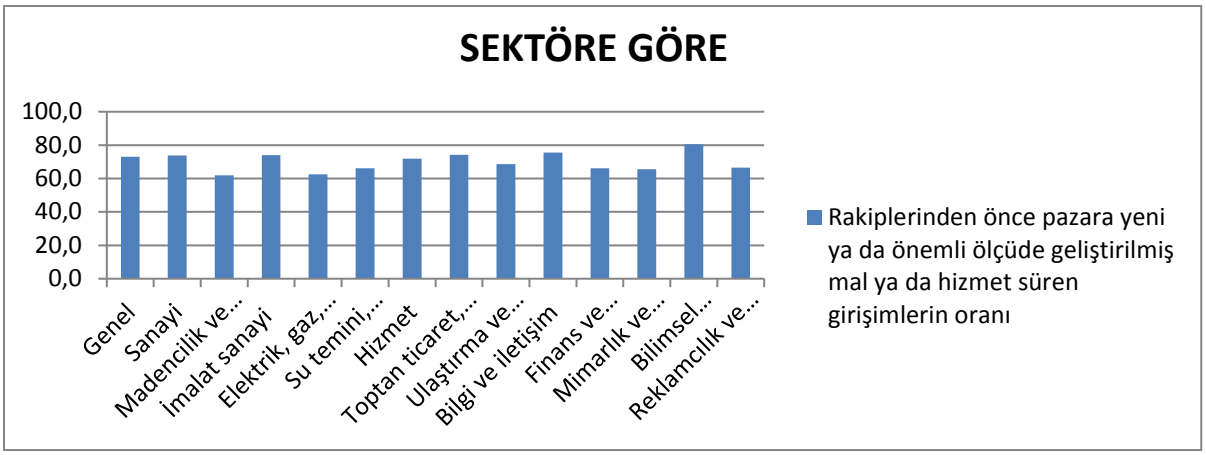
Organizasyon yeniliğinin en düşük ulaştırma ve depolama sektöründe bulunmasını bu sektörlerde belirli organizasyon şemaları çerçevesinde hareket edilmesi ve gerekmedikçe süreçte değişimde bulunmaktan kaçınılması kapsamında değerlendirmek mümkündür. Pazarlama yeniliği yapan girişimlerin Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektöründe en düşük seviyede bulunmasının temel sebebi bu sektörün bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılaması nedeniyle talebin bitmeyeceğine olan inanıştır. Talebin sabit olduğuna inanılan bu sektörde yeniliğe bakışın durağan bir yapı gösterdiğini söylemek mümkün olsa dahi özellikle süreç optimizasyonlarının sağlanmasında ve tedarikçiler ile yapılan anlaşmalarda her zaman pazarlama yeniliğine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Yenilikçi girişimlerin çalışan sayısına göre büyüklüğüne baktığımızda yenilikçi girişimlerin en yüksek %70.4 oran ile 250 ve üzeri çalışana sahip işletmede bulunduğu görülmektedir. 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde ise bu oran %61.5'tir. Ürün yeniliği faaliyetlerinin de benzer grupta görece daha yüksek olduğu görülmektedir. 250 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde %41.8'dir. Ancak bu oran 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde ise %31.8 ile biraz daha düşük kalmıştır. Bu durumda Çalışan sayısına bağlı olarak yenilikçi girişimin artış gösterdiğini söylemek mümkün olsa da farklı parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışan profili, yönetim yapısı, örgüt kültürü, yenilik kültürü buna örnek olarak verilebilmektedir.

Süreç yeniliği yapan girişimlerin en yüksek olduğu işletmeler %47.1 ile 250 üzeri çalışana sahip işletmelerdir. Ancak bu oran 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde ise %34'tür. Aynı zamanda bu işletmelerin yenilik faaliyetlerini en yüksek oranda sürdüren işletmeler olduğu görülmektedir. 250 üzeri çalışana sahip işletmelerde %33.6, 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde ise %24.2 oranında yenilik faaliyetlerini devam ettirmişlerdir. Belirli bir üretim hacmine ulaştıkları varsayılan büyük ölçekli işletmeler yaşamlarını devam ettirme ve rekabet avantajı sağlamak adına süreç yeniliği etkinliklerinde bulunmaktadır. Hatta büyük işletmelerin karar mekanizmalarının doğru bir biçimde işlemesi, alınan kararların hızlı bir biçimde uygulanması, pazarlama etkinliklerinin zamanında ve etkili bir biçimde yönetilmesi faaliyetlerinin süreç yeniliğine bağlı olduğunu söylemek mümkündür.

Organizasyon ve pazarlama yeniliği yapan işletmeler % 62.4 ile 250 ve üzeri çalışana sahip işletmelerdir. 10 ve üzerinde çalışana sahip işletmeler ise; %50.8 oranına sahiptir. Çalışan sayısı arttıkça organizasyonel yenilik ve pazarlama yeniliği oranında artış görülmesi, işletmelerin büyüdükçe

pazarda edindiği konumlarını korumak adına yeniliğe olan bağlılıklarını geliştirmeleri ile açıklanabilmektedir. Küresel işletmeciliğin temel dayanağının yenilik ve teknolojik ilerleme olduğu düşünüldüğünde işletmelerin büyüme stratejilerini etkili bir biçimde sürdürmeleri için yeniliğe bağlı olarak hareket etmelerinin ne kadar önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 13 Sektörlere Göre Rakiplerinden Önce Pazara Yeni ya da Önemli Ölçüde Geliştirilmiş Mal ya da Hizmet Süren Girişimlerin Oranı

Rakiplerinden önce pazara yeni ya da önemli ölçüde geliştirilmiş mal ya da hizmet süren girişimler diğerlerine kıyasla ön görülü olarak hareket ettiği için rakiplerine göre rekabet avantajı elde edebilirler. Bu nedenle doğrudan yenilik için girişimde bulunmaya ihtiyaç vardır.

Rakiplerinden önce pazara yeni ya da önemli ölçüde geliştirilmiş mal ya da hizmet süren girişimlerin oranına bakıldığında Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektörünün %80 oranı ile öncü olduğu görülmektedir. Yeniliğin en çok destek gördüğü ve bilimsel katkı sağlama amacı güderek hareket edilmesi nedeni ile bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektörünün yenilikçiliği merkeze alarak hareket ettiğini söylemek mümkündür. Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri sektörünün yeniliğe olanak sağlayan yapısı, gerekli testlere ve uygulamalara açıklığı, uygulamaların teorik çerçevesine de yeteri kadar hakim olunması, bu sektörde yenilikçiliği destekleyen bir ortam oluşturmaktadır.

Madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe bakıldığında ise sektörün gereklilikleri nedeniyle yenilikçi gelişmelerin sınırlı kaldığı görülmektedir. Özellikle teknolojiye adapte olma, güvenlik sorunları ile baş etmeye çalışma, çalışan haklarının geliştirilmesini sağlama gibi faaliyetler ile çalışma şartlarının iyileştirilmesi ve yenilikçiliğe uygun bir çalışma ortamının oluşması mümkün olacaktır.

Genel olarak bakıldığında tüm sektörlerin toplamında genel olarak rakiplerinden önce pazara yeni ya da önemli ölçüde geliştirilmiş mal ya da hizmet süren girişimlerin oranının %72 oranında olduğu görülmektedir. Bu oranın teknolojide yaşanan değişimlerin hız kazandığı günümüz koşullarında oldukça düşük olduğunu söylemek mümkündür. Teknoloji üreten ülkelerin en önemli özelliklerinin günümüz gelişmelerine hızlı yanıt verme, yenilikleri takip etme ve sürekli gelişme olduğu düşünüldüğünde tüm sektörlerde teknolojik dönüşüme ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Teknolojide dışa bağımlılığın azalmasının ise yenilikçi faaliyet gösterme ve rakipler karşısında üstünlük sağlayacak girişimlerde bulunma ile mümkün olacağı unutulmamalıdır.

Rakiplerinden önce pazara yeni ya da önemli ölçüde geliştirilmiş mal ya da hizmet süren girişimlerin en düşük oranının 250 ve üzerinde çalışana sahip işletmelerde olduğu görülmektedir (%67,5). 10 ve üzeri çalışana sahip işletmelerde %73'tür. Bu oranın 10-49 ve 50-249 arası çalışana sahip işletmelerde çok daha yüksek olduğu görülmektedir. İşletmelerde çalışan sayısının artışına bağlı olarak yönetim güçlüklerinin ortaya çıkması, yönetim- çalışan iletişiminin hiyerarşik örgüt yapısı nedeniyle zorlaşması, çalışanların inisiyatif almasının önüne geçilmesi, belirlenen iş tanımlarının dışına çıkmanın zorluğu ve aşırı uzmanlaşma nedeni ile işletmelerin rakipleri karşısında üstün konuma gelmesi için ayrıca çaba göstermesi gerekmektedir. Özellikle küçük ölçekli işletmelerde açık iletişim olanakları dahilinde çalışanların fikirlerini rahatlıkla ifade edebilmesi, karar verme mekanizmalarının

etkileşime açık olması, yönetim- çalışan arası sorunların kısa sürede çözüme kavuşturulması, beklenmeyen durumlar karşısında esnekliğe bağlı olarak değişim sağlanması ile rakipler karşısında rekabet üstünlüğü sağlama olanağı bulunmaktadır. Bu noktada küçük ve orta ölçekli işletmelerin sahip oldukları avantajları yeterince kullanmaları önem arz etmektedir.

5 SONUÇ

Küreselleşmenin her geçen gün daha yoğun olarak hissedilmesi günümüzde işletmelerin müşteri değeri yaratacak yenilikçi ürün ve hizmetler ile süreç ve pazarlama teknikleri geliştirmesini gerekli kılmıştır. Bir ülkenin ise inovasyonu etkili kullanabilmesi ve bu süreci başarılı bir şekilde sürdürebilmesi için, ülkenin bilim, teknoloji sistemiyle üretim sistemi arasında etkili-iletişim ortamı etkilidir. Çoğu ekonomi ileri düzeyde bilgi ve teknoloji sistemlerine sahip olmalarına rağmen gerekli etkileşim ortamına ve mekanizmalara sahip olmadıkları için üretim sistemlerini kendileri yenilememekte ve yeni ürünler ortaya çıkaramamaktadır. Dolayısıyla hem işletmenin hem ülkelerin belirlenen hedefler doğrultusunda inovatif hareket etmesi rekabet için itici güç oluşturmaktadır.

Teknoloji ve inovasyon, araştırma ve geliştirmeye büyük yatırımlar yapmayı gerektirmektedir. Yüksek Ar-Ge harcamaları genellikle otomobil, iletişim, bilgisayar, havacılık, mühendislik, eğlence gibi pek çok sektörde görülmektedir. Piyasadaki engelleri aşmak için firmalar yeni ürün ve teknolojiler geliştirmeye ve diğer firmalarla işbirliği yapmaya çalışmaktadırlar. Yeterli finansal kaynaklara sahip olamayan küçük şirketler bile yeni teknolojiler geliştirip ticarileşebilirler [2].

2016 yılında teknoloji geliştirme bölgeleri üzerinde düzenlemeler yapılmış ve Ar-Ge ve tasarım faaliyetlerine destek verilmiştir. Yönetmelik teknoloji merkezlerini (KOSGEB operasyonlarının bir parçası olarak), Ar-Ge ve tasarım merkezlerini, Ar-Ge ve inovasyon projelerini, rekabet öncesi işbirliği projelerini ve tekno-girişimci destek projelerini kapsamaktadır. Önemli bir önlem, Ar-Ge merkezlerinde ve şirketlerinde çalışan şirketler için vergi muafiyetlerinin sağlanmasıdır [29].

İşletmelerde gerçekleştirilecek ürün inovasyonları, üretimsel performansın gelişmesine, pazarlama inovasyonu ise pazarlama performansını arttırmada fayda sağlayacaktır. Tüm başarılı inovatif çalışmalar finansal performansı arttırıcı etkideyken, başarısız inovasyonlar ise işletmenin kapanmasına kadar ciddi sorunlara yol açabilmektedir.

Üretici firmalar ürünlerini veya hizmetlerini satabilmek için tüketicileri iyi araştırmalı, ihtiyaçlarını tanımlamalı, iyi ve kaliteli ürün ve hizmetler tasarlayarak ürün geliştirme, araştırma, dağıtım, fiyatlandırma gibi faaliyetler ile tanıtmalıdır [2].

2014-2016 yıllarını kapsayan üç yıllık döneme bakıldığında inovasyon faaliyetinde bulunan oranı, çalışan sayısının 10 ve üzeri olan girişimlerde %61.5, 250 ve üzerinde çalışanı olan girişimlerde ise %70.4'tür.

Sanayi sektöründe %64.5, inovasyon girişimi oranı varken, hizmet sektöründe %57.7 olarak kalmıştır.

Girişimlerin %47.3'ü ürün ve/veya süreç inovasyonunu faaliyetinde bulunurken, girişimlerin %31.8'i ürün inovasyonu, %34'ü ise süreç inovasyonu faaliyeti gerçekleştirmiştir.

Girişimlerin %50.8'i organizasyon ve/veya pazarlama invasyonu faaliyetinde bulunurken, %34 organizasyon inovasyon, %42 pazarlama inovasyonu faaliyeti gerçekleşmiştir.

2014-2016 yılları arasında girişimlerin %27.6'sı finansal destek almıştır. Bu finansal desteğin %94.3'ü merkezi kurum ve kuruluşlardan, %12.6'sı yerel ve bölgesel kamu kuruluşlarından, %2.8'i ise Avrupa Birliği kurumlarından almıştır.

Girişimlerin %38.5'i inovasyon faaliyetinde bulunmamıştır. İnovasyon faaliyetinde bulunmayan bu girişimlerin %82.2'si inovasyon yapmaya zorlayan herhangi bir neden olmamasından dolayı gerçekleştirilmezken, %17.8'inin ise inovasyon faaliyetini engelleyici nedenlerin fazlalığından dolayı girişimde bulunmadığı görülmüştür.

Girişimlerin %42'si pazarlama inovasyonu yapmıştır. En çok uygulanan pazarlama inovasyonu %63.7 ile ürün ve hizmetlerin fiyatlandırmasında yapılmıştır. %57.7 ile ürün tasarımı ve ambalajının estetiğinde önemli değişiklikler yapılması, %57 ile ürün tanıtımı için yeni bir ortam ve reklam tekniklerinin kullanılması ve %49.9 ile de yeni bir satış ve dağıtım yöntemi uygulanması takip etmiştir.

Yukarıda yapılan değerlendirmeler sonucunda ürün inovasyonu ile başlayan günümüz yenilikçi gelişmelerinin pazarlama inovasyonu ile izlenmesi gerektiği görülmektedir. Böylelikle uzun dönemde istikrarlı bir performans düzeyine erişmek mümkün olacaktır. Ayrıca sektörel bazda düşünüldüğünde pazarlama inovasyonuna yönelik faaliyetlerin endüstri ve ekonominin gelişim düzeyi bağlamında farklılıklar göstermesi mümkündür. Buna karşın inovasyonun bir kültür olarak işletmelerde yer alması adına kamu kurumları, işletmeler, sivil toplum örgütleri ve araştırmacıların ortak amaçlar doğrultusunda hareket etmesi gerekmektedir.

Bu çalışma nitel bir çalışma olarak pazarlama inovasyonu alanında günümüzdeki durumun aydınlatılması için mevcut araştırmaları yorumlamıştır. İnovatif etkinliklerde yaşanacak değişim kapsamında gelecekteki araştırmalarda inovasyonun işletmeler ve ülkeler için oluşturacağı etkinin yakından takip edilmesinin, yeniliğin içselleştirilmesi ve rekabetin ön koşulu olarak görülmesinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Özgül, E., & Tek, Ö. B. (2013). Modern Pazarlama İlkeleri Uygulamalı Yönetimsel Yaklaşım. İzmir: Birleşik Matbaacılık.

[2] Kotler, Philip, Veronica Wong, John Saunders, Gary Armstrong (2005). "Principles of Marketing" (Elektronik Sürüm). England: Pearson Education. www.pearsoned.co.uk Erişim Tarihi: 07.04.2018.

[3] Özmen, Müjdat (2013). " Pazarlama İlkeleri" Hazırlayanlar: Cevahir Uzkurt, Şuayıp Özdemir, Remzi Altunışık, Ömer Torlak. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Web-Ofset.

[4] Erdoğan, Bayram Zafer (2014). "Pazarlama Yönetimi" Hazırlayanlar: Ahmet Ercan Gegez, Yavuz Odabaşı, Ömer Torlak, Mehmet Necdet Timur, Sevgi Ayşe Öztürk, Gülfidan Barış, Elif Eroğlu. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Web-Ofset.

[5] Alabay, M. Nurettin (2010). Geleneksel Pazarlamadan Yeni Pazarlama Yaklaşımına Geçiş Süreci. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 15(2). 213-235.

[6] Stone, Marilyn A., John Desmond (2006). "Fundamentals of Marketing" Taylor&Francis E-Library, Erişim Tarihi: 07.04.2018.

[7] Kotler, Philip, Kevin Lane Keller (2011). "Marketing Management" Pearson Education Yayıncılık, 14. Basım. Erişim Tarihi: 07.04.2018.

[8] Yurdakul, Müberra, Hakan Kiracı (2008). Sanal Pazarlama Karması Bileşimi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 13(2). 165-185.

[9] Öndoğan, E. Nüket (2010). Restoran Pazarlamasında Kullanılan Temel Pazarlama Karma Elemanları "P". Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi, 1(1). 1-25.

[10] Öz, M. A. (2016). *En İyisi Olmalyız*, Askon Hizmet Sektörü Bülteni (2), s:3

[11] Kotler, Philip, Gary Armstrong (2011). "Principles of Marketing" (Elektronik Sürüm).Library of Congrees Cataloging-in- Publication Data. Erişim Tarihi: 07.04.2018.

[12] Elçi, Ş., Karataylı, İ., & Karaata, S. (2008). Bölgesel İnovasyon Merkezleri: Türkiye İçin Bir Model Önerisi. (Cilt 477). İstanbul: TÜSİAD Yayınları.

[13] Schumpeter, J. (1934). The Theory of Economic Development. (R.Opie,Çev.)Boston: Harvard University Press.

[14] Drucker, P. F. (1985). Innovation and Entrepreneurship. New York: Harper&Row.

[15]Drucker, P.F.,(1999). Management Challenges For The 21st Century.New York: HarperCollins Publisher.

[16]Bessant, J., & Tidd, J. (2015). Innovation and Entrepreneurship. West Sussex: Wiley.

[17] Elçi, Ş.2006.İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı. Ankara: Nova Yayıncılık.

[18] Yorgancılar,F.N. (2011).Sürdürülebilir Rekabet Anlayışı Olarak Yenilik Yeteneği. Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 21: 379-425

[19] Davenport, T.H. (1993). Process Innovation : Reengineering Work Through Information Technology.Boston: Harvard Business Scholl Press.

[20] Johne, A.(1999). Successful Market Innovation. European Journal of Innovation Management 2: 6-11

[21] Yavuz, Ç.(2010). İşletmelerde İnovasyon-Performans İlişkisinin İncelenmesine Dönük Bir Çalışma. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi 5: 144-173

[22] Kılıç, R. & Keklik,B. (2012).KOBİ'lerde Geneş Firma Özelliklerinin İnovasyon Uygulamalarına Etkisi: Balıkesir İlinde Bir Araştırma.Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 39: 93-118

[23] Demir, Kamile(2006). Rogers'ın Yeniliğin Yayılması Teorisi ve İnternetten Ders Kaydı. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 47,367-392.

[24] Cornescua, Viorel, Cecilia-Roxana Adam (2013). "The Consumer Resistance Behavior Towards Innovation" Procedia Economics and Finance, 6, 457-465.

[25] Oslo Kılavuzu (2005), Yenilik Verilerinin Toplanması Ve Yorumlanması İçin İlkeler. 3. Baskı, OECD ve Eurostat Ortak Yayını, Tübitak.

[26] ESER, Z., KORKMAZ, S., & ÖZTÜRK, S. A. (2011). Pazarlama Kavramlar-İlkeler-Kararlar. Ankara: Siyasal .

[27] GÜNEY, H., & KARAKADILAR, İ. S. (2015). Starbucks Firmasının Deneyimsel Pazarlama Uygulamalarının İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi, 131-155.

[28] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2017). Yenilik Araştırması, 2016.

[29] European Commission Neighbourhood Policy and Enlargement Negotiations SBA Fact Sheet Turkey. (2017).

Giyim Sektöründe Sürdürülebilirliğe Yön Veren İnovatif İş Modelleri

Nesrin Türkmen [1], İrem Soyak Çırakoğlu [2]
[1] Tekstil ve Moda Tasarımı Anasanat Dalı
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
[2] Tekstil ve Moda Tasarımı Yüksek Lisans Programı
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Meclis-i Mebusan Cad. No:24 Fındıklı 34437 İstanbul, Türkiye
nesturkmen@gmail.com, iremsoyak@gmail.com

ÖZET

Günümüzde "al-kullan-at" esasına dayanan ve çizgisel olarak tanımlanan giyim sektörünün ticari ve çevresel sürdürülebilirliği, sektörün küresel hacminin büyüklüğü dikkate alındığında oldukça önem taşımaktadır. Doğal kaynakların kullanımında küresel sınırlara yaklaşılması, ortaya çıkan çevresel yük ve tedarik zincirlerinin barındırdığı olumsuz çalışma koşulları ele alındığında, mevcut üretim ve tüketim mekanizmalarında sistem değişimlerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Tekstil alanında sürdürülebilirlik konusundaki çalışmalar, çoğunlukla mevcut ticari modeller çerçevesinde kaynak tüketimi ve atık üretimi sorunlarına odaklıyken, geçtiğimiz yıllarda birçok endüstri kolunda gözlemlenen inovatif yaklaşımlar, giyim ürünleri sektöründe de sistemsel düzeyde değişim odaklı stratejileri gündeme getirmektedir.

Çalışmada, yakın dönemde giyim ürünleri üretimi ve perakende alanlarında gözlemlenen yenilikler doğrultusunda giyim sektöründe geleneksel ticari modellere alternatif teşkil eden inovatif iş modelleri incelenerek, sürdürülebilirlik açısından olumlu değişim yaratma potansiyeli taşıyan başlıca yaklaşımlar, "Döngüsel ekonomi", "Kolaboratif Tüketim" ve "Şeffaflık" başlıkları altında ele alınmaktadır.

Sektör çapında döngüselleşme, kaynak ve ürünlerin sisteme farklı aşamalarda tekrar dahil edilebileceği inovatif iş modelleri ile şirketler için yeni gelir kanalları yaratmanın yanısıra doğal kaynakların kullanımında verim artışı da sağlamaktadır. Giyim ürünlerinin aktif kullanım sürelerini uzatarak tüketici davranışını pozitif yönde şekillendirebilecek kolaboratif tüketim ve paylaşım odaklı yaklaşımlar ise, satın almaya alternatif yeni kullanım sistemleri sunmaktadır. Son olarak, küreselleştikçe şeffaflığını yitiren tedarik zincirlerinin denetimine ve iyileştirilmesine yönelik uygulamalar, etik üretimin yaygınlaşma potansiyelini arttırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, Sürdürülebilirlik, İnovasyon, Döngüsel Ekonomi, Kolaboratif Tüketim

1 GİRİŞ

Giyim sektörü, barındırdığı ticari ağların küreselleşmesi ve gelişen dijital teknolojilerin yaygınlaşması ile son yirmi yılda önemli değişikliklerden geçerek günümüzde en fazla ekonomik büyümenin ve küresel istihdamın yaşandığı endüstriler arasında üst sıralarda yer almaktadır. 2016 senesinde dünya çapında 60 milyona yakın çalışana çok sayıda değişik iş kolu barındıran tedarik zincirlerinde iş olanağı sağlanmış, toplam 1.5 trilyon Euro gelir elde edilmiştir [1]. Üretim süreçlerinde tedarik zincirlerinin geniş lojistik ağları ve gelişmiş geri bildirim sistemleri yardımıyla daha sofistike ve hızlı hale gelmesiyle, hızlı moda üretim modeli günümüz giyim sektörünün baskın mekanizması olarak yerini sağlamlaştırmaktadır. Endüstrinin olumsuz ekolojik ayak izi ve küresel ekonomik dengelerde ayrımların her geçen gün daha da keskinleşmesiyle, üretim ve tüketim döngülerindeki hızlanma eğilimi sistem çapında olumlu çevresel ve toplumsal değişimlere ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir.

Hızlı moda sisteminin temelini, belirleyici özelliği çizgisel niteliği olan "al-üret-at" ("take-make-waste") üretim modeli oluşturmaktadır. Lif, kumaş ve giyim üretimindeki genişleme, ekonomik büyümeyi tetiklemekte, fakat doğal kaynak / enerji tüketimi ve tekstil atığında artış sorunlarını beraberinde getirmektedir. Sürekli büyüme politikasına dayanan ve esas ticari aktivitesi üretim ve pazarlama odaklı olan bu ticari modelin başarısı, her geçen gün daha fazla giyim ürününün üretilmesi ve hızla tüketilerek atığa dönüşmesine bağlıdır. Bireylerin giyim ürünleri satın alma sıklığının artması , ürün fiyatlarında azalma ve buna paralel olarak düşük kaliteli ürünlerin pazarda yaygın mevcudiyeti, giyim ürünlerinin tüketiminde kullan-at kültürünün oluşumuna ve küresel tekstil atık miktarında büyük artışa sebep olmuştur [2].

Günümüzde tasarım, üretim, pazarlama süreçlerinin çeşitli safhalarının ardından tüketiciye ulaşan giyim ürünlerinin büyük kısmı, gerçek ekolojik ve sosyal değerinin hayli altında fiyatlandırılmaktadır. Endüstriyel küreselleşme ile sermaye hareketliliğinde artış ve küresel iş gücünde yaşanan fazlalık kaynaklı rekabet, şirketlerin endüstri koşullarını yönlendirerek sektör çapında işçilik ücretlerini düşürmelerine ve çevresel ayak izine yönelik sorumluluklarından arınmalarına sebep olmaktadır [3]. Kıtalararası taşeron ilişkileri, yerel ekonomileri tüketici ve üretici olarak ikiye ayırarak üretim merkezlerini işçiliğin ucuz olduğu ve sağlıklı standartların çok altında gerçekleştiği ülkelere taşımıştır.

Her geçen gün artan dünya nüfusunun hızlanan tüketim alışkanlıkları göz önünde bulundurulduğunda, giyim sektörünün sonsuz büyüme stratejisinin ekolojik ve sosyal anlamda sürdürülebilir nitelikte olmadığı ortadadır. Dünya nüfusundaki ve tüketim alışkanlıklarındaki artış eğilimi hesaplanarak yapılan öngörüler, endüstriyel kaynak ve enerji tüketiminin yakın gelecekte küresel sınırlara erişeceğine işaret etmektedir [1]. Halihazırda değişkenliğin yüksek, öngörülebilirliğin düşük olduğu, ürün kullanım ömrünün gittikçe kısaldığı, çok miktarda ve dürtüsel satın alma alışkanlıklarına bağlı moda sektöründe [2] şirketlerin başarısı, gelecek doğal kaynak ve enerji tüketimi kısıtlamaları karşısında gösterecekleri esneklik ve yaratıcılığa bağlıdır. Birçok giyim markası, henüz belirli ülkelerde uygulanmakta olup yakın gelecekte yaygınlaşması öngörülen sürdürülebilirlik politikaları doğrultusunda iş modellerini gözden geçirerek değer önermelerini çeşitlendirmekte, ürün ve kaynakların kullanım ömrünü uzatmaya yönelik yeni ticaret kanalları oluşturma girişimlerinde bulunmaktadır.

Farklı birçok sektörde olduğu gibi giyim endüstrisi de girişimcilerin inovatif iş modelleri ile gerek ekonomik gerek toplumsal ve çevresel değer yarattıkları, sürdürülebilirliğin iş modeli tasarımının merkezinde yer aldığı yeni bir süreçten geçmektedir. Bu yenilikçi ve işbirliği eğilimli ekosistemde; tüketici bilincinin artması, döngüsellik, kurumsal sorumluluk, kolaboratif tüketim ve teknolojik inovasyon gibi sürdürülebilirlik alanında olumlu etkileri gözlemlenen makro sosyo-ekonomik trendler belirmektedir [4]. Bu çalışmada, yakın dönemde giyim ürünleri üretimi ve perakende alanlarında gözlemlenen yenilikler doğrultusunda giyim sektöründe geleneksel ticari modellere alternatif teşkil eden inovatif iş modelleri incelenerek, sürdürülebilirlik açısından olumlu değişim yaratma potansiyeli taşıyan başlıca yaklaşımlar, "Döngüsel ekonomi", "Kolaboratif Tüketim" ve "Şeffaflık" başlıkları altında anlatılmaktadır.

2 GİYSİ TÜKETİMİNDE ARTIŞIN ÇEVRESEL VE TOPLUMSAL ETKİLERİ

20. yüzyılın ortasından bu yana, giyim endüstrisinin üretim zincirlerinde küresel bir yer değişimi gerçekleşmektedir. ABD ve Avrupa'da giyim ürünlerinin üretimi büyük oranda yerel olarak gerçekleştirilmekteyken, şirketlerin gelişmekte olan ülkelerdeki işçilik ve diğer imalat maliyetlerindeki ciddi farklılıklardan faydalanarak tedarik zincirlerini küreselleştirmeleriyle, üretim alanındaki iş olanakları yeni merkezlere taşınmıştır. Giyim ürünlerinin küresel ticareti, 1962 ile 1974 yılları arasında pamuklu kumaş ürünlerinin uluslararası ticaretini yöneten Long Term Arrangement (LTA) , 1974 senesinden 2004'e kadar ise Multi Fiber Arrangement (MFA) anlaşmaları doğrultusunda şekillenmiştir. Ülkeler arasında ikili anlaşmalar sağlayan bu düzenlemeler ile, belirlenen ihracat kotalarının yerel pazarları koruması amaçlanmıştır. 2005 senesinde MFA anlaşmasının sonra ermesiyle, ABD ve Avrupa'daki üretim merkezleri, Asya'da bulunan ve diğer bazı pazarların düşük işçilik maliyetleri karşısında avantajsız konuma gelmiş, böylece üretimin doğuya göçü hız kazanmıştır.

Uluslararası ticaret şartlarındaki değişiklikler ile, 1990'larda yaygınlaşan hızlı moda modeli, 2000'lerde giyim ürünlerinin fiyatlarında düşüşü, üretim ve tüketim miktarlarında ise ciddi miktarlarda artışı beraberinde getirmiştir. Üretim süreçlerinde dijital kalıp sistemlerinin gelişmesi, taşeron ilişkilerinin yaygınlaşması ve hızlı geri bildirim sistemleri sayesinde sipariş hacimlerinin esnekleşmesi, hızlı moda modelinin karlılık payını arttırmasında önemli rolü olan etmenlerdir [3].

Günümüzde hızlı moda sisteminin genişlemeci politikasının belirlediği üretim ve tüketim eğilimlerinin, ekonomik büyüme ile beraberinde getirdiği ekolojik ve toplumsal olumsuz sonuçlar,

- Çevresel kirlilikte artış,
- Kaynakların tüketilmesi,
- İklimsel değişimler,
- İşçilerin yoksulluk sınırında, kayıtsız veya geçici kontratlar ile çalıştırılması,
- İş verenleri, dünya markaları ve perakendecilerin talepleri doğrultusunda imalat maliyetlerini düşürmeye ve üretim sürelerini kısaltmaya zorlayan rekabet ortamı

maddeleri halinde özetlenebilir [5]. Sistematik olarak uygulanmakta olan "al-üret-at" ticari modelinin ekonomik sürdürülebilirliğinin, yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının kullanımına, işlenen malzemelerin ucuz ve kolay erişilebilir olmasına ve işçilik maliyetlerinin gittikçe azalmasına bağlı olması, yakın gelecekte fiziksel kısıtlamalar ve yasal yaptırımlar doğrultusunda sektörde önemli değişiklikler yaşanacağının belirtisidir.

Boston Consulting Group (BCG) danışmanlık firmasının Global Fashion Agenda (GFA) ile ortak yürüttüğü araştırma verilerine göre, 2030 senesinde dünya nüfusunun 8.5 milyarı geçmesiyle küresel giysi üretiminin %63 oranında büyüme göstereceği tahmin edilmektedir. Güncel nüfus artış ve tüketim eğilimleri hesaplanarak yapılan bu öngörü, günümüzde 62 milyon ton olan küresel giysi ve ayakkabı tüketiminin 2030 senesinde 102 milyon tona ulaşacağını varsayarak, sektörün dünya çapında kaynak tüketiminin ve ekolojik hasarının küresel sınırları zorlayacak boyutlara erişeceğinin altını çizmektedir.

3 GİYİM SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNOVASYON

Giyim endüstrisinin tedarik zincirlerinin her basamağının barındırdığı şirketler, küresel ekonomide yaşanmakta olan değişimleri fırsat olarak değerlendirebilmek ve gelecek karlılıklarını koruyabilmek için stratejilerini pragmatik ve inovatif olarak nitelendirilebilecek iki düzeyde geliştirmelidir. Pragmatik stratejiler, ekonomik uygulanabilirlikleri ölçülebilir olup, günümüzde olumlu getirileri kanıtlanmış, iyi uygulanmış örnekleri tekrar edilebilen eylemler olarak değerlendirilebilir. İnovatif stratejiler ise, güncel sorunlara başka sektörlerle ve sektör dahilinde aktörler arası işbirliği sağlayarak etkin çözümler yaratan, iyi örnekleri henüz deneme aşamasında olan eylemlerdir. Sektör çapında değişimin sağlanması için, pragmatik ve inovatif stratejilerin birarada, eşzamanlı uygulanması, inovatif iş modellerinin geleneksel ticari faaliyetleri destekleyerek tedarik zincirlerindeki boşlukları doldurması önemli adımlardır. İnovatif uygulamaların yayılma dinamikleri, şirketlerin sıklıkla iki basamaklı bir dağılım modelini izlediklerini göstermektedir. Birinci grup, inovatif uygulamaları özünde algılanan olumlu etkileri sebebiyle erken benimseyen yenilikçi aktörler olarak tanımlanırken, iyi örnekleri bulunan inovatif uygulamaları gözlemledikleri olumlu etkileri tekrarlamak için benimseyen ikinci grup ise geç kalanlar olarak nitelendirilmektedir.

Tekstil alanında sürdürülebilirlikle ilgili tartışmalar, araştırmalar ve uygulamalar, nispeten kısa tarihi boyunca yoğunlukla üretici odaklı olmuştur. Tedarik zincirinde yukarıya (üreticiye) yönelik (upstream supply chain) iyileştirme girişimleri, atık yönetimi, toksik olmayan üretim yöntemleri, sürdürülebilir malzemelerin geliştirilmesi ve kullanımı ve çalışan hakları gibi üretim süreçlerinin yol açtığı çevresel ve toplumsal hasarlara odaklanmıştır. Tedarik zincirlerinde tüketiciye (aşağıya) yönelik (downstream supply chain) sürdürülebilir uygulamaların gündeme gelmesi, diğer sektörlerdeki eğilimler ve yeni iş modelleri ile etkileşim içerisinde kuvvetlenmekte olan, oldukça yeni bir gelişmedir [2].

3.1 Döngüsel Ekonomi

Bir endüstri modeli olarak döngüsel ekonomiyi çizgisel modellerden ayıran en belirleyici özellik, temelinde büyümeyi mümkün kılan ekonomik faaliyetlerin kısıtlı doğal kaynakların tüketimine ve yoğun atık üretimine dayalı olmamasıdır. Sunulan farklı değer önermeleri ile çizgisel modelde gözardı edilen boşluklar doldurulabilmekte, tersine lojistik[1] mekanizmaları kurularak doğal kaynak ve malzemelerin tek yönlü akışı yerine çift yönde hareketliliği sağlanmaktadır. Üretim ve tüketimde döngüsellik üç temel prensip ile gerçekleşmektedir: tasarım evresinde yapılan bilinçli tercihler ile atık oluşumunun sistem dışı bırakılması, ürünlerin ve imalatlarında kullanılan tüm malzemelerin döngü dahilinde tutulması ve kurulan tüm mekanizmaların yenilenebilir, doğal sistemlerden oluşması.

21. yüzyılda, endüstri devrimi sonrası sistematik olarak kullanılan çizgisel endüstriyel üretim mekanizmalarının oluşturduğu çevresel hasarın etkileri ve doğal kaynak rezervlerinin tamamen tüketilme riski küresel tehditler olarak belirginleşmekteyken, döngüsel ekonomi kavramı bilimsel araştırmalar ve sektörel toplantılarda sıklıkla gündeme getirilmektedir. Günümüzde esasında sürdürülebilirliği içeren yeni ticari modellerin birçoğu, mevcut uygulamaların çizgisel yapısının yeni ara bağlantılar kurularak döngüselleşmesi prensibi ile işlemektedir.

Döngüsel ekonomi kavramı, yakın gelecekte ekolojik bir kriz yaşanma potansiyeli doğrultusunda günümüzde sürdürülebilirliğe yön veren inovatif yaklaşımlar arasında yer almakla beraber, 1970'lerden bu yana zenginleşmekte olan önemli bir teorik arka plana sahiptir. Mimar ve endüstriyel analist Walter Stahel, 1976 senesinde Genevieve Reday ile birlikte hazırlayıp Avrupa Komisyonu'na sunduğu "Enerji Yerine İnsan Gücü Kullanımı Potansiyeli" başlıklı raporunda döngüler halinde işleyen bir ekonomik model vizyonunu ve böyle bir modelin iş gücü istihdamı, ekonomik rekabet, kaynak tasarrufu ve atık üretiminin önüne geçilmesi açısından avantajlarını tasvir etmiştir. Üretim süreçlerinde kapalı devre yaklaşımını geliştiren Stahel'in 1982 senesinde İsviçre'nin Cenevre kentinde kurmuş olduğu Ürün Ömrü Enstitüsü ("Product Life Institute"), uygulamalı bilimsel araştırmalar ve endüstri aktörleri ile ortak çalışmalar yürütmektedir. Performans Ekonomisi olarak bilinen bu endüstri modeli, Döngüsel Ekonomi kavramının temelini oluşturan, sürdürülebilir bir ekonomi için sistem çapında inovasyon fikrini ilk defa gündeme getirmiştir.

William McDonough ve Michael Braungart'ın 1990'lı yıllarda geliştirdikleri ve 2002 senesinde yayınladıkları "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things" isimli kitap ile yaygın bilinirlik kazanan "cradle-to-cradle" (beşikten beşiğe, C2C) tasarım anlayışı ise, ürün ve sistemlerin tasarımlarını biyomimetik (doğadan ilham alan) bir yaklaşım ile yenileyerek sürdürülebilir, güvenli döngüler yaratmayı hedeflemektedir. Ekonomik, endüstriyel ve sosyal alanlarda yaşanan güncel sorunlara, atığın önüne geçen yenileyici (rejeneretif) sistemler ile çözüm getiren, bütüncül bir modeldir. C2C modelinde, endüstriyel ve ticari süreçlerde yer alan tüm kaynak ve malzemeler, teknik ve biyolojik besinler olarak nitelendirilmekte; "atık" kavramının içeriği, "yeni döngüler için besin" olarak yeniden anlamlandırılmaktadır. Teknik besinler çevreye zararlı olmayan tüm sentetik malzemeleri içermekte olup, yapısal özellikleri kaybolmadan defalarca kullanılmaları mümkündür. Biyolojik besinler ise, kullanımlarının ardından doğal süreçler ile toprağa, suya veya havaya karışarak ayrışan, çürüme yoluyla tabiatta küçük yaşam formlarına besin kaynağı olarak dönen organik malzemelerdir [6]. Bu ayrım tüketim kelimesinin çürüme, yok olma anlamına geldiğinin, çizgisel sistemlerde ürün ve atıkların çok küçük bir kısmının gerçekten "tüketildiği" gerçeğinin altını çizmektedir. C2C modelinde ürün ve sistem tasarımı süreçlerinde farklı sektörlerden uzmanların kolaboratif çalışması ve ürünlerin ar-ge süreçlerinde ürün imalat ve kullanım ömrünün tüm biyolojik ve kimyasal evrelerinin dikkate alınması önem taşımaktadır.

Döngüsel ekonomi, Dünya Ekonomi Forumu'nun (World Economic Forum) Ellen MacArthur Foundation ve McKinsey danışmanlık şirketi ile ortak olarak hazırladığı 2014 tarihli raporda, "kullanım ömrünün sonu kavramının yerine restorasyonu getiren, yenilenebilir enerji kullanımına geçiş yapan, toksik kimyasal maddelerin kullanımını ortadan kaldıran, ürün, sistem ve iş modellerinin

[1] Tersine lojistik, hammadde, ürün ve buna ilişkin bilgilerin tüketim noktasından kaynak noktası yönünde, geri değer kazanılması veya uygun şekilde yok edilmesi amacıyla etkin akışının planlanması, uygulaması ve kontrolünü kapsayan süreç anlamına gelmektedir.

nitelikli tasarımı sayesinde atık üretiminin önüne geçmeyi hedefleyen bir endüstriyel sistem" olarak tanımlanmaktadır [7]. Döngüsel sistem, üretim mekanizmalarının nitelikli hale getirilmesi ve yavaşlaması ile çevresel yükünün azaltılmasının yanısıra, imalat süreçlerinde gereksinim duyulan kaynak miktarının da azalmasıyla, ekonomik büyümeyi mümkün kılan ve aynı zamanda sürdürülebilir olan yeni ticari faaliyetlerin ortaya çıkışına zemin oluşturmaktadır.

Üreticilerin sorumluluk alanlarının mevcut sisteme nazaran genişlemesinin şirketlerin ticari faaliyetlerinin karlılık oranlarında düşüşe sebep olacağı kanısı, ekonomik büyüme ve sürdürülebilirliğin birbirini kapsama ihtimali olmayan, birbirine ters kavramlar oldukları savından yola çıkmaktadır. Halbuki döngüsel bir sistem dahilinde kaynakların ve üretimi yapılan ürünlerin tekrar tekrar kullanımı, şirketlerin hammade ihtiyacını azaltmakta, ticari faaliyetlerini farklı değer önermeleri ile destekleyerek yeni gelir kanalları elde etmelerini sağlamaktadır. Ters lojistik ağlar kurarak ürünlerinin satış sonrası sorumluluklarını bünyesine alan şirketler, ürünlerini üretimde defalarca kullanılmak üzere hammadde olarak üretim döngülerine dahil edebilir, veya tadilat-tamirat, ikinci el satış veya kiralama gibi hizmetler yoluyla tekrar pazara sunabilmektedirler. Üretilen birim başına elde edilen geliri arttıran iş modelleri ile sayıca az fakat daha sorumlu bir üretim politikası izleyen şirketlerin toplam gelirlerinde artış yaşanması potansiyeli, döngüselleşmeyi ekonomik avantajlar sunan bir seçenek haline getirmektedir.

Giyim endüstrisinde sayısı gittikçe artan birçok firma ile ortaklıklar oluşturmuş olan Global Fashion Agenda (GFA) tarafından organize edilip Kopenhag'da gerçekleştirilen Kopenhag Moda Zirvesi (Copenhagen Fashion Summit), ilk defa düzenlendiği 2009 senesinden bu yana moda alanında çevresel, toplumsal ve etik sürdürülebilirlik konularına dikkat çekmektedir. Beşincisi 2017 senesinin Mayıs ayında gerçekleşen zirve, Döngüsel Sistem başlığı altında toplanmış ve ürün kullanım ömrünü uzatmaya yönelik stratejilerin tartışıldığı panellere ev sahipliği yapmıştır. Endüstri temsilcilerinin bu stratejiler doğrultusunda döngüsel bir modele geçiş için uygulamaları gereken politikaları tarif eden bir anlaşmayı imzalamaya davet edildikleri zirve sürecinde ve sonrasında, giyim ürünlerinin küresel pazarının %7.5'ini oluşturan 143 markayı temsil eden 64 şirket ile anlaşma sağlanmıştır [8].

Global Fashion Agenda, Boston Consulting Group ile gerçekleştirdiği araştırmada giyim endüstrisinde yaygın uygulamaların çevresel ve toplumsal etkileri açısından puanlandırıldıkları bir değerlendirme sistemi geliştirmiş, yayınladıkları raporda 2017 senesine ait değerleri açıklamışlardır. Rapor, giyim sektöründe döngüsel bir sisteme geçişin ivme kazanması için öncelikli olarak uygulamaya geçirilmesi tavsiye edilen politikaları dört madde halinde tanımlamaktadır [1]:

- Tekrar kullanım ve geri dönüşümü destekleyen tasarım stratejilerinin yürürlüğe girmesi,
- Toplanan kullanılmış giyim ürünleri hacminin arttırılması,
- Tekrar satışa sunulan giyim ürünlerinin hacminin arttırılması,
- Geri dönüştürülmüş liflerden imal edilen giyim ürünlerinin pazar payının genişletilmesi.

Giyim sektöründe sürdürülebilirliğe yön veren bir makro trend olarak Döngüsel Ekonomi, güncel hızlı moda sisteminin aksine kaynak tüketimi yerine sürekli kullanımının öne çıktığı, üretici ve perakendecilerin ürün mülkiyetini üstlenerek hizmet sunucusu rolünü benimsedikleri bir modeldir. Döngüsel Ekonomi, ürün ve hizmet tasarımı ve iş modeli alanlarında inovasyona fırsat tanımasıyla, geleneksel ticaret modellerine alternatif oluşturabilecek, uzun vadeli ve geniş çaplı bir sistem olarak değerlendirilmelidir.

3.2 Kolaboratif Tüketim

Moda sektöründe sürdürülebilir ve inovatif iş modellerine yön veren makro eğilimlerden bir diğeri, günümüzde giyim ürünlerinin kullanım ömrünü uzatmaya yönelik çeşitli çözümlerin belirmekte olduğu paylaşım ekonomisidir. Kolaboratif Tüketim kavramının ve paylaşım ekonomisinin yaygınlaşmasıyla, ulaşım ve konaklama alanları başta olmak üzere birçok sektörde ortaya çıkan yeni iş modelleri, yakın dönemde giyim ürünlerinin tüketim biçimlerinde de değişimlere sebep olmuştur.

Paylaşım ekonomisi, mülkiyetten erişime geçişin yaşandığı küresel, kültürel ve ekonomik bir paradigma değişimi olarak değerlendirildiğinde, yüksek üretim hacimlerinin olumsuz çevresel etkilerinin önüne geçilmesini, aynı zamanda inovasyon ve girişimcilik kaynaklı ekonomik büyümeyi

mümkün kılmaktadır. Kolaboratif tüketim, kolaboratif ekonomi veya kişiler arası ekonomi (P2P: peer to peer) terimleriyle de ifade edilen paylaşım ekonomisi; kaynakların, ürünlerin veya hizmetlerin paylaşımında mevcut arz ve talebi eşleştirmektedir. Günümüzde paylaşım odaklı iş modellerinin büyük çoğunluğu, (1) ulaşım, (2) perakende ve tüketici ürünleri, (3) konaklama, (4) medya, (5) profesyonel hizmetler ve (6) finans sektörleri olmak üzere altı ana kategoride görülmektedir. Perakende ve tüketici ürünleri alanında kiralama, ikinci el satış ve takas hizmetleri sunan sayısız platform, sık ihtiyaç duyulmayan pahalı ürünlerin ortak kullanımını, veya giyim ürünlerinde olduğu gibi sık sık değiştirilebilecek ürünlere üyelik olanağını sağlamaktadır.

Kolaboratif tüketim, ürünlerin kiralama, ikinci el satış, takas, ödünç verme, bağışlama gibi uygulamalar yoluyla, organize bir şekilde el değiştirmesini ifade etmektedir. Aslında özünde yenilikçi olmayıp, aileler arası giysi paylaşımı veya ikinci el mağazaları gibi yüzyıllardır süre gelen kültürel alışkanlık ve ekonomik faaliyetleri tasvir eden kolaboratif tüketimi inovatif kılan niteliği, bu faaliyetleri yakın dönemde ortaya çıkan iş modelleri ile organize, güvenilir ve pratik hale getirmiş olmasıdır.

Paylaşım ekonomisinin işleyiş mekanizması, üç temel bileşeni bir araya getirmektedir:

- Sahibi veya sağlayıcısından başka birey veya ticari kuruluşların talep göstereceği bir ürün veya hizmet,
- Kullanıma sunulan ürünün sahibinin veya hizmetin sağlayıcısının, paylaşım talebini yerel veya uluslararası düzeyde ilan edebilme imkanı,
- Ürün sahibi veya hizmet sağlayıcısı ile kullanıcılar arasında güvenli ilişkiler kurulabilmesini destekleyen değerlendirme, puanlama veya yorum mekanizmalarının mevcudiyeti [9].

Paylaşım ekonomisini, geleneksel iş modelleri ile rekabetinde avantajlı kılan unsur, erişim hakkı sunulan ürün veya hizmetlerin marjinal maliyetinin[2] düşük olmasıdır. Kullanılmayan, atıl kalan ürünlerin yeni kullanıcılar ile buluşturulması ile, ürünlerin kullanım ömürlerinin uzatılmasının yanısıra, bu ürünlerden tekrar ekonomik değer elde edilmektedir. Kolaboratif tüketimin özellikle fiyatı yüksek olan veya sıklıkla ihtiyaç duyulmayan ürün veya hizmetlerin paylaşımında önem kazanması, mülkiyet yerine erişim tercihinde ekonomik etkenlerin belirleyici olduğunun altını çizmektedir [10].

Kolaboratif tüketimin giyim sektöründeki uygulamalarının, kiralama modeli, ikinci el satış modeli ve takas modeli olarak sınıflandırılabilecek üç ana kategoride gelişmekte oldukları gözlemlenmektedir.

Giyim ürünlerinin kiralanması modeli, paylaşım ekonomisinde diğer sektörlerde de görülen temel ürün hizmetleri sağlama modeli ile benzerlik göstermektedir. Kullanıcılar arası (P2P: "peer-to-peer") veya işletmeden tüketiciye (B2C: "business-to-consumer") uygulamaları bulunan ürün kiralama platformları, tek defaya mahsus ürün kiralama, veya kiralama süreleri ve kiralanan ürün sayısının uygulamadan uygulamaya farklılık gösterdiği üyelik hizmetleri sunmaktadır.

İşletmeden tüketiciye (B2C) kiralama site ve uygulamalarında, üyeler perakendeci firmaların kataloglamış oldukları giyim ürünleri koleksiyonlarından seçtikleri ürünleri kiralamaktadırlar. Bazı kiralama platformları üyelere kiraladıkları ürünleri, kullanım sürelerinin ardından satın alma seçeneği de tanımakta, böylece satın almadan önce belirli bir süre kullanarak deneme olanağı sunmaktadır. Sınırlı sayıda örneği bulunan bir uygulama ise, firmaların kullanıcılara siteleri veya telefon uygulamalarının dışında, kullanıcıların yoğun olduğu şehirlerde ürünleri deneyebilecekleri veya elden teslim alabillecekleri mağazalar kanalıyla hizmet sunmalarıdır. Kiralama modelinin özellikle etkin kullanımı, abiye giyim, gelinlik, çanta ve aksesuar, hamile giyimi gibi sık kullanım gerektirmeyen, yüksek fiyatlı ürünlerin paylaşımında görülmektedir. Bu modelde işleyiş gösteren şirketlerin gelirleri, ürünlerin kiralanma bedelleri veya aylık abonelik ücretleri, kiralama süresini aşan ürünler için alınan cezalar ve ufak hasarları kapsayan sigorta bedellerinden; giderleri ise nakliye ve temizlik hizmetleri kalemlerinden oluşmaktadır.

[2] Marjinal maliyet, üretim miktarı bir birim arttırıldığında toplam maliyette meydana gelen değişmedir.

Kiralama modelinin, paylaşım ekonomisinin yatay tedarik zincirlerinden faydalandığı diğer uygulaması, kişiler arası kiralama işlemlerinin (P2P) gerçekleştiği platformlardır. Bu iş modelinin değer önermesi, B2C modelinde mülkiyeti şirketlere ait olan ürünlerin kiralanmasından farklı olarak, giyim ürünleri sahiplerinin potansiyel kiracılar ile buluşturulmasıdır. Kiralama işlemi platform üzerinden gerçekleşip, ürünler posta veya kurye yoluyla ulaştırılmakta veya birbirine fiziksel olarak yakın olan üyelerin buluşturulması için iletişim olanağı sunulmaktadır. Platform üyeliği çoğu uygulamada ücretsiz olup, iş modelinin gelirleri büyük oranda kişiler arası gerçekleşen her kiralama işleminden alınan, çoğu örnekte %20 oranında seyreden komisyon bedelinden oluşmaktadır. Kişiler arası kiralama modelinde, kiraya sunulan ürünlerin kullacıların evlerinde muhafaza edilmesi sebebiyle depolama masrafları ortadan kalkmakta, nakliye ve temizlik hizmetlerinin giderleri ise ürün sahipleri tarafından karşılanmaktadır.

Paylaşım ekonomisinin moda alanındaki uygulamalarının ikinci kategorisi olan ikinci el satış modeli geleneksel mülkiyet kavramı etrafında gelişmiş olup, yeni uygulamalarının sunduğu iyi ve pratik kullanıcı deneyimi sayesinde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Kullanılmış ürünlerin satışı internet aracılığıyla yapılan ilk ticari işlemler arasında olup; günümüzde alıcılar ile satıcılar arasında pratik, düzenli iletişimin sağlandığı platformların kurulması, nispeten yakın zamanda, iletişim teknolojilerinin gelişimi, yaygınlaşması ve güvenilirliğinin artışı ile gerçekleşmiştir. Kullanılmayan giyim ürünlerinin mülkiyetinin el değiştirmesiyle yeni kullanıcılara ulaştırılması, yeni ürün imalatına olan talebin azalmasını desteklemektedir.

Kullanılmış giysi ve aksesuarların ikinci el satışı, yerel veya uluslararası düzeyde, moda alanında uzmanlaşmış veya her çeşit kullanılmış tüketici ürününün satışa sunulduğu genel içerikli, kişiler arası (P2P) platformlarda yapılmaktadır. Kullanıcılar, şirketlerin internet siteleri veya telefon uygulamaları üzerinden üyelik alarak profillerini oluşturmanın ardından, platformlarda yalnızca alışveriş yapabilmekte veya sahip oldukları ürünleri satışa sunabilmektedirler. Satışa çıkaracakları ürünlerin görsellerini ve bilgilerini içeren ürün sayfalarını uygulama yardımıyla düzenleyen üyeler, satış fiyatı ve nakliye seçeneklerini belirlemektedirler. Platformların bazılarının içeriği, kadın giyim, büyük beden giyim, çocuk giyim gibi belirli kategoriler ile sınırlandırılmaktayken, diğerleri çeşitli kategorilere bir arada yer vermektedir. Üyelerin satışa sunabilecekleri ürünlerin fiyat aralığını sabitlemeyi tercih eden platformlar ise, belirli bir ürün yelpazesi oluşturmayı ve daha odaklı bir müşteri profiline ulaşmayı hedeflemektedir.

Son olarak, giyim sektöründeki paylaşım modellerinden üçüncüsü olan takas modeli, giyim ürünlerinin takas işlemlerinin gerçekleştirildiği çevrimiçi ve çevrimdışı iş modellerini ifade etmekte olup, ürünlerin kişiler arası paylaşımının karşılıklı ürün değişimi yoluyla sağlandığı uygulamaları kapsamaktadır. Danimarka, Finlandiya gibi yerel toplumsal ve kültürel yapının uygun zemin hazırladığı ülkelerde uygulamaları görülen giysi takas grupları ve giysi arşivleri, üyelerin fiziksel bir mekanda biraraya gelerek oluşturdukları ortak bir giyim ürünleri kataloğundan faydalanmalarını sağlamaktadır. Takas modelinin esas yaygın uygulaması ise, üyelerin karşılıklı ürün değişiminde bulundukları site ve platformlardır. Bu platformların değer önermesi, üyelere, tüm üyelerin görsel ve ürün bilgilerini paylaştıkları ürünlerden oluşan ortak bir giysi ve aksesuar kataloğundan, katkıda bulundukları ölçüde faydalanabilme hakkı sunmasıdır.

Kolaboratif tüketimin giyim ürünleri odaklı uygulamalarının çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik açısından olumlu etkileri arasında, toplam ürün kullanım ömrünün uzaması, pazarda arz ve talebin verimli şekilde eşleştirilmesi, tüketicinin alım gücünün artması, kişiler arası etkileşimleri desteklemesi ve yerel ekonomileri canlandırması öne çıkmaktadır. Diğer yandan, alım gücü artan kullanıcıların, paylaşım ekonomisi kapsamında ulaştığı ürün ve hizmetleri geleneksel ticaret kanallarından satın aldığı ürün ve hizmetlere alternatif olarak görmek yerine, ek bir tüketim biçimi olarak değerlendirmesi, toplam tüketimde artışa neden olabileceği savını gündeme getirmektedir [11]. Paylaşım odaklı iş modeli inovasyonunda ekolojik sürdürülebilirlik açısından olumlu sonuçlar elde edilmesi için, ürünlerin kullanıcılar arası nakliyesinde ve temizlik işlemlerinde artan çevresel ayak izi gibi etmenler de göz önünde bulundurulmalıdır. Toplumsal sürdürülebilirlik açısından olumlu sonuçların elde edilmesinde ise, kullanıcılara güvenlik ve sağlık açısından güvence sağlanması ve gerekli vergi düzenlemelerinin dahil olduğu yasal düzenlemelerin yapılması önem taşımaktadır.

3.3 Şeffaflık

Giyim sektöründe sürdürülebilirliğe yön veren makro eğilimlerden belki de en geniş çaplı etki yaratma potansiyeli bulunanı, sürdürülebilirlik konusunda artan müşteri bilincinin tetiklediği ve şirketlerin henüz gönüllü olarak yürürlüğe geçirmekte olduğu şeffaflık politikalarıdır. Şirketlerin kurumsal sosyal sorumluluk politikaları kapsamında benimsedikleri, tedarik zincirlerinin şeffaflaşmasına ve iyileştirilmesine yönelik uygulamalar, hızlı moda sisteminin gerek ekolojik ayak izinin azalmasında, gerek ise çalışma koşullarında oluşturduğu eşitsizliklerin bir kısmının önüne geçilmesinde önemli bir role sahiptir.

Hızlı moda endüstrisi büyümeye devam ettikçe, şirketler arasında üretim maliyetlerinin düşmeye devam ettiği rekabet ortamı üretim koşullarının sektör çapında kötüleşmesine sebep olmaktadır. Küreselleşmenin belirgin biçimde şekil verdiği giyim sektöründe perakende firmalarının bulunduğu ülkelerde ucuz ve çok miktarda tüketimi körükleyecek giysilerin üretimi, işçilerin düşük maaşlarla, güvensiz şartlarda çalıştırıldıkları ülkelere taşınmaktadır. Yüksek hacimde, düşük kaliteli kaynakların kullanılarak yapıldığı giyim ürünleri imalatının gözardı edilen çevresel hasarı ise, bu yeni üretim merkezlerinin bulunduğu ülkelerin doğal kaynaklarından başlayarak küresel ekolojik dengeleri tahrip etmektedir.

Toplumsal anlamda değerlendirildiğinde hızlı moda sisteminin, moda olgusunu geniş bir kitle için ulaşılabilir hale getirmesi sebebiyle demokratikleştirici bir etkiye sahip olduğu savunulabilir. Fakat hızlı moda markalarının müşterilerinin beğenisine haftalık olarak sunduğu giysilerin üretildikleri şartlar gözönünde bulundurulduğunda, bahsedilen demokratikleştirme dinamiğinin üretimde çalışan bireyleri kapsamadığı açıktır.

Moda sektöründe kurumsal sosyal sorumluluk uygulamaları, mevcut üretim mekanizmalarının küresel ağlarının yaygınlığı ve karmaşıklığı dolayısıyla özellikle tedarik zincirlerinin iyileştirilmesi alanında etkinlik göstermektedir. Uluslararası giyim markaları, tedarik zincirlerinin her evresinde şeffalaşmaya yönelik girişimlerinde; sürdürülebilirlik raporları hazırlanması, gönüllü olarak çokpaydaşlı denetime tabi olma, Fair Trade Association (Dürüst Ticaret Birliği) benzeri kurumlar tarafından denetlenme, şirket dahilinde çalışma standartlarını güvence altına alan programlar oluşturma, ticari ahlak bildirisi düzenleme ve tedarikçi firmaların açıkça beyanı gibi uygulamalara başvurmaktadırlar [4].

Etik çalışma koşullarında üretilen giyim ürünleri, yaratılan ekonomik değer açısından daha verimli olmanın yanısıra, şirketlerin sosyal kapitaline de katkıda bulunmaktadır. Sektörde yüksek bilinirliğe sahip birçok marka, tedarik zincirlerinde iyileşme çalışmalarının yanısıra, birçok ülkede yaygınlaşmakta olan tüketici sürdürülebilirlik bilincinin artmasına yönelik girişimlerde bulunmaktadır.

Giyim sektöründeki sürdürülebilirlik uygulamalarını yaygınlaştırabilmek için kullanıcı alışkanlıklarını değiştirmenin, üretimi ve lojistiği düzenleyen yönetmelikleri güncellemenin yanı sıra gelişen yeni teknolojilerin sürdürülebilir uygulamaları desteklemesi yönünde inovatif girişimler önem taşımaktadır. Farklı sektörlerde kullanılan teknolojiler giyim sektörüne uyarlanarak şeffaflaşma politikalarını kuvvetlendiren yeni iş modellerinin geliştirilmesi, bu politikaların şirketlerin uyguladıkları halkla ilişkiler kampanyalarından ileriye taşınmasını sağlayacaktır.

Yakın dönemde güven ekonomisi kavramının yapıtaşlarından biri olarak gündeme gelen Blockchain teknolojisi, giyim sektöründe şeffaflaşmayı destekleyen inovatif girişimler için önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Moda sektöründe giyim ürünlerinin üretiminin ve lojistiğinin değiştirilemez bir biçimde kayda alınıp takip edilmesinde işlevsel olabilecek Blockchain teknolojisi, en yaygın olarak kişiler arasındaki Bitcoin gibi kriptopara birimlerinin transferlerinin kaydı ve bu transferlerin herkes tarafından kolayca geriye dönülerek incelenebilmesini mümkün kılan teknoloji olarak bilinmektedir [12].

Giyim sektöründe üretilen, depolanan, satış noktalarına gönderilen, satın alınan, kullanılan ve elden çıkarılan her giyim ürünü, bir QR kod veya küçük bir çip ile etiketlenmeye müsaittir. Aynı şekilde üretimde girdi olarak kullanılan hammaddeleri, giyime hazır yeni veya ikinci el ürünleri taşıyan konteynerlerin de benzer bir teknoloji ile takip edilmesi mümkündür. Blockchain teknolojisi ile etiketlenen tüm giyim ürünlerinin veya hammaddelerin hangi kişiler arasında, ne ücret karşılığında el

değiştirdiği, nereden nereye nakliye edildiği gibi sınırsız bilgi, hiçbir şirket, kurum veya kişinin değiştiremeyeceği bir şekilde, birçok defterde kayıt altına alınarak ve sorgulanmasına imkan sağlayarak hem sektördeki şirketlerin üretim süreçlerindeki hem de kullanıcı ile bu şirketler arasındaki ilişkilerde şeffaflık niteliğini kuvvetlendirme potansiyeline sahiptir.

4 SONUÇ

Günümüzde yeni ve varolan şirketler, ekonomik varlıklarını sürdürmeye ve büyütmeye çalıştıkları rekabet ortamında, ticari aktivitelerinin yol açtığı ekolojik ayak izi ve toplumsal eşitsizliklerin küresel krizler oluşturma tehdidine karşı mücadele etmek durumundadırlar. Farklı alanlarda etkileri gözlemlenmekte olan döngüsel ekonomi, paylaşım ekonomisi, dürüst ticaret ve tüketimde minimalizm ("lowsumerism") gibi eğilimlerin yaygınlaşması, birçok sektörde yeni ticari modellerin oluşumuna uygun zemini hazırlamaktadır. Özellikle kaynak tüketiminin ve işçiliğin ön planda olduğu giyim sektöründe de, çevresel hasar ve toplumsal adaletsizliklerin etkilerini azaltma potansiyeline sahip yeni iş modelleri, şirketler için önemli fırsatlar yaratmaktadır.

Giyim ürünlerinden mümkün olan en yüksek değerin elde edilmesi için, kaynak kaybı ve atık oluşumu sorunlarının önüne geçildiği döngüsel üretim ve tüketim mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir. Döngüsel ekonomide kaliteli hammaddelerle, kalıcı olmak üzere tasarlanmış ve üretilmiş ürünlerin ömrü; tamir, tekrar satış, kolaboratif tüketim uygulamaları ile uzatılmaktadır. Kullanım ömrünün sonunda, kullanılamaz hale gelen ürünler ise, içerdikleri lif ve diğer hammaddelerin yeni ürün imalatında kullanımı için tekrar işlenmektedir. Döngüsel ekonomi modeli, şirketler için mevcut hammadde maliyetlerini düşürmenin yanısıra, inovatif iş modelleri ile yeni gelir kaynakları oluşturacakları ticaret kanallarından faydalanmalarına olanak sağlamaktadır.

Kolaboratif tüketim uygulamarı ise, üretimde artışa gerek duyulmadan, mülkiyet sahiplerinden daha geniş bir kesimin mevcut ürünlere erişimini mümkün kılmalarıyla küresel ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Giyim sektöründe paylaşım odaklı yeni iş modelleri, otomotiv ve konaklama sektörlerinde olduğu gibi geleneksel iş modellerini destekleyici nitelikte değerlendirildiklerinde, arz ve talep arasında verimli bağlantılar kurulmasını mümkün kılmaktadır. Giyim ürünlerinin kolaboratif tüketiminin önemli bir getirisi ise, uzun süre kullanılabilecek, kaliteli malzemeler kullanılarak ve iyi şartlarda üretilmiş ürünlere olan talepte artışa sebep olmasıdır.

Son olarak, günümüzde ticari ilişkilerin dijitalleşmesi ve küresel tedarik zincirlerinin karmaşıklaşmasıyla, şirketler ve bireyler arası ilişkilerin güvenilir olmaktan uzaklaşması durumu, sektör çapında kötü uygulamaları tetiklemektedir. Müşteri bilinci ve sürdürülebilir ürünlere olan ilgi artmaktayken, şirketler tedarik zincirlerini iyileştirme girişimlerini gönüllü kurumsal sosyal sorumluluk projeleri olarak değerlendirmekten daha fazlasını hedefleyerek, marka kimliklerini sürdürülebilirlik kavramı etrafında yeniden inşa etme, ticari aktivitelerini inovatif iş modellleri ile çeşitlendirerek yeni değer önermeleri sunma şansına sahiptir. Tüketicilerin giyim ürünlerinin tüm kullanım ömrü boyunca çevresel ve toplumsal etkileri hakkında bilgilendirilmelerinde, tedarik zincirlerinin şeffaflaştırılmasında ve takip edilebilir hale getirilmesinde, şirketlerin mevcut ve yeni ticari modellerinde gelişmekte ve yaygınlaşmakta olan teknolojilerden faydalanmalarının önemli rolü olcaktır.

KAYNAKÇA

[1] Global Fashion Agenda & Boston Consulting Group, 2017. *Pulse of the Fashion Industry 2017*, http://www.globalfashionagenda.com/pulse/. Erişim tarihi: 10.11.2017

[2] Hvass, K. K. 2014. Post-retail Responsibility of Garments – a Fashion Industry Perspective. *Journal of Fashion Marketing and Management,* 18(4), 413-430, doi: 10.1108/JFMM-01-2013-0005.

[3] Brooks, A. 2015. *Clothing Poverty: The Hidden World of Fast Fashion and Second-hand Clothes*. London: Zed Books.

[4] Todeschini, B. V., Cortimiglia, M. N., Callegaro-de-Menezes, D., Ghezzi, A. 2017. Innovative and Sustainable Business Models in the Fashion Industry: Entrepreneurial Drivers, Opportunities, and Challenges. *Business Horizons*, 60(6), 759-770.

[5] Fletcher, K. 2010. Slow Fashion: An Invitation for Systems Change. *Fashion Practice: The Journal of Design, Creative Process & the Fashion Industry*, 2:2, 259-265, doi: 10.2752/175693810X12774625387594

[6] McDonough, W., Braungart, M. 2009. *Cradle to Cradle: Re-making the Way We Make Things*, London: Vintage Books.

[7] *Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-up Across Global Supply Chains*, 2014, Ocak. World Economic Forum'un, Ellen MacArthur Foundation ve McKinsey & Company ile ortak raporu, İsviçre. http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircular Economy_Report_2014.pdf. Erişim tarihi: 23.11.2017

[8] http://www.globalfashionagenda.com/commitment/, Erişim tarihi: 10.11.2017

[9] Boncui, F., Balgar, A, 2016. Sharing Economy as a Contributor to Sustainable Growth, An EU Perspective. *Romanian Journal of European Affairs*, Vol.16, No. 2.

[10] *The Sharing Economy* (2015, Nisan). PricewaterhouseCoopers Consumer Intelligence Series. https://www.pwc.com/CISsharing. Erişim tarihi: 25.9.2017

[11] Verboren, H. ve Vanherck, L. 2016, Aralık. The Sustainability Paradox of the Sharing Economy, *uwf: UmweltWirtschaftsForum* 24(4), 303-314, doi: 10.1007/s00550-016-0410-y. Erişim tarihi: 7.4.2017

[12] Burstall, R., Clark, B. 2017. Blockchain, IP and the Fashion Industry, *Managing Intellectual Property,* Mart 7, 2017. http://www.managingip.com/Article/3667444/Blockchain-IP-and-the-fashion-industry.html. Erişim tarihi: 12.1.2018

Mobilya Tasarımında Disiplinlerarası Etkileşimlerden Doğan Ürün İnovasyonu ve Yönetimi

Savaş Öztaş[1], Buse Gül [2], Mustafa Konuk[3]
[1] Ar-Ge Müdürü/ Mimar
[2] Tasarım Uzmanı/ Mimar
[3] Proje Geliştirme Şefi/ İstatistikçi
Boytaş Ar-Ge Merkezi, Organize Sanayi Bölgesi 7. Cad. No:5 38070 Melikgazi / Kayseri

ÖZET

Mobilya sektöründe, değişen trendlere ve marka kimliğine uygun ürün inovasyonlarını keşfetmek ve hayata geçirmek disiplinler arası etkileşimi ve değişimi anlamaktan geçmektedir. Toplumun demografik ve sosyolojik yapısında, mimaride ve teknolojideki değişim ve bu disiplinler arasındaki etkileşim; Türkiye mobilya sektörünün lider kuruluşu Boytaş için ürün geliştirme sürecinde ana girdilerden birini oluşturmaktadır. Çalışmada; farklı disiplinlerdeki gelişimi ve değişimi anlama, birbirleri arasındaki bağlantıları keşfetme, ürün segmentasyonuna bu yeniliklerin adaptasyonu ve en son olarak doğru inovasyon alanları için sistemsel yaklaşımların işletildiği özgün süreç anlatılmaktadır.

Ürün geliştirme sürecinde, katma değerli alternatifler arasından seçilen inovasyon projelerinde kalite, üretkenlik, karlılık ve müşteri ihtiyaçlarını karşılama vb. kriterleri konulmakta ve en az %80 başarı oranı hedeflenmektedir. Projeyi etkileyen tüm bu kriterler proaktif düşünce ve eş zamanlı mühendislik mantıkları ile desteklenerek başarıya ulaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mobilya, İnovasyon, Disiplinler Arası Etkileşim

1 GİRİŞ

Mobilya en genel anlamda dinlenme, uyuma, çalışma, yemek yeme, depolama, oturma vb. ihtiyaçlar için yaşam alanlarının döşendiği taşınabilir eşyalar olarak tanımlanmaktadır[3]. Tüketicilerin pek çok fiziksel ve duygusal ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak geliştirilen bu ürünler aynı zamanda tasarım, estetik, ergonomi, çevre ve insan sağlığına olumsuz özellikler veya riskler ihtiva etmemesi gibi pek çok özelliği de barındırıyor olmalıdır.

Her yeni mobilya tasarımında, ürün geliştirme ekibi süreç adımları boyunca, alternatifler arasından yüzlerce karar (renkler, ölçüler, malzemeler vb.) vermektedir. Bu kararların pek çoğu, müşteri beklentileri, teknoloji, temel bilimler ve tecrübe yardımıyla alınmakta olup, küresel pazarda rekabetçi bir ürün tasarımı için ise ciddi çalışmalar; teknoloji, ürün ve süreç yeniliklerinin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Kurumsal strateji ve pazardaki konum ürün geliştirme sürecinde demokratik tasarım yaklaşımının benimsenmesini gerekli kılmaktadır. Pazarda büyük bir müşteri segmentine hitap edilmesi, operasyonel kısıtlar ve tüm paydaşların (müşteri, tedarikçi vb.) ihtiyaçlarını göz önünde bulundurma gerekliliği bu yaklaşımı zorunlu kılmaktadır.

Demokratik tasarım, tüm paydaşların talep ve ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde sürecin yönetilmesidir. Zaman zaman bu talepler, sistemin ve ürünün verimli olması adına dengelenir veya kriterler arasında seçim yapılır. Bu talep ve ihtiyaçları gerçekleştirmek ise hem süreç hem de ürün inovasyonlarının birlikte hayata geçirilmesine bağlıdır.

[3] Türk Dil Kurumu Genel Türkçe Sözlük

2. TEKNOLOJİ, DEMOGRAFİ, MİMARİ ALANLARDAKİ DEĞİŞİMLER VE İNOVASYON

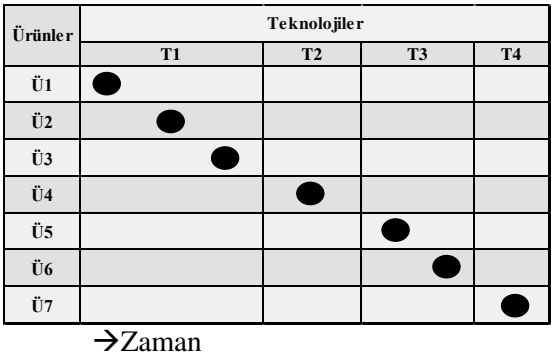
2.1 Teknoloji

Mobilyada tüketicilerin ürün kabulünde genellikle 8 önemli ölçüt göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlar; (1) Fonksiyonel Performans, (2) Elde Etme Maliyeti, (3) Kolay Kullanım Karakteristiği, (4) İşletme Maliyeti, (5) Güvenilirlik, (6) Servis Edilebilirlik, (7) Uyumluluk, (8) Görsellik/Kozmetik Unsurlar [1].

Teknolojik ilerleme genellikle bu 8 ölçütü geliştirmek için yapılmaktadır. Zaman içerisinde bu alanlardaki iyileştirme yönü ve iyileştirme önceliklerini de değişebilmektedir. Bu değişimleri anlamak için Ürün Geliştirme Sürecimizde "mimari, sosyo-kültürel ve demografik gelişmelere sistematik şekilde odaklanmaktayız. Bu disiplinlerdeki değişim ve etkileşim, geliştirilecek ürünlerdeki inovasyon ihtiyacını ortaya koymakta ve aynı zamanda karar alma süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Şekil 1 de gösterildiği üzere mimari, sosyo-kültürel etkenler ve demografik yapı gibi disiplinlerdeki değişimler, kurumsal önceliklerle ilişkilendirilmektedir. Bu analizler sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda teknoloji ve ürün inovasyonları hayata geçirilmektedir. Boytaş'ın misyonu ve kurumsal değerleri çerçevesinde tüm sürecin insan odaklı olması ve insana değer katması amaçlanmaktadır (Şekil 1).

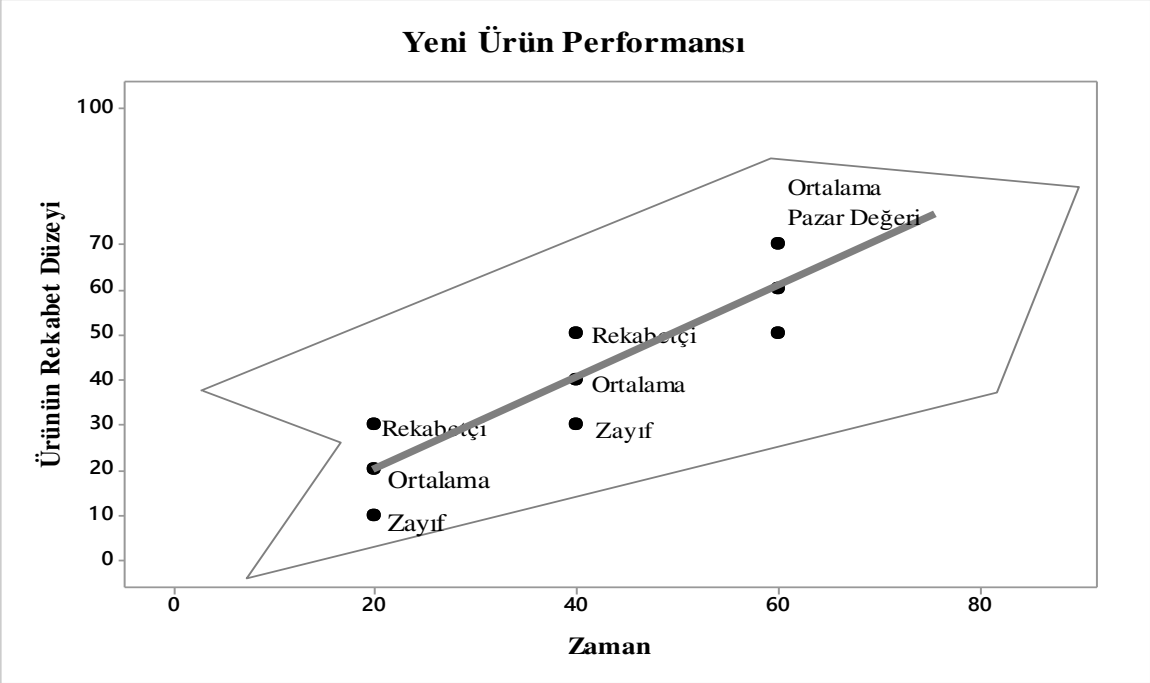
Şekil 1 Teknolojinin öncelikli disiplinler ve kurumsal hedeflerle ilişkilendirilmesi

Her yeni ürün, teknolojik bir alt yapı ile pazara sunulmaktadır [2]. Yeni teknoloji ve yeni ürün geliştirme çalışmaları, disiplinler arası etkileşimler ve kurumsal öncelikler yardımıyla yönetilebilmektedir. "Mevcut teknolojiyi sabit tutmak ve yeni ürün geliştirme" ya da "yeni teknoloji ile birlikte yeni ürün geliştirme" kararını bu etkileşimler ve öncelikler belirlemektedir (Şekil 2). Bu öncelikler; kurumsal önceliklerimizde de belirtildiği gibi vizyon ve misyon hedefinden gelen pek çok politika, strateji ve hedefi barındırmaktadır. Orta ve uzun dönem stratejik planlar ciro, maliyet, pazar payı, rekabet, sürdürülebilirlik, operasyonel mükemmellik, iş sağlığı ve güvenliği alanlarında gelişimi amaçlamaktadır.



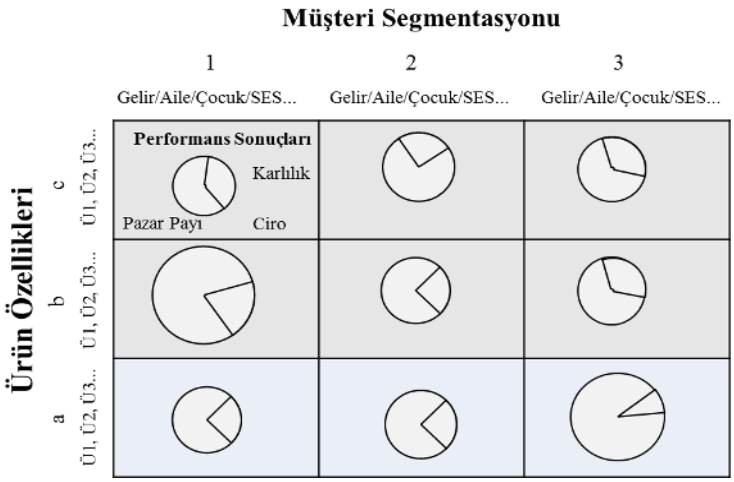
Şekil 2 Yeni Ürün ve Yeni Teknoloji Geliştirme (Ü: Ürün, T: Teknoloji)

Aynı teknoloji ile birden fazla yeni ürün geliştirme (T1 ile Ü1, Ü2, Ü3), yeni bir teknoloji ile birlikte yeni bir ürün geliştirme (T2 ile Ü2) kararları ve bu kararların kurumsal öncelikler ve müşteri(insan) taleplerinin üzerindeki etkisi, ürün geliştirme sürecindeki yetkinlik seviyesinin de bir göstergesi olmaktadır. Bu kararlar pazarda yeni geliştirilen ürün ile ilgili olarak rekabetçilik düzeyini belirlemektedir [3].



Şekil 3 Zaman İçerisinde Ürünlerin Rekabetçilik Düzeyleri

Rekabetçi Ürün; Ürün segmentasyon matrisinde, pazardan hedeflenen payı alan ve kurumsal öncelik hedeflerini gerçekleştiren üründür. Segmentasyon matrisi, demografik yapı, mimari gelişmeler ve sosyo kültürel unsurlar dediğimiz disiplinlerden girdi sağlamaktadır. Segmentasyon Matrisi ile ilgili olarak örnek bir hücre Şekil 4'te gösterilmiştir [4].



Şekil 4 Örnek Ürün Segmentasyon Matrisi

2.2 Demografi

Demografik yapı altında pek çok faktör analiz edilmektedir. Mobilya ürün inovasyonu temelinde; nüfus, aile yapısı, sosyo ekonomik seviye, eğitim, kır/kent yaşam durumu, evlilik ve boşanma gibi değişkenlere ait trendler yerel ve global anlamda takip edilmektedir. Örneğin; Türkiye'de bulunan yaklaşık 24 milyon aile için bu veri tabanının geliştirilmesi ürün segmentasyon matrisinin ve etkili pazar araştırmalarının yapılabilmesi adına önemli bir çalışma olmaktadır.

Mimaride, demografik özelliklerde ve teknolojideki gelişim fırsatının öngörülmesi etkili ürün inovasyonu için önemli bir yetkinliktir. Mobilya ürün inovasyonu bu disiplinlerdeki etkileşimlerin ortaya konması ve anlamlı eğilimlerin keşfedilmesi ile sağlanabilmektedir.

Örneğin, nüfusun yaşlanması "ergonomi ve kolay kullanım" özelliklerinde yenilik ihtiyacı ortaya koymaktadır. Boşanmaların artması ise "küçük metrekare evlerde fonksiyonel, kolay elde edilebilir ve taşınabilir" özelliklerdeki ürün inovasyonunu tetiklemektedir. Sosyo ekonomik göstergelerdeki olumlu gelişmeler sağlıklı yaşam, kolaylık ve rahatlığa yönelim gibi alanlardaki yeniliklerin tercih edilme ihtimalini arttırmaktadır.

Değişken sayısının fazla olması ve veri toplamadaki zorluklar bu süreçte de önemli inovatif yaklaşımları gerekli kılmaktadır. Örneğin ürün inovasyonu için yapılan bir saha araştırmasında, mobilya tasarımcısı görüşme yaptığı aileden elde ettiği verilerin genel anlamda önemini ve temsil edicilik düzeyini tahmin edebilmelidir. Ancak o zaman kurumsal öncelikleri destekleyen, etkili ürün inovasyonları ortaya konabilecektir.

Konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, sağlık, eğitim, çevre, güvenlik, sivil katılım, altyapı hizmetlerine erişim, sosyal yaşam, yaşam memnuniyeti gibi üst seviye değişkenler ve daha alt detay değişkenlerle yapılan "yaşam endeks" araştırmaları, resmi veri tabanları, sektörel araştırmalar, verilerin hızlı ve kolay elde edilmesinde önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

Daha özelde tüketici ihtiyacı ve marka değeri gibi araştırmalar; fonksiyonel ihtiyaçlar, sosyal kimlik ihtiyaçları ve duygusal ihtiyaçlar konusunda önemli bilgiler sağlamaktadır. Duygusal anlamda ihtiyaçların "canlanma, sıradışı, kendini gösterme, odaklanma, dinlenme, kaynaşma" gibi alanlarda mevcut ürünler tarafından temsil edilebilirliği de bir inovasyon girdisi olmaktadır.

Ailenin hep beraber olabileceği bir ev, mobilya ile yaşamın birleştiği alanlar, davetkâr bir ortam, geniş oyun alanı, her bütçeye uygun seçenekler, her eve uyan, hayatı kolaylaştıran, rahat ve kolay kullanım, sevgi ve birlikteliğin yaşandığı ortamlar gibi duygusal ihtiyaçlar bu özel araştırmalarla elde edilebilmektedir.

2.3 Mimari

Yaşam alanlarının döşendiği mobilya ürünleri, mimarideki gelişimlerden ve eğilimlerden önemli düzeyde etkilenmektedir. Ev mimarisinin değişen özellikleri mobilya tasarımında ölçülere, renklere, geometriye, malzemeye ve teknolojiye yön vermektedir.

Ev ve oda metrekarelerindeki küçülmeler, malzeme, ışık, dijitalleşme teknolojilerindeki gelişimler mobilya ürünlerimizde de bu değişimlerle uyumlu yenilikleri beraberinde getirmektedir. Ürünlerin daha minimalist ölçülerde ve kompakt olması, birkaç fonksiyona cevap verebiliyor olması (yemek masasına dönüşen büfe vb.) tüketici tarafından tercih sebebi olabilmektedir.

Evlerde her oda için farklı mobilya kullanım ihtiyaçları vardır (salon, oturma odası, çalışma odası, banyo, mutfak.). Bu yaşam alanlarının kendi içindeki önemli özellikler de mimari gelişmelerle takip edilmektedir. Yaşam alanlarının kendi içindeki dinamikleri ve değişimleri, mobilya sektöründe de üretimsel ve kavramsal değişimlere yol açmıştır.

Daha öncesinde tercih edilen ve beğenilen modüller, tarzlar; şu an bu değişimler sonucu ya hiç tercih edilmemekte ya da revize edilmiş/ edilen halleriyle talep görmektedir (gümüşlük ünitesinin yer sıkıntısından dolayı alınmaması, büfe aynasının beğenilip alınması fakat büfe üzerinde değil de daha farklı bir yerde dekoratif olarak kullanılması vb.).

Tüm bunlarla beraber; örneğin çocuk odalarının küçük olması, buradaki ürünler için farklı fonksiyon ve kullanım kolaylığı gibi inovasyonları öncelikli hale getirmiştir. Yatağa dönüşen çalışma masası, çekmece olarak kullanılan ranza merdivenleri, kitaplık modülünden yatağın çıkması vb. ürünler pazarda bu ihtiyaçların karşılanmasına yönelik olarak tasarımcıların hızla geliştirdiği inovasyonlara örnek olarak verilebilir.

Aynı şekilde son zamanlarda yapılan dairelerde giyinme odalarının yapılması ile gardırop ihtiyacı ortadan kalkmakta ve giyinme odaları için daha farklı ve bütünsel çözümler ön plana çıkmaktadır. Müstakil evlerin yıllık bazda toplam içindeki satın alınma oranı, 2002 yılında 35% iken günümüzde 15%'e kadar gerilemiştir. Ofis alanlarının metrekare değeri ise iki kat artış göstermiştir.

Bu örneklere benzer şekilde mimaride de yüzlerce önemli parametre zaman içerisinde değişim gösterebilmektedir. Bazı değişimler olumsuz sonuçlar da vermektedir. Örneğin, evlerin zaman içinde kullanımı, farklı etkenlerden dolayı (inşaat aşamasında beton dökümünde yaşanan olumsuz ve kontrolsüz çalışmalar vb.) zeminde eğimler meydana gelebilmekte ve bu durum mobilyalarda bazı mekanizmaların sağlıklı çalışmasını engellemektedir.

Buradan yola çıkarak mevcut ürünün mevcut teknoloji ile iyileştirilmesi veya yeni bir teknoloji ile bu değişkenliklerden tamamen etkilenmeyen yeni ürün inovasyonları hayata geçirilebilmektedir.

Teknoloji, mimari, demografi alanlarındaki gelişmeler birlikte ele alındığında ürün inovasyonlarının daha etkili ve kurumsal önceliklere daha çok katkı ile hayata geçtiği görülmektedir. Müşteri evlerinde yapılan ziyaretler sonucunda belirlenen değişkenler arasındaki ilişkilerden ise Ar-Ge projeleri geliştirilmektedir.

Örneğin müşteri üründeki çekmece sayısının olabildiğince fazla olmasını ve ürünün de olabildiğince hafif olmasını talep etmektedir. Buradaki etkileşim (çekmece sayısı ve ağırlık) ters yönlü ve negatif bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Disiplinler arası etkileşim bu tür ilişkileri kurumsal öncelikler temelinde değerlendirmektedir. Çekmece sayısının arttırılması ve ağırlığın azaltılması inovatif yenilikler ve geliştirmeler gerektirmektedir. Bu tür değişkenler arasındaki ilişkiler bir matris yardımıyla analiz edilmektedir (Şekil 5).

Değişkenler	Değişken 1	Değişken 2	Değişken 3
Değişken 1	-	Zayıf-Negatif	Orta-Pozitif
Değişken 2		-	Güçlü-Negatif
Değişken 3			-

Şekil 5 Değişkenler ve Etkileşimleri

Değişkenler ve etkileşimleri, önem derecesi ve kurumsal önceliklere göre ağırlıklandırıldığında kuruma değer katacak yeni Ar-Ge projeleri belirlenmiş olmaktadır. Negatif korelasyonlar Ar-Ge projelerini tetiklerken, pozitif korelasyonlar ise önemli pazarlama inovasyonlarını sağlayabilmektedir.

3 SONUÇ

Mobilyada ürün inovasyonu tüm disiplinlerden gelen bilgilerin sistematik ve bütünsel bir süreç içerisinde değerlendirilmesi ile hayata geçirilebilmektedir (Şekil 6) . Boytaş ürün geliştirme sürecinin başarısı da büyük ölçüde bu çalışmaların etkinliğine bağlı olmaktadır. Şekil 6 'da tüm süreçlerden gelen bilgilerin değerlendirilmesi ile ilgili örnek bir çalışma paylaşılmaktadır. Disiplinlerden sağlanan girdiler kurumsal önceliklerle ilişkilendirilmektedir. Bu ilişkiler sonucunda elde edilen bilgiler yardımıyla yeni Ar-Ge ve İnovasyon projeleri hayata geçirilmektedir.

Demografi- Sosyo Ekonomi	Mimari	Teknoloji	İnsan (Müşteriler)	Etkileşim	Kurumsal Öncelik	İnovasyon Alanı	Proje
Nüfusun yaşlanması	-	Ergonominin Ölçülebilir Hale Gelmesi	-	Demografi x Teknoloji	İnsan dostu ürünler	Oturma Ergonomisini Geliştirme, Konfor	Yeni Ürün Geliştirme
Şehir Merkezlerine Göç	Odaların Küçülmesi	-	Fonksiyon/ Rahatlık	Demografi x Mimari x İnsan	Büyüme Stratejisi	Çalışma Masası, Gardrop, Ranza Bütünleştirmesi	Yeni Ürün Geliştirme
-	Zemin Bozuklukları	Mevcut Teknoloji	Müşteri Şikayeti	Mimari x Müşteri Şikayeti	Müşteri Memnuniyeti	Mekanizma Üretim Sürecinde Parametre Tasarımı	Mekanizmalarda Robustluk Geliştirme Projesi
Bireyselleşme (Tek Başına Yaşam)	1+1 Evler	Dijitalleşme	Hızlı, Kolay Kurulum	Montaj x Mimari x Bireyselleşme x Teknoloji	Büyüme Stratejisi	Hızlı ve Kolay Montaj Geliştirmesi	Animasyonlu Montaj Uygulaması

Şekil 6 Disiplinler Arası Etkileşim ve Ürün İnovasyonu

Boytaş Mobilya ve üretimini gerçekleştirdiği Türkiye'nin lider mobilya markalarının (İstikbal, Bellona) gelişimi incelendiğinde elde edilen büyük başarının temelinde "inovasyon" yaklaşımlarının olduğu görülmektedir. 1990'lı yılların başında sistematik ve bütünsel bir bakış açısı olmamasına rağmen yapılan inovatif geliştirmeler, Boytaş markalarını Türkiye'de sektör liderliğine ve dünyanın da önde gelen mobilya markaları arasına sokmuştur. Bu inovasyonlar arasında en çok dikkat çeken basit bir mekanizma ile kanepelere çekyat özelliği kazandırılmasıdır [5] . Bu geliştirme ile yıllarca fabrika kapasitelerinin çok üzerinde bir müşteri talebine neden olmuştur.

Günümüz rekabet ortamının özellikleri, küreselleşme, bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler vb. sebeplerden dolayı inovasyona bütünsel, sistematik ve disiplinler arası bir süreçte yaklaşma gerekliliği kaçınılmaz olmuştur. Boytaş ürün geliştirme süreci zaman içerisinde, ürün inovasyonlarının insan odaklı ve disiplinler arası etkileşimden gelen girdilerle ele alınmasına odaklanmıştır. Bu süreç üzerinde de çalışmasını sürdürmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Otto, K., Wood, K. 2001, "Product Design- Techniques in Reverse Engineering and New Product Development" , Prentice-Hall, Inc., New Jersey
[2] Ueno, K., 1997, Company-Wide Implementations of Robust-Technology Development", ASME Press
[3] Pugh, Stuart, 1996, "Creating Innovative Products Using Total Design", Addison-Wesley, Massachusettts
[4] Boytaş Ürün Geliştirme Süreci dokümantasyonu
[5] En Makbul İnsan Üreten İnsandır, Prof. Dr. Nükhet Vardar, İstikbal 50. Yıl Yayını

Türk Otomotiv Endüstrisinde İnovasyon

İmren Öztürk Yılmaz[1], Mustafa Özgur Güngör[2]

[1] Beycelik Gestamp Otomotiv A.Ş. BTSO Organize Sanayi Bölgesi, Bursa, Türkiye
[2] Okan Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye
[*)] Corresponding author: ozgur.gungor@okan.edu.tr

ÖZET

İnovasyon Latince bir kelime olan innovatus'tan türetilmiştir. İnovasyon; yaşadığımız çağın özelliğini de göz önünde tutarak, bilimi teknoloji ile harmanlayarak ekonomik ya da sosyal bir faydaya dönüştürmeyi hedeflemektedir. Ar-Ge kavramı ise tüm sektörler için önemli bir kavram olmasıyla birlikte, otomotiv sektörü gibi değişime ve yeniliğe sürekli açık olan bir küresel sektör için de hayati öneme arz etmektedir. Dünya genelinde özellikle büyük otomotiv firmalarının Ar-Ge harcamaları incelendiğinde Ar-Ge ve İnovasyonun önemini destekler niteliktedir. Bu çalışmada otomotiv sektöründe yoğun rekabet koşullarına rağmen Ar-Ge ve inovasyonun gerekliliği sorgulanmış, yapılan çalışmalar özetlenmiş ve Türk otomotiv endüstrisinin kendine özgü bir araç tasarlayıp üretmesi zorunluluğunun gereksinimlerini vurgulayacak nitelikte derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İnovasyon, Ar-Ge, Türk Otomotiv Endüstrisi

ABSTRACT

Innovation is derived from the latin word ‘innovatus’. Innovation; also tells how to turn science and technology into an economic or social benefit, keeping in mind the age we live in. The concept of R&D is an important concept for all sectors, but it is also vital for a global sector that is constantly open to change and innovation, such as the automotive sector. It is important that R&D and innovation are important in the world, especially when the R&D expenditures of major automotive companies are examined. In this study, the necessity of R&D and innovation was questioned despite the intense competition conditions in the automotive sector. Authors have compiled and summarized to emphasize the requirements of these necessities of Turkish automotive industry to design and produce a unique vehicle.

Keywords: Innovaton, R&D, Turkish Automotive Industry

1. GİRİŞ

İnovasyon, ilk defa ekonomist ve politika bilimcisi Joseph Schumpeter tarafından “kalkınmanın itici gücü” olarak tanımlanmıştır. Schumpeter, inovasyonu müşterilerin henüz karşılaşmadığı bir ürünün veya varolan bir ürünün yeni özellikle zenginleştirerek pazara sürülmesi; yeni bir üretim yönteminin kullanılmaya başlanması, yeni bir pazarın açılması; hammaddelerin veya yarı mamüllerin tedariği konusunda yeni kaynaklar bulunması ile birlikte sanayinin yeni organizasyona sahip olması olarak tanımlanır [1]. İnovasyon kavramı 1960’ların başında Marshall McLuhan’ın ünlü deyimiyle dünyayı “küresel bir köy” haline getiren bir kavramdır. Uluslararası alanda kabul gören bir perspektifle OECD ve Eurostat’ın birlikte yayınladıkları Oslo Manual Kılavuzu’na (2005) göre inovasyon ise; “yeni veya önemli ölçüde değiştirilmiş ürün (mal ya da hizmet), veya sürecin; yeni bir pazarlama yönteminin; ya da iş uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni bir organizasyonel yöntemin uygulanmasıdır. Kılavuza göre, inovasyonu dört başlık altında sınıflandırılmıştır [2];

- *Ürün inovasyonu*, yeni veya özellikleri ya da kullanım amaçları açısından önemli ölçüde geliştirilmiş/iyileştirilmiş bir mal veya hizmetin pazara sunulmasıdır. Bu, teknik özelliklerde, parçalarda ve malzemelerde, yerleşik yazılımda, kullanım kolaylığında veya diğer işlevsel özelliklerde önemli iyileştirmeleri /geliştirmeleri içerir. *Süreç inovasyonu,* yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş / iyileştirilmiş üretim ya da dağıtım yöntemininin uygulanmasıdır. Bu, tekniklerde, ekipmanda ve/veya yazılımda önemli değişiklikleri içerir. *Pazarlama inovasyonu,* ürün tasarımında veya paketinde, ürün yerleştirmede, ürün promosyonunda ya da fiyatlandırmasında önemli değişiklikler içeren yeni bir pazarlama yönteminin uygulanmasıdır. *Organizasyonel inovasyon,* firmanın iş uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerinde yeni bir organizasyonel yöntemin uygulanmasıdır [1,2].

Bu tanım ve başlıklar, inovasyonun ifadesinde kırılma noktası olarak görülebilir. İnovasyonu yaratıcı bir fikir üretmenin veya geliştirmenin ötesinde bu fikri yaşama geçirebilmek, yani bir ürün, hizmet veya sürece yansıtabilmek ve de bundan bir ekonomik veya sosyal kazanç sağlayabilmektedir. Kısacası, bir işletme için yeni olan ve yeni olandan elde edilecek kazanç ve fayda o işletme için inovasyondur. Rekabetçilik ve kalkınmanın anahtarı üretkenliği artırmak, üretkenliğin anahtarı ise inovasyondur. İnovasyon işletmelerin sürdürülebilirliğini sağlamada önemli bir etkendir. Yeniliği oluşturmayan yeniliğe kapalı olan ve yeniliklere uyum sağlamayan işletmeler kendi pazarlarında rekabet avantajlarını kaybetme durumuna gelmişlerdir [3,4].

İnovasyon sadece işletmeler için değil ülkelerin sürdürülebilir büyümeleri, sosyal refaha erişmeleri ve iş olanaklarının artması anlamına gelmektedir. Gelecek yıllarda ülkeler arasındaki rekabetin artmasıyla birlikte inovasyon yarışında önde olmak için yoğun çaba sarf edeceklerdir. Bu çabaların belki de en önemlisi ve sonuç vereni ise inovasyonun oluşabileceği ortamın çevre koşullarının sağlanması olmaktadır.

İnovasyon kavramı, çağın özelliklerini de göz önünde tutarak, bilim ve teknolojiyi ekonomik ya da sosyal bir faydaya dönüştürmeyi amaçlar [4]. Bilim ve teknolojideki yetkinliğe dayalı inovasyon becerisi geliştirmek, verimliliği artırabilmenin rekabetçiliği artırabilmenin tek yolu halini almıştır [6,7]. Bir başka deyişle, dünya nimetlerinin yeniden paylaşılmasında ve toplumsal refahın yükseltilmesinde bu becerideki üstünlük belirleyici olmaktadır [5, 8].

Bu çalışmada ülkemizin lokomotif sektörü olan otomotivde geliştirilebilecek inovasyon organizasyonları ile ülkemizde yenileşim ve değişimin yine otomotiv sektörü önderliğinde sürdürebilmesi üzerine odaklanılmıştır.

2 TÜRK OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Türkiye otomotiv ana sanayisi 12 firma ile 18 fabrikada faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu 12 firmanın 4'ü yalnızca otomobil, 6'sı sadece ticari araç, 2'si ise hem otomobil hem de ticari araç üretimi gerçekleşmektedir. İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından açıklanan 500 büyük sanayi kuruluşu arasında ilk 10 sırada Ford Otosan, Oyak-Renault ve Tofaş yer alırken, Hyundai Assan, Mercedes-Benz Türk, Toyota Otomotiv Türkiye gibi oyuncular da listedeki önemli firmalar olarak devamında bulunmaktadır.

Toyota, Oyak Renault, Tofaş, Hyundai Assan ve Honda'nın son dönemde otomobil modellerine yaptıkları yatırımlar çok olumlu sonuçlar vermekle birlikte 351.898 adetle Tofaş, 2017 yılının ilk 11 ayında Türkiye otomotiv sektörünün en büyük üretim rakamına ulaşmıştır ve yükselen bir üretim grafiği ile devam etmektedir. Tofaş'ı sırasıyla Ford Otosan, Oyak Renault, Toyota ve Hyundai Assan izlemektedir. Türkiye otomotiv sektörünün, yeni ürün ve kapasite yatırımları üretim ve ihracat kapasitelerini arttırarak bu alandaki gelişimi tüm verileri incelediğimizde artarak sürmektedir. Bu şekilde otomotiv sanayisinin dünya pazarındaki yükselişini özellikle son iki yıldaki momentumu ile tespit etmekteyiz. 2016 yılında Türkiye üretimini yüzde 16,1 arttırmıştır. Böylece, Türkiye, üretim performansını en çok artıran ülkelerden biri konumuna geldi ve dünya sıralamasında iki basamak birden yükseldi. 2016 yılındaki istatistiklerde Türkiye 15. sırada yer aldı. Avrupa'da Almanya, İspanya, Fransa, İngiltere ve Rusya'nın ardından 6. sırada yer aldı. Birçok olumsuz etkene maruz kalmasına rağmen Türkiye'nin 2017'de de büyümeye devam ettiğini veriler göstermektedir. Son 10 yılda en yüksek düzeye gelen Türk Otomotiv sektörünün üretimi ve ihracatı, 2017 yılının içinde gerçekleşenlerle birlikte aynı trendi destekler ve büyümedeki başarının 2017'de devam ettiğini

gösteriyor. Otomotiv sektörü, bu sürdürülebilir gelişmelerle, 2017'de de en çok ihracat yapılan sektör unvanını elinde tutmaktadır.

Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) verilerine göre Türkiye'nin 1 Ocak-30 Kasım 2017 tarihleri arasında 142 milyar USD olarak gerçekleşen toplam ihracat rakamının 26 milyar USD bölümü güçlü dinamikleriyle otomotiv sektörü tarafından gerçekleştirildi. Sonuç olarak, toplam ihracattaki payı yüzde 18,3 seviyesinde oluştu. Böylece otomotiv sektörü ihracatı, daha önceki zirve noktası olan 2008 yılındaki 24,7 milyar USD rekor seviyesinin üzerine çıktı. Bu dönemdeki yeni dağılım kompozisyonu farklı olmakla beraber, 2017 yılı sonuçlarına göre, otomobil ve hafif ticari araç pazarı yüzde 2,8 oranında daralırken, hafif ticari araç pazarında yüzde 2,9 oranında artış gözlemlendi [9].

Otomotiv sektörü, etki alanının genişliği, diğer sektörlere olan etkisi ve katkısıyla modern ekonominin gelişiminde geniş ve önemli bir yere sahiptir. İnsan hayatını doğrudan etkileyen bir sektör olması sebebiyle ise, tüketicilerin talep ve ihtiyaçlarına uygun olarak sürekli bir dönüşüm halindedir. Değişim, dönüşüm ve gelişim, birbiriyle ilintili ve kesintisiz bir süreçtir ve inovasyon da bu sürecin en önemli aktörüdür. Basit düşünüldüğünde otomotiv sektörü inovasyon uygulamaları için gerek sektör gerekliliklerini karşılama gerekse teknolojiyi yönetme açısından önemli bir uygulama örneğidir.

İnovasyonun türlerinde bahsettiğimiz gibi, sektörde ürün ve pazarlama olarak ifade edilen teknik inovasyon rekabetçiliği yakınen etkilediği için zorunlu inovasyonlar olarak sayılabilir. Diğer yandan teknik inovasyona geçmeden yapılması gereken yeniliklerin arasında organizasyonel ve süreç yenilikleri bulunmaktadır. Ülkemizde, dünyanın birçok yerinde ve otomotiv sektöründe inovasyonun sürdürülebilirliği konusundaki yapılan hatalardan birisi inovasyonu sadece bir araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) hareketi olarak görüp yalnızca yeni şeylerin ortaya çıkarılması ve üretilmesi üzerine odaklanılmasıdır. Oysa inovasyona dayalı çıktıları başarılı bir şekilde organizasyona dökemeyip, tamamen ürün odaklı düşünüldüğünde yeterli sosyal ve ekonomik katma değeri elde edemediğinizde hem rekabetçilik avantajları açısından hem de kullanılan kaynakların etkinliği ve verimliliği açısından dezavantajlı bir durumda oluşacağı açıktır.

Bu açılardan değerlendirildiğinde Türk otomotiv sektörü bulunduğu durumu koruması ve/veya ileriye taşıması için yenilikçilik stratejilerini geliştirilebilmeli ve inovasyon organizasyonlarına gereken önemi verilmesini sağlayarak yerli araç serüvenine hazırlanmalıdır [10]. Bu serüvene hazırlanırken şüphesiz inovasyon, onu destekleyen bir kültür içerisinde daha sürdürülebilir ve etkin olarak gerçekleşmelidir. Bunun inovatif (yenilikçi) kültürün örgüte hakim olması kaçınılmazdır. Özellikle çalışanları inovasyon konusunda cesaretlendiren, destekleyen ve yeni fikir ve bilgilere kolayca ulaşmasını sağlayan bir kültürün inşa edilmesi, onların hem örgüt içerisinde hem de örgüt dışında ilişkiler geliştirmesini sağlayacaktır. Bu şekilde örgütün, çalışanları vasıtasıyla, hem çalışanların hem de örgüt dışındaki ortakların, müşterilerin, aracıların ve tedarikçilerin yenilikçi çabalara katkısı sağlanmış olacaktır.

3 TÜRK OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÖRNEK BİR İNOVASYON ORGANİZASYONU

Tüm sektörlerde olduğu gibi organizasyonların oluşturulması yetkinlik ve yeteneklerin belirlenmesi kapsamlı sektöre has özelliklerin strateji haline getirmek ile mümkündür. Teknolojik inovasyon yeteneklerini incelemek üzere farklı araştırmacılar kendi yaklaşımlarını geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımlara işletme varlıkları temelli yaklaşımcılar, süreç temelli yaklaşımcılar ve fonksiyon temelli yaklaşım model yaklaşımcıları örnek gösterilebilir [11, 12]. Literatürde yer alan önceki araştırmalar dikkate alındığında otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde fonksiyonel temelli yaklaşım çerçevesinde bir değerlendirme yapılmasının daha verimli bir analiz ortaya çıkaracağı öne sürülmüştür [13]. Bu yaklaşıma göre; bir işletmenin inovasyon yeteneğini belirleyen kriterler yedi başlık altında toplanmaktadır [13]:

- Öğrenme yeteneği (ÖY)
- Ar-Ge yeteneği (AG)
- Kaynak tahsis yeteneği (KT)
- Üretim yeteneği (ÜY)
- Pazarlama yeteneği (PY)

- Organizasyon yeteneği (OY)
- Stratejik planlama yeteneği (SP)

Öğrenme yeteneği, örgütsel öğrenmenin bir fonksiyonudur. Öğrenme, işletmenin bilgi ve yeteneklerini geliştirerek işletme süreçlerinin kurulması, aktive edilmesi, düzenlenmesi ve iyileştirilmesini sağlar [14]. Günümüz pazarlarında artan rekabet ve teknolojik gelişme, ortaya çıkan teknolojik bilgilerin elde edilmesi ve işletme içinde yayılımının sağlanmasını önemli hale getirmektedir. İnovasyon performansı; sitemler, bilgi paylaşımı, koordinasyon gibi tüm yönetsel fonksiyonlar ile doğrudan ilişkili olduğu kadar öğrenme ile de yakın ilişki içindedir [15]. Örgütsel öğrenme, inovasyon faaliyetlerinin hızını ve kalitesini arttırmaktadır. İnovasyonun stratejisini ve organizasyonunu oluşturmak tanımını genelleştirmekten ziyade özelleştirmek ile mümkün olmaktadır. Kültürel, bölgesel farklılıklar göz önüne alınarak ülkeler, sektörler bazında geliştirilmeli ve tanımlanmalıdır. Artan rekabet koşulları ve inovasyon rüzgârında ayakta kalma savaşında ürün, süreç ve pazarlama inovasyonunu yoğun olarak örneklerini görmekteyiz. Bu açıdan üretim ve pazarlama yeteneğinin organizasyonel anlamdaki yeri sektöre uygun özellikle Ar-Ge temelli öğrenme ve kaynak tahsisine göre oluşturulması tavsiye edilmektedir. Sektörde yeteneklerin tam olarak ortaya çıkarıldığı ve verimli şekilde yönetildiği varsayılarak, inovasyon sürecine etki eden kriterler incelendiğinde, en önemli inovasyon kaynağının Ar-Ge sürecinde elde edilen çıktıların üretim sürecine dâhil edilebilme becerisi olduğu belirlenmiştir. İkinci en önemli inovasyon kaynağı ise, üretim departmanından tasarım ve mühendislik departmanlarına hızlı ve kaliteli bildirimler yapabilme becerisidir. Müşteriler ile kurulan yakın ilişkiler de önemli bir inovasyon kaynağı olarak görülmektedir. Böylelikle, otomotiv sektöründeki Ar-Ge, üretim ve pazarlama becerilerinin inovasyon sürecindeki önemi belirlenebilir.

4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Küreselleşmenin etkisi ile ülkelerin rekabet avantajlarının oluşturulmasında birçok etkenden en çok belirleyici olan inovasyon kabiliyetlerinin kazandırıldığı işletmelere bağlı olarak katma değerli ürün ve servis geliştirmek ve küresel rekabete karşı bunun sürdürülebilirliğini oluşturabilmek sağlamaktadır [7,8]. Birçok sektörde bu dalganın etkilerini gözlemlemekteyiz: Teknoloji, Finans, Savunma, Enerji ve Otomotiv. Bu çalışmada Otomotiv alanında Türkiye'nin göreceli avantajlarını anlamak ve bunların inovasyon yoluyla daha küresel olarak daha etkin bir role kavuşturulmasındaki gereklilikler yazarlar tarafından açıklandı. Türkiye'deki önemli sanayi yetkinliklerinden biri olan, üretim ve montaj kapasiteleri, lojistik kabiliyetleri, yetkin insan kaynakları ve bölgesel gücü ile Otomotiv endüstrisi, Ar-Ge yatırımları ile daha yenilikçi üretim teknikleri, süreçler, tasarımlar ve malzemeler geliştirmeyi sürdürmelidir.

Bu çerçevede izlenebilecek bir yol da, üniversiteler, sektörel sivil toplum kuruluşları ve firmaların yer alabileceği değişik kümelenme grupları ile güç birliktelikleri sağlayarak inovasyonu arttıracak şekilde bir çeşit kolektif çalışma füzyonu oluşturarak tüm katılımcı paydaşların bundan yeni bir ürün ile kazanım sağlamasını temin etmek olacaktır. Böylece hem üretimde hem de akademik çıktılarda daha yüksek bir sayı ve kaliteye ulaşmanın yolları da denenebilir.

Firmaların ülke ekonomisindeki yerleri ve kalkınmaya olan etkileri göz önüne alındığında artık ülkelerin firmalarının güçleri ile birlikte büyük bir ağ olarak küresel pazarlarda rekabet ederek birbirlerine göre daha yenilikçi ürünlerin geliştirilmesinden doğacak ticari fazlaları hedeflediği bilinmektedir. Her ülkenin belli sektör ve becerilerde uzmanlaşarak gerçekleştirmeye çalıştığı bu kalkınma hamlesi orta vadede dolaylı monopoliler oluşturmak ve toplam geliri arttırmak gibi fırsatları barındırır. Türkiye'nin Otomotiv sektörü hem farklı üreticilerle çalışarak bu kabiliyetlerini geliştirirken, hem de inovasyon merkezli bir kümelenme ile kendi araç, teknoloji ve servislerini oluşturarak orta ve uzun vadede kalıcı bir gelir akımı oluşturabilir.

KAYNAKÇA

[1] Schumpeter, J. (1934), The Theory of Economic Development

[2] Oslo Manual (2005), OECD and European Commission

[3] Drucker P. F. (1974), Management. Tasks, Responsibilities, Practices

[4] Drucker, P. F. (1985), Innovation and Entrepreneurship

[5] Drucker, P.F. (1999), Management Challenges for the 21st Century

[6] Acemoğlu, D. Robinson, J.A., (2012), Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty, Profile Books, Londra, İngiltere

[7] Porter, M. E.(1985). The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press, New York, ABD.

[8] Elçi, Ş. (2006), İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı

[9] Türkiye İhracatçılar Meclisi. (2017). Küresel İnovasyon Endeksi 2017 Verileri Açıklandı, Erişim Adresi: www.tim.org.tr/tr/basin-odasi-timden-haberler-kuresel-inovasyon-endeksi-2016- verileri-aciklandi.html.

[10] Uzkurt, C. (2008). Yenilik Yönetimi ve Yenilikçi Örgüt Kültürü, Beta Basım Yayın, İstanbul.

[11] Christensen C.M. ve M. Clayton. (1997). The Innovator's Dilemma. Boston: Harvard Business School Pres.

[12] Burgelman, R A., Maıdıque, Modesto A. ve Wheelwrıght, Steven C., (1995).Strategic Management Technology and Innovation, Irwin Homewood, New York.

[13] Yam, R.C., Guan, J.C., Pun, K.F. ve Tang, P.Y. (2004). An Audit of Technological Innovation Capabilities in Chinese Firms: Some Empirical Findings in Beijing, China. Research Policy, 33(8), 1123-1250

[14] Hamel, G. ve Prahalad, C. K.(1990). The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review, 3, 79-92.

[15] Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K. ve Alpkan, L. (2011). Effects of Innovation Types on Firm Performance. International Journal of Production Economics, 133(2), 662-676.

Integration of Logistics to Industry 4.0: A Tool for Application

Melis Gizem Öztürk[1], Ahmet Murat Köseoğlu[2]

[1] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi
[2] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi
Uzunçayır, İstanbul, 34959, Türkiye
melis.ozturk@okan.edu.tr, murat.koseoglu@okan.edu.tr

ABSTRACT

Through the history, industries changed with the influence of technological developments. Mechanization, mass production, and automation created the industrial revolutions as Industry 1.0, 2.0 and 3.0. Industry 4.0 is a relatively new concept that will affect every sector vastly. Internet of Things and services is becoming an integral part of the sector and expected to be a new enabler for the new industrial revolution. With the new industrial revolution, logistics will change too regarding how services are running and what customers are expecting from the logistics companies. Especially with the new technological developments components of logistics systems such as transportation, material handling, and inventory management may go through a change. In this study, nine pillars of technological advancement integrated with technological use in logistics sectors to examine which aspects of Industry 4.0 may use by the sector.

Keywords: Industry 4.0, Logistics, Logistics Management

ÖZET

Tarih boyunca sanayiler teknolojik gelişmelerin etkisi ile değişmiştir. Makineleşme, seri üretim ve otomasyon, sanayi devrimlerini Endüstri 1,0, 2,0 ve 3,0 olarak ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4,0 her sektörü büyük ölçüde etkileyecek yeni bir kavramdır. Nesnelerin ve hizmetlerin interneti, sektörün ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir. Bunun yanında yeni bir endüstriyel devrim için destekleyici olması da beklenmektedir. Yeni sanayi devrimi ile lojistik hizmet müşterilerinin lojistik firmalarından beklentileri de değişecektir. Teknolojideki yeni gelişmelerle, özellikle ulaşım, malzeme taşıma ve stok yönetimi gibi lojistik sistemlerin ana bileşenlerinde farklılaşmaya yol açacaktır. Bu çalışmada, Endüstri 4,0'ın hangi yönlerinin lojistik sektörü tarafından entegre edilerek kullanılabileceğini incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri Devrimi, Endüstri 4.0, Lojistik

1. INTRODUCTION

Logistics is a system that shapes according to demand changes that comes from customers. As a result of this logistics are now facing a new challenge that will come with new industrial revolution, Industry 4.0. The difference of Industry 4.0 from other industrial revolutions, Industry 4.0 does not result in a new invention but a result of a new innovative approach. Reason for this innovative approach is the fact that world will not be enough for humans shortly and this will lead to problems in businesses. However, with the automation and other features of Industry 4.0, this problem can be solved.

As an essential service, logistics will get affected by every single change in the businesses because they aim to provide right products to right customers at the right time. Therefore, logistic companies should respond every change in the industry. To answer changes in the business, logistics companies should review their information and communication technologies (ICT).

ICT is a relatively new topic for the logistics companies, but it already becomes an essential part of logistics providers because their customers want continuous information about their products. Industry 4.0 is mainly about technology; therefore, it is inevitable for logistics companies to shape their ICT systems according to new aspects of Industry 4.0.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Industry 4.0

Industry 4.0 represents new industrial revolution that based on automation in manufacturing in production and trade. Industry 4.0 is a strategic initiative of the German government that was adopted as part of the "High-Tech Strategy 2020 Action Plan" in 2011 (Kagermann, Wahlster, Helbig, 2013). However, Industry 4.0 still a vision rather than reality, therefore, some features that mentioned are not showing their impacts yet. Industry 4.0 vision started at Hannover Messe 2011 with the aim of a digitalized manufacturing process. Germany is leading a transformation toward 4th Generation Industrial Revolution (Industry 4.0) based on Cyber-Physical System-enabled manufacturing and service innovation. As more software and embedded intelligence integrated into industrial products and systems, predictive technologies can further intertwine intelligent algorithms with electronics and tether-free intelligence. These technologies will then be used to predict product performance degradation, and autonomously manage and optimize product service needs (Lee, Kao and Yang, 2014).

Main features of Industry 4.0 are automation, data collection and exchange, cloud systems, cyber-physical systems (CPS), robots, Big Data, AI, IoT and IoS, and autonomy. Automation is the introduction of automatic equipment to manufacturing and other business processes. Therefore, with Industry 4.0 automation is getting more importance because automation is the key to Industry 4.0 applications. In today's world data is not a privilege anymore and with data collection and exchange took a significant leap forward. Data collection methods have also become digital which allows companies to collect information about their works from all around the world and process this information according to their needs and wants. Industry 4.0 will bring the information or data to a level that monitoring all along every business process.

Cyber-physical systems (CPS) are systems of collaborating computational entities which are in fast connection with the surrounding physical world and its on-going processes, providing and using, at the same time, data-accessing and data-processing services available on the Internet (Monostori et al., 2016). Integration of CPS to business processes is an essential activity to realize Industry 4.0 vision because favorite subjects of Industry 4.0 such as autonomous cars, robotic production, smart factories, etc. will only recognize with the integration of CPS. Robots are another component of Industry 4.0 which will serve instead of blue-collar workers in the factories. As an example of this, in Seat's production facilities 125 robots and 7000 factory workers are working together, and for now, robots are only responsible from scanning barcodes to make sure components are on their way. However, with Industry 4.0 number of robots in the Seat factory will increase and factory workers will decrease. Artificial Intelligence combined with robots because with Industry 4.0 robots will have AI which makes them understand the current situation that goes around them.

Big data means bulk, raw data collections that will not have a meaning for anybody unless they processed according to needs. Industry 4.0 allows companies to turn Big Data into Smart Data with less effort. Smart data is meaningful data for companies after processing Big Data. The Internet of Things (IoT), also called the Internet of Everything or the Industrial Internet, is a new technology paradigm envisioned as a global network of machines and devices capable of interacting with each other.(Lee & Lee, 2015). IoT is important to realize Industry 4.0's goal of interconnected production facilities and autonomous robots. Industry 4.0 will connect information technology and operational technology and will create a hyper-connected digital industry. Industrial transformation firstly will start with the manufacturing processes, and then changes in the manufacturing process will bring changes at the other parts of processes.

Benefits of Industry 4.0 are productivity in production, enhanced information, continuity in business, better quality of products with new technologies, improvements in working conditions for workers, ability to personalize products, the agility of the companies, innovation opportunities.

Productivity in production is the main goal and benefit of the Industry 4.0. New applications will enable to saving cost which will bring an increase in profitability. Enabler for the cost saving is automation process which lowers the waste, errors, and delays in the manufacturing process. Another

advantage of automation is an increase in production speed and being able to detect production errors quickly.

Enhanced information flow will enable the customer-centric approach because with the improvements in the real-time productivity information lead producers to shape their products according to needs of the customers quickly. The primary source of income for the businesses is their customers, therefore, more satisfied the customers more reputation and revenue will come. Data turned to information not only crucial for customer satisfaction but also crucial for companies to decide their future steps.

Business continuity in Industry 4.0 will come from asset repairs. Because in the current situation it is almost impossible for the companies to know when their production machines may break down however with the industry 4.0 alerts can be set up for the even the tiniest disruptions in the production process.

Product quality is also one of the improvements that will come with Industry 4.0. IoT and Cobots are the keys to the product quality. IoT will provide insights about customers while cobots are providing unique production opportunities for the customers. This also related to the customization opportunities for the producers. While it is hard for blue-collar workers to change their production habits robots can reprogram in seconds to improve production methods.

The human aspect of business always complicated. While humans are unique regarding the ability to think they are also fragile beings. Working conditions will improve with the Industry 4.0 especially with the blue-collar workers. For example, one of the essential promises of Industry 4.0 initiative is clean production, and clean production is high likely reduce the health problems for the workers.

Nowadays if a company isn't agile, it cannot survive in the competitive environments. Business agility is a relatively new paradigm painted as a solution for maintaining competitive advantage during times of uncertainty and turbulence in the business environment (Sharifi, Zhang, 2001). Industry 4.0 is promising more visible, flexible and agile companies in the future.

Overall, Industry 4.0 is a stage that continues to improve and adapt. However, its changes in logistics will be unavoidable because of the integration of logistics to other business processes. Main components of industry 4.0 are also closely related to technology, and in this study, technologies will also be examined.

2.2 Nine Pillars of Technological Advancement

According to Boston Consulting Group, there are nine pillars of technological advancement that will come with Industry 4.0. These are; autonomous robots, simulation, horizontal and vertical system integration, the industrial internet of things, cybersecurity, the cloud, additive manufacturing, augmented reality, and big data and analytics.

Autonomous robots are also known as coboticts in Industry 4.0, and they aim to interact with each other and work safely with humans to increase work efficiency. Robots are providing a wider range of services every day and becoming more and more flexible each day. Simulation-based on 3D activities such as production forecasting via simulation, material development, etc. The advantage of simulation is to provide an almost real-life experience without consequences to gain a better insight of actions. Horizontal and vertical systems integration is not something business currently have. Connecting suppliers to customers are very different practice for businesses, but in the near feature, it is expected to realize. The Industrial IoT is one of the expected improvements that will come with Industry 4.0 because a few of the machines are currently fitted with sensors and interconnected. With the Industry 4.0, many more of the products will join to intelligence and use standard protocols. With this decentralization in analytics, decision making and similar things will happen.

Cybersecurity is important because with Industry 4.0 there will be interconnected systems in everywhere, and it comes with an issue about security. Before the internet age company's systems were closed, therefore there were no suspicions about security. The cloud is a part of the interconnectivity, and with Industry 4.0 requires more data sharing. With the cloud systems

Manufacturing Execution Systems (MES) will be more responsive and response times will be drop to milliseconds.

Additive manufacturing will come with 3D prototyping and unit production. The advantage of 3D printing is an ability to produce small batches of customized products. Augmented reality operates with real-time information to reach decision making stage faster. Big data and analytics. There are still massive sets of untapped data in the industrial world. Their analysis will optimize production quality, save energy, and improve services. Here as well, the goal is to allow real-time decision-making (Gerbert, Lorenz, Rüßmann, 2015).

In this study, nine pillars of technological advancement will be combined with ICT systems that are used in logistics and a new framework will be provided to examine effects of ICT systems in logistics.

2.3 Information and Communication Technologies

In the last decade, the use of Information and Communication Technologies (ICT) is increased because it became an essential part of businesses to answer customer wants and needs. Another benefit of ICT is for companies is increased organizational efficiency and provide a solution for increasing competitivity in the industry. Technological evolvements that come with ICT are Enterprise Resource Planning (ERP), Warehouse Management Systems (WMS), Transportation Management Systems (TMS), Intelligent Transportation Systems (ITS). These new information and communication tools allow us to identify important problems, quickly gather information, critically evaluate the information we locate, synthesize that information into a solution, and then communicate the solution to others (Leu, 2004).

For information, a data should transform and get meaning in the right time and context. Logistics aims to provide the right information at the right time for the customers or production facilities itself. However, a data is meaningless without right context or process so logistics has to pinpoint relevant data and should transform this data into information. Rapid changes in the IT and ICT also affected the logistics and pushed the industry to a new direction. The use of ICT application in logistics has drastically improved last 30 years along with the improvement in the ICT. Direct IT application for logistics activities include:

- Repetitive transactions,
- Creating customer orders or making payments through EDI and EPOS,
- Creating operations planning systems such as ERP,
- Operating computerized routing and vehicle scheduling (CVRS),
- Achieving a greater level of systems control,
- Performing load and item tracking and tracing, including using RFID,
- Supporting strategic decision making,

Information and communication technologies is a key factor for logistics also because it enables to provide valuable information and control opportunities for logistics firms especially 3PL and 4PL companies. Main ICT systems that are used in the logistics are Collaborative Planning, forecasting & replenishment systems (CPFR), extended enterprise resource planning (EERP), enterprise integration application (EIA), advanced planning systems (APS), decision support system (DSS), artificial intelligence (AI), simulation forecasting, RFID, barcoding, Gps, Mobile phone, E-marketplaces, On-board computers, EDI etc.

ICT systems support every aspect of logistics activities especially businesses that shows activity in global scenes. The scope of ICT usage based on the vision of the company and firm's strategy, however, every company uses ICT system in one way or another. Another important part is the selection of ICT options firms must be the select best option for them and their customers. In this study, ICT systems decided according to the literature review and which ICT systems are important and used in logistics practices are shown in the table below.

Table 1 ICT Systems and Logistics Applications

Strategic (Years)	Supply Chain and Planning Systems	Collaborative Planning, forecasting & replenishment systems (CPFR), extended enterprise resource planning (EERP), enterprise integration application (EIA), advanced planning systems (APS), decision support system (DSS), artificial intelligence (AI), simulation forecasting			
Tactical (Month)	Logistics Planning Systems	Distribution planning, Transportation planning & optimization, Vehicle routing & scheduling	Warehouse planning & optimization, Network/Facility location configuration	Purchasing & Supply Planning, Inventory forecasting, Inventory decision (volume, frequency, deliveries)	Demand Planning, Customer service level
Operation (Days)	Logistics Control Systems	Freight tracking & tracing systems	Warehouse support systems	Inventory Report Systems	Exception handling & report systems
Transaction (Hours/ Minutes)	Logistics Execution Systems	Gps, Mobile phone, Emarketplaces,On-board computers, EDI, Barcoding, RFID	Radio frequency, RFID, EDI, Barcoding	Inventory Tracking & Management, E-marketplaces, EDI, Barcoding, RFID	Order processing & management, Point of sale (POS), EDI, Barcoding, RFID
		Transportation	Warehousing	Inventory	Order & Fulfilment

***Source**: Evangelista, 2007*

2.4 Logistics and Industry 4.0

Even if Industry 4.0 is more focused on production, it will also affect services provided. Logistics is also closely related to the manufacturing processes of the companies with from the supply transportation to handling materials. Therefore, every change in the production of the companies will also bring changes for the logistics sector. The demand for high-individualized products and services is continually increasing. Thus, inbound and outbound logistics have to adapt to this changing environment. Due to its increasing complexity, it cannot be handled with ordinary planning and control practices (Barreto, Amaral, & Pereira, 2017).

The term Logistics 4.0 refers to the integration of Industry 4.0 to logistics. Main innovations of logistics regarding Industry 4.0 comes from CPS, Smart Services, and Smart Products. Technology driven products and services are called as smart services and smart products. Point of smart products to use technology instead of people. "Smart Logistic" is a logistics system, which can enhance the flexibility, the adjustment to the market changes and will make the company closer to the customer needs. This will make possible to improve the level of customer service, the optimization of the production and lower the prices of storage and production (Barreto, Amaral, Pereira, 2017).

Basically, with Logistics 4.0 blue-collar workers and some of the white-collar workers will change with the automation such as automated warehouses, packaging, material handling, loading of vehicles. One of the most important possibilities for the logistics is the automated drivers. Road transportation still is one of the most common ways for the transport. However, problems that come with drivers is still an important issue for current logistics environment. There are several vital limiters for the driver both legally and humanistic. For example, drivers cannot drive more than legally limited hours and they also have basic needs such as sleeping, eating, etc. This causes a downward trend for the lead time. With the Industry 4.0, automated drivers will have the ability to drive non-stop, and this will reduce transportation time.

3 METHODOLOGY

Accordance with the Evangelista's work and Boston Consulting Groups technologies advancement work a framework is created to measure how changes of ICT systems with the new industrial revolution impact the logistics. However, additional evidence is necessary to validate the frame which will be conducted the future research.

In the first step, facts are established and accepted as truths and used these facts to provide a foundation for the framework. These accepted facts are Evangelista's work related to ICT's integration to logistics and nine pillars of technological advancement. According to these two works we define ICT in logistics as "technological enablers that are used in the logistics to improve processes" and nine pillars of technological advancement as "new conditions of ICT that will bring changes in the traditional logistics practices."

The second step is the combining nine pillars of technological advancement to ICT. To combine this literature review made for all of the ICT applications that are used in logistics and find similarities with the nine pillars of the technological advancement that will come with Industry 4.0.

The third step is to create the framework according to related combinations of nine pillars of technological advancement with ICT related logistics applications. Results of the study are shown at the integration of logistics to Industry 4.0 part.

3. ANALYSIS OF LOGISTICS INTEGRATION AND INDUSTRY 4.0

Nine pillars of technological advancement are main features of Industry 4.0 that is directly related to ICT. The pillars are autonomous robots, simulation, horizontal and vertical systems integration, Industrial Internet of Things, cybersecurity, the cloud, additive manufacturing, augmented reality, and big data and analytics.

Current ICT systems and their logistics applications are;

- Supply chain design and planning systems: Collaborative planning, forecasting & replenishment (CPFR), extended enterprise resource planning (EERP), enterprise integration application (EIA), advanced planning systems (APS), decision support systems (DSS), artificial intelligence (AI), simulation forecasting
- Logistics Planning Systems: Distribution planning, transport planning/optimisation, vehicle routing & scheduling, warehouse planning & optimization, network/facility location configuration, Purchase & supply planning, Inventory Forecasting, inventory decision (volume, frequencies, delivery), demand planning, customer service level
- Logistics control systems: Freight tracking & tracing systems, warehouse report systems, inventory report systems, exception handling & report systems
- Logistics execution systems: GPS, mobile phone, e-marketplaces, on-board computer, EDI, RFID, barcoding, radio frequency, inventory tracking & management, order processing & management, point of sale (POS)
- In this stage of study, mentioned nine pillars integrated with ICT systems and their logistics applications. Result of the integration is shown below.

Table 2 Integration of Industry 4.0 to Logistics Framework

Nine Pillars of Technological Advancement	ICT Systems & Logistics Applications			
	Logistics Execution Systems	**Logistics Control Systems**	**Logistics Planning Systems**	**Supply Chain Design & Planning Systems**
	Transactional (Minutes/hours)	**Operational (Days)**	**Tactical (Months)**	**Strategic (years)**
Autonomous robots.		Exception Handling & Report Systems	Inventory decision (Volume, frequency, delivery)	
Simulation	Inventory Tracking & Management, Order processing & management	Freight Tracking & Tracing Systems, Warehouse Report Systems, Inventory Report Systems, Exception Handling & Report Systems	Purchasing and supply planning, inventory forecasting, inventory decision, distribution planning, transport planning/optimization, vehicle routing & scheduling, network facility location configuration, demand planning	Simulation forecasting, CPFR, EERP, APS
Horizontal and vertical system integration	Gps - Mobile Phone - E marketplaces - Onboard Computer - EDI - Barcoding - RFID	Freight Tracking & Tracing Systems, Warehouse Report Systems, Inventory Report Systems, Exception Handling & Report Systems	Customer service level, Network/facility location configuration, demand planning	EIA, DSS
The Industrial Internet of Things	Inventory Tracking & Management, Order processing & management, POS	Freight Tracking & Tracing Systems, Warehouse Report Systems, Inventory Report Systems, Exception Handling & Report Systems	Purchasing and supply planning, inventory forecasting, inventory decision, distribution planning, transport planning/optimization, vehicle routing & scheduling, network facility location configuration, demand planning	EIA, DSS, CPFR, EERP
Cybersecurity		Freight Tracking & Tracing Systems	Purchasing and supply planning, inventory forecasting, inventory decision, distribution planning, transport planning/optimization, vehicle routing & scheduling, network facility location configuration, demand planning	Simulation forecasting, CPFR, EERP, APS

The Cloud	EDI, RFID, Barcoding, Radio Frequency	Freight Tracking & Tracing Systems, Warehouse Report Systems, Inventory Report Systems, Exception Handling & Report Systems	Purchasing and supply planning, inventory forecasting, inventory decision, distribution planning, transport planning/optimization, vehicle routing & scheduling, network facility location configuration, demand planning	EIA, EERP, APS
Additive manufacturing				AI
Augmented reality	RFID, Barcoding		Transport planning/optimization	Simulation forecasting, AI
Big data and analytics	Barcoding, Order processing & management, Inventory Tracking & management,	Warehouse Report Systems, Inventory Report systems, Exception Handling & Report Systems	Purchasing and supply planning, inventory forecasting, inventory decision, distribution planning, transport planning/optimization, vehicle routing & scheduling, network facility location configuration, demand planning	CPFR, EERP

5. CONCLUSION, AND RECOMMENDATIONS

According to the differences in the companies, this framework can change however main actors of ICT systems and Industry 4.0's technological advancement will stay the same. Therefore, the framework applies to the companies.

With the Industry 4.0, working environment and conditions will change in both supply and demand parts of businesses. Companies should be prepared what is in their future, and one of the ways of the preparation is to make guesses about which part of Industry 4.0 will change current prospects of businesses.

Industry 4.0 is especially important in logistics sector because they are not the manufacturer but the planner and provider for the companies. Therefore, changes in the manufacturing will bring changes in transportation, warehousing, inventory, and orders. Logistic companies will have to change their ICT systems to maintain their services for their customer bases. For example, handling will change to something exclusively from blue-collar worker job to autonomous robot's job.

6. FUTURE RESEARCH PROSPECTS

The concept of Industry 4.0 and logistics are still in the process of integration. Therefore, a broader scaled study must be done to improve the framework. This study offers two major contributions to the companies. First, framework recognizes the current situation for the integration and offers a checklist for the companies. Second, through the detailed work, it offers how companies can shape their ICT systems with the new aspects of Industry 4.0 to be more component of the integration process.

The empirical study must be improved with the validation process. Feedback from the companies is needed to improve the framework. In this study, only the framework is decided according to the literature researchers. However, to improve the study, the framework must be tested in the logistics companies. Further research is necessary for the improvement of the framework to address measurement and implementation issues to convert the tool to a managerial application.

Just as the technology is constantly changing, requirements for the customer satisfaction, competition, and environment are also changing. Integration is not constant, and its continue to change every day therefore constant attention from the companies are needed. ICT applications can be seen as short-term processes however it also provides advantages in the long-term.

REFERENCES

[1] Leu Jr, D. J. J., Kinzer, C. K. K., From, N. L. E., Information, O., Coiro, J., Cammack, D. W. W., & Technologies, C. (2004). Donald J. Leu, Jr., Charles K. Kinzer, Julie L. Coiro, and Dana W. Cammack. *Reading Research Quarterly*, *5*(2000), 1570–1613. https://doi.org/Article

[2] Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, *13*, 1245–1252. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045

[3] Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, *58*(4), 431–440. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008

[4] Ola, J., Logan, S., Vallandingham, R., Fragapane, G., Wessel, J., Aili, S., … Nakul, S. (2017). Logistics 4 . 0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing*, *5*(4), 359–369. https://doi.org/10.1007/s40436-017-0198-1

[5] Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Computers in Industry Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4 . 0 : A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, *83*, 121–139. https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006

[6] Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., Gorecky, D., Weyer, S., Schmitt, M., … Gorecky, D. (2015). ScienceDirect Standardization as as the the crucial crucial challenge challenge Towards Standardization as the crucial challenge for highly production systems for highly modular , multi-vendor production systems for highly modular , multi-vendor productio. *IFAC-PapersOnLine*, *48*(3), 579–584. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143

[7] Li, X., Li, D., Wan, J., & Vasilakos, A. V. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0, 23–41. https://doi.org/10.1007/s11276-015-1133-7

[8] Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*, *52*, 173–178. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005

[9] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2015). ScienceDirect A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4 . 0-based manufacturing systems. *MANUFACTURING LETTERS*, *3*, 18–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001

[10] Mason-Jones D.R., R. and T. (1981). *Article information : Int J Logistics Management*. https://doi.org/10.1108/09574090910954864

[11] Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., … Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, *65*(2), 621–641. https://doi.org/10.1016/J.CIRP.2016.06.005

[12] Henning, Kagermann(National Academy of Science and Engineering). Wolfgang, Wahlster (German Research Center for Artificial Intelligence). Johannes, H. (Deutsche P. A. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Final Report of the Industrie 4.0 WG*, (April), 82. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1205.8966

[13] H. Sharifi, Z. Zhang, (2001) "Agile manufacturing in practice - Application of a methodology", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21 Issue: 5/6, pp.772-794, https://doi.org/10.1108/01443570110390462

[14] Leu, Don & K Kinzer, Charles & Coiro, Julie & W Cammack, Dana. (2004). Toward a Theory of New Literacies Emerging From the Internet and Other Information and Communication Technologies.

[15] Evangelista P. (2007). Information and Communication Technology (ICT) Applications in Transportation and Logistics in Edward Sweeney (ed.) Perspectives on Supply Chain Management and Logistics, Dublin: Blackhall Publishing, 2007, pp. 249-264

[16] Grant, D. (2012). *Logistics management*. 1st ed. London: Pearson Education Limited.

Charting the Course for Quality Control of Product in Developing Countries

Ghulam Rasul Awan[1]

[1] Faculty of Management Sciences

University of central Punjab Lahore,

Faisalabad Campus, Faisalabad, Pakistan.

drglamrasul@hotmail.com

ABSTRACT

Producers in developing countries take advantage of selling their low quality products in domestic markets because of high demand by the large number of low-income groups. There exists a seller's market. Contrary to the Western countries and Japan, the factor of "Leader in Quality" in any segment of industry is absent in developing countries. The analysis of scenarios of quality in the Western countries and Japan has led to study the comparison factors in developing countries. These scenarios are obviously opposing in nature. Here arises the necessity to devise a feasible strategic approach to resolve the issues of product quality in developing countries. Turkey and China have gained exemplary experiences regarding quality management, thus providing credible directions for developing countries. A model has been proposed showing development and establishment of standards as an appropriate solution. Based on developed standardization, comes the subsequent work of promotion of quality at national level, forming regulations, and development of quality related institutions. Government departments involved in planning and policy making should take responsibilities for establishing standardization and related activities.

Keywords: Developing countries, Quality, Quality Leadership, Buyer's Market, Seller's Market, Standardization

1 INTRODUCTION

Products produced in developing countries are loosing their acceptance in international marketplace due to low level of quality. These low quality products are acceptable in domestic market because of demand by large population with large number of low-income groups. But, there is a decline in shares in international market. A number of factors contribute to the problem to the problem of production of low quality products in developing countries. 70% businesses in developing countries are comprised of SMEs, and these are owned and run by the people who are lacking education, training and information necessary to manage these businesses. They just produce the product to sell to the customers who are also not concerned about quality of product. Local markets are absorbing the gradual influx of imported goods and there is phasing out of locally manufactured products from the international marketplace. Trade deficit further results in losses in the form of unemployment, unit closures and reduced earnings in foreign exchange (Awan and Riaz, 2010). Studying the conditions of product quality from Japan and the western countries provide some parameters to study the status of product quality in developing countries. The analysis reveals that comparing factors are totally opposing in nature.

The problem of product quality in developing countries essentially requires a viable solution. Experiences of the countries who have gained a sustainable economic growth during last two decades are worthy of consideration. Examples of Turkey and china have been taken to develop strategic directions for developing countries regarding product quality. The problem of quality control necessitates to be handled at national level by the governments in collaboration with private sector.

2 THREE SCENARIOS OF QUALITY

The history of evolution and development of quality is well documented. During last one hundred years quality has played its role more effectively in the development of economies. World War II left Japan with no acceptance of her low quality products in international marketplace. At that time, Dr. Deming and Dr. Juran taught Japanese that improvement in product quality is the only way for survival of their industry. 1960s and 1970s was the time of change and the quality products Japan captured the major part of world market. There was an equal improvement in productivity as well. It did not mean that the quality of products from Western countries declined. It was maintained at the set level, but the pace of improvement in quality and productivity was not equivalent to Japan.

Juran (1981) had compared the situations as in Figure – 1. After 1950 Japanese industry improved product quality at a faster pace than the Western countries. The slopes of two lines exhibit the rate of improvement. In 1980s, the Western industry endeavored for improvement in product quality with more attention, and results achieved were quite encouraging. Again, Juran (1986) illustrated the situation as in Figure – 2. The Western industry gained excellent uplift.

In the second half of 20th century, world learnt valuable ideas about quality control from a number of personalities such as Deming, Juran, Feigenbaum, Ishikawa and Crosby. They all offered unique approaches to quality. Different to Western thinkers, Ishikawa (1985) presented Japanese approach towards quality specifying a number of characteristics that distinguish it from Western approaches.

The above discussion depicts two scenarios of quality:

- The scenario of product quality from Western countries.
- The scenario of product quality from Japan.

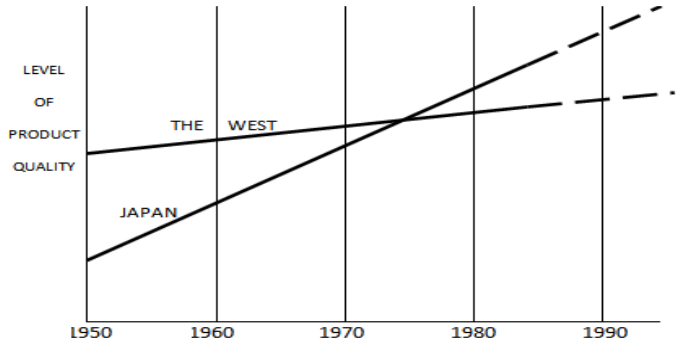


Figure-1 Development of product quality in the West and Japan. (Juran 1981).

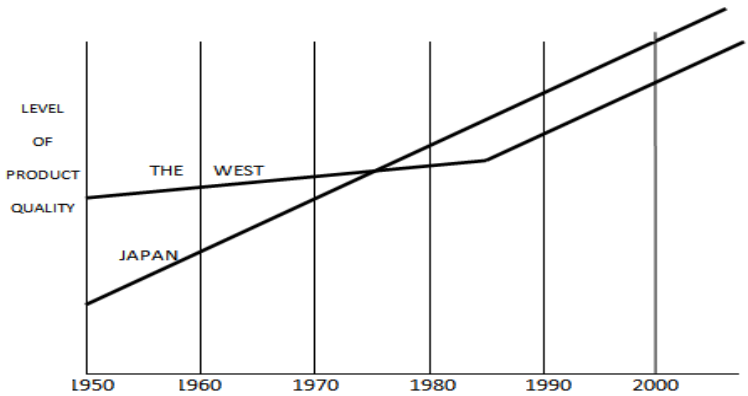


Figure-2 Development of product quality in the West and Japan. (Juran 1986).

2.1 Scenario of Product Quality from the West

The three important characteristics of product quality existent in markets of Europe and United States have been discussed by Feigenbaum (1984). They are summarized as follows:

i. There is a buyer's market to its maximum degree of existence. Customer decides what to buy. This is prevailing in the business of all kinds of products such as appliances, machines, automobiles, computers and major services like air travel, banks and hotels.
ii. ii- Leadership in quality can be observed as internationally distributed. Different countries are leaders in quality for different products.
iii. iii- Customer holds a belief that products produced by some well-known companies are of higher quality. However, customers buy in a way suitable to their situation.

2.2 Scenario of Product Quality from Japan

Japanese business were successful in capturing international marketplace due to their strategic management that mainly focused on quality control of products. Ishikawa (1985) articulates that Japanese quality control is a thought revolution in management. Kume (1992) discussed the main principles contributing Japanese quality management. These are summarized as:

i. Japanese firms follow the strategy of seller's market. They do not produce for just passing the inspections, but they endeavor to provide more than the requirements by customer. Japanese producers believe in creating and keeping customers for long-term business sharing, rather than short-term profit earning.
ii. Every Japanese firm is leader in their product quality. A distinctive element of Japanese quality management system is 'quality improvement', which is superimposed to 'quality control'. With quality improvement practices, firms lead in quality at international level.
iii. Buyers have confidence that all the Japanese firms produce products which are higher in quality, so they do not feel any doubt in buying.
iv. Considering present markets in the Western countries and Japan, Feigenbaum and Hitoshi Kume have correctly presented the scenarios. But, here exists another world, the world which inhabits most of the population of globe. This world is comprised of developing countries. The contents of two scenarios discussed above provide the guidelines for analyzing the state of product quality in developing countries.

2.3 Scenario of Product Quality from Developing Countries

In comparison to characteristics related to quality in marketplace in the Western countries and Japan, an analysis is given for state of quality in developing countries. The analysis reveals a scenario greatly opposing in main characteristics to the Western countries and Japan. Analysis shows that:

i. Manufacturers are keeping a seller's market. They produce and sell low quality goods in domestic markets because of high demand by large number of low incomes groups.
ii. There is no leadership in quality for any product. Products are sold in domestic and international marketplace at a price competitive scale rather than quality.
iii. A large number of low income groups of population are price conscious. People buy products regardless of quality. Buyer's understanding about quality is negligible. More often, decision about buying is not based on quality reputation and brand name, but on the bases of low price.

Table 1 exhibits the comparison of three scenarios with the contrasts of quality in the Western countries, Japan and developing countries.

	THE WEST	JAPAN	Developing Countries
	Buyer's market exists.	Seller's market exists. (Sell quality more than requirements).	Seller's market exists. (Sell product regardless of quality).
	Quality leadership for different products is distributed internationally.	Sole leadership in quality.	No quality leadership in any sector.
	Buyers believe that products of certain companies are of higher quality.	Buyers is confident that products of all Japanese companies are of higher quality.	Buyer knowledge of quality is negligible. Buyer is price conscious.

3 Strategic Approach to Resolve the Problem of Quality Control in Developing Countries

Present situation of quality control of products in developing countries cannot be considered as simple in its characteristics. For charting the course of action to resolve this problem, enough is available for learning from the countries who have gained exemplary economic growth during last two decades. The problem cannot be handled at a unit level. Sierra (1983) suggested that problems of quality control in developing countries should necessarily be dealt with the efforts organized at national level. These include the following strategic actions to be taken by the governments:

- National quality control society.
- Standardization.
- Legislation.
- Certification.
- National promotion.
- Education and training.
- External assistance.
- Institutional interface.

3.1 Experiences of Turkey and China Regarding Standardization

Turkey and China have gained exemplary experiences regarding quality management and standardization, thus providing credible directions for developing countries.

In 1954, Turkish Union of Chambers of Industry and Commerce and Commodity Exchanges established Turkish Standards Institution (TSE). The TSE continued its growth and in 1960 it became an independent organization. Its main task was to prepare standards for all kinds of products and services. In 2010, International Organization for Standardization (ISO) elected TSE as Council Member. There has been a remarkable achievement by TSE that Turkey has hosted two European Organization for Quality (EOQ) Conferences in years 2005 and 2010. The results of all the efforts are visible in the form of improved quality of products and services, and obviously an improved economy.

With the aim of growth in industrialization, Chinese government organized development of national standards in 1956. Russian standards provided good reference for this purpose at the early stage. Hand-written standards were circulated in the organizations throughout the country for implementation. In 1963, the China National Institute for Standardization (CNIS) was set. It started preparation of standards with reference to European countries and USA. Now China has an excellent infrastructure of standards covering almost all type of products and services.

Efforts for standardization and the results gained in Turkey and China provide strategic directions for developing countries. Efforts required for control of product quality in developing

countries must be strategically formed and organized at national level. Here comes the crucial role of government policy makers and planners.

In the next sections of paper, a model expressing strategic approach and its functioning to overcome the problem of quality control in developing countries is presented.

4 PROPOSED MODEL

Based on the lessons learned from the countries who have gained a remarkable success in national and international marketplace, a model providing strategic directions for quality control of products in developing countries has been developed. Figure 3 exhibits the leading elements of the strategic approach.

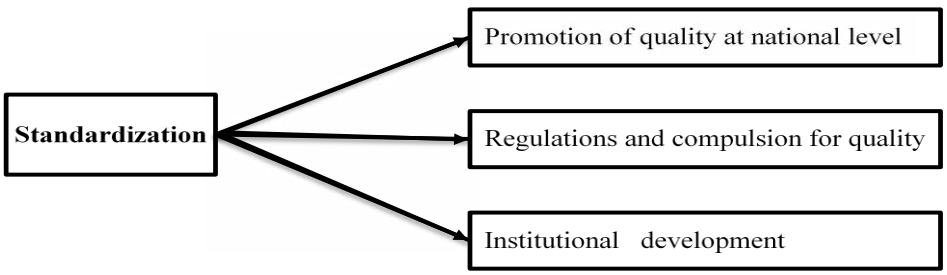


Figure-3 Stratigic Model Presenting Development of Product Quality.

Standardization provides bases for development of an appropriate strategy. Subsequently, depending upon the development of effective standardization, next three strategic activities are required to be implemented. These are:

- Promotion of quality at national level.
- Regulations and compulsion for quality.
- Institutional development.

Role of Standardization is vital in the development of industrial sector in a country. Kindlarski (1992) is of opinion that adaptation of standards leads towards quality control and quality improvement in all types of small and large organizations, particularly when the standards are compatible with global market standards. Nawrocki (2004) summarized the benefits of standardization as follows:

- Standards are important instrument to achieve technical and managerial objectives.

- Standardization expresses the existence of quality and support the flow of information along the value chain.

- Standards provide consensus on technical and organizational solutions for products and services.

- Standards contribute effectively in national and international competitiveness.

- Standards provides the general public with information on important technical and organizational features.

- Standardization promote understanding, interoperability, compatibility and a high level of quality for product and services.

- Standardization provides bases for legislation and administration. It also assists in technical and practical implementation of legal requirements.

- Standardization creates precondition for economic success.

The above mentioned factors are active in developed countries. The functional standards have provided bases for the scientific and technical infrastructure. Governments have been responsible for building this infrastructure through national standards bodies / institutes. These bodies develop and publish national standards with recognition by government.

Developing countries have also formally introduced national standards bodies at government level. Some examples are:

- Pakistan Standards and Quality Control Authority (PSQCA)
- South African Bureau of Standards (SABS)
- Direccion General de Norms Mexicana (DGNM)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Institute of Standards & Industrial Research of Iran (ISIRI)
- Committee for Standardization of Belarus (GOSSTANDART)

Here it becomes important to know whether the national standards bodies in developing countries effectively contributing in the process of standardization. From the economic and trade data, the question can be simply answered that the situation is not encouraging. Governments do not prioritize the activity of standardization and quality management second to other activities such as political, social, construction, etc. National standards bodies in developing countries work for their survival in the governmental system. The pace of work for developing standards is extremely slow. A limited number of standards have been developed, but these are not functional at organizational level.

Research has revealed that in the major segment of economy, i.e., engineering industry, acquaintance with locally developed national standards has been found negligible. Prevalence of similarity to situation in other segments can be understood.

This paper emphasizes on the strategy presently required for immediate implementation. Governments in developing countries should strengthen and empower the national standards bodies for effective development and implementation of standardization.

5 CONCLUSION

Developing countries are facing the serious problems in marketplace due to their products of low quality. An analysis of scenarios of quality in comparison with Japan and the western countries revealed that a seller's market exists in developing countries who sell their products regardless of quality. The major reason contributing to this problem has been found as lack of standardization. Producers are not concerned about standards necessarily to be followed for the production of goods, and customers are not aware of quality parameters. The cumulative effect is in the form of increase in volume of imported substitutes and growing trade deficit.

Appropriate to the situation of product quality in developing countries, a strategic model has been presented in the paper. The model emphasizes on development of an organized standardization, nationwide promotion of quality, regulatory measures regarding quality and development of Institutes relative to quality. The problem of quality and standardization cannot be handled effectively at organizational level. Implementation of all these activities is the responsibility of governments in each country.

National standards bodies are existent at government level in developing countries, but standardization has never been a task of priority. In order to resolve the quality crisis in developing countries, it is crucial that governments should play their role in developing and implementing quality standards. It necessitates that under the governmental umbrella national standards bodies should take their responsibility for organizing quality control activities at national level.

REFERENCES

[1] Awan, G.R. & Riaz, N. (2010). "Impact of Power Crisis on Export's Quality". *Pakistan and Gulf Economist.* Vol. 29, no. 26.

[2] Feigenbaum, A. V., (1984). 'Quality - - A Way of Managing the Modern Company'. World Quality Congress Proceedings, Volume 3, The Institute of Quality Assurance, London.

[3] Ishikawa, K. (1985). What is Total Quality Control: The Japanese Way, Prentice-Hall Inc.

[4] Juran, J.M. (1981). "Product Quality - - A Prescription for The West", Measurement and Inspection Technology, July 1981.

[5] Juran, J.M. (1986). 'Quality Trilogy', 40th American Society for Quality Congress, California.

[6] Kindlarski, E. (1992). "The Polish Approach to Quality", ISO News, Vol. 1, No. 6, ISO Secretariat, Geneva, Switzerland.

[7] Kume, H. (1992). "How Japan Sees ISO 9000", ISO News, Vol. 1, No. 6, ISO Secretariat, Geneva, Switzerland.

[8] Nawrocki, A. (2004). 'Significance of Standards for German Industry', BDI – Federation for German Industries, Berlin.

[9] North, J., Blackburn, R. and Curran, J. (1998). The Quality Business – Quality Issues and Smaller Firms, Routledge Publishers, London

[10] Sierra, E. (1983). 'Quality Control Systems in Developing Countries: Some Experiences of the International Trade Center UNCTAD/GATT (ITC)'. 27th EOQ Conference Proceedings, Madrid. EOQ, Berne.

Competitive Advantage in Pharmaceutical Supply Chain Through Technology Transfer Implementation

Emre Göllü[1]

[1]UCB Pharma A.Ş.

Ataşehir, Istanbul, TR-34746, Turkey

emre.gollu@ucb.com

ABSTRACT

Increased competition driven by economic globalization in different sectors including pharmaceuticals, entails companies of all sizes to prioritize how to create competitive advantage especially in fast growing markets. In this regard, supply chain structure plays a key role in terms of generating competitive advantage through focusing on increasing profit margins and productivities. Accordingly, in the composition of pharmaceutical supply chain structure, production has the determinant position. This study encompasses a pharmaceutical production technology transfer project based on the localization of production initiative in Turkey being an emerging pharmaceutical market, to establish competitive advantage through both generating agility in the supply chain structure as well as unit cost reduction.

ÖZET

Ekonomik küreselleşmenin, ilacın da dahil olduğu farklı sektörlerdeki rekabet artışı, tüm ölçeklerdeki firmaların özellikle hızlı büyüyen pazarlarda rekabetçi üstünlüğün nasıl sağlanacağına odaklanmalarını gerekli kılmaktadır. Bu bakımdan, kar marjını ve verimliliği artırmaya odaklanmak suretiyle rekabetçi üstünlük yaratmak bakımından, tedarik zinciri yapısı kilit bir rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak, ilaç tedarik zinciri yapısında üretim, belirleyici konumda bulunmaktadır. Bu çalışma, hızlı büyüyen bir ilaç pazarı olan Türkiye'deki üretimin yerelleşmesi girişimine dayanan ve hem tedarik zinciri yapısında çeviklik hem de birim maliyetin azaltılmasıyla rekabetçi üstünlük sağlanmasını esas alan bir farmasötik üretim teknolojisi transferi projesini kapsamaktadır.

Key words: Pharmaceutical, technology transfer, competitive advantage, supply chain, localization

1. INTRODUCTION

Increasing competition driven by economic globalization has become a natural part of the business environment especially over the last couple of decades through direct effect. Rapid evolution of dynamics and processes in the emerging markets have been fostering competition, so firms are destined to focus on how to improve their profit margins through productivity increase along their entire supply chains, regardless of their sizes. In addition, other benefits like market share increase and effectiveness of customer relations are achieved as well. Accordingly, significance of supply chain management has been increasing both as a tool and guide for the firms in general.

Historically, the focus of attention in the pharmaceutical industry has been given to product discovery and development, as well as investments to sales and marketing, anyhow, globally increasing competition has brought supply chain management into a position of higher priority. Being

influenced by local policies in regulatory and market access processes, supply chain management has gained an increasing significance with its ability to generate economic value for both the customers and hence to the shareholders through considerable opportunities found in improvements on the operational supply chain side.

Apart from this intensive competition, other factors such as declining research and development (R&D), high number of generics entries, as well as the emergence of new markets in middle-income countries, and social pressures, changed the focus for the pharmaceutical companies to the relationship between volume and costs. At this point, supply chain management is being implemented as a factor of advantage for cost reduction through productivity increase in the end-to-end scope. For this purpose, the industry's generally preferred mechanism has been to increase investment in current business activities, primarily R&D and sales, which are shown as the two extreme ends of the supply chain (Achilladelis and Antonakis, 2001; Sharabati and Nour, 2013).

In the high-competition environment, efficiency in supply chain is a key factor. It is needed to achieve competitive advantage, especially through ensuring product availability, which strengthens company's image at the doctors, as well as patient's access to prescribed medicines (Saxena, 2016). Accordingly, a dependency of a company's marketing strategy on its supply chain can be emphasized. In this context, supply chain structures of companies are becoming the focus of attention with all of their existing nodes currently.

As a result of globalization process, pharmaceutical companies will be required to supply multiple geographically dispersed locations, among which new markets will push an increase in product variety with shorter life-cycles and smaller volumes based on the rapidly evolving technology landscape. Easy access of patients to the products will become the key factor for competitiveness, even there will an increase in product complexity, which will require supply chains to provide increased affordability (Shah, 2004; Lainez et al., 2012; Srai et al., 2015). Furthermore, restructuring of supply chain can enable advantages in the pricing process of pharmaceuticals, where changes in pricing models may challenge pharmaceutical manufacturers to adapt their supply chains to more cost effective and flexible structures.

2. EVOLUTION OF PHARMACEUTICAL ECOSYSTEM

The pharmaceutical industry is getting through a profound transformation. This transformative change has been created by technology, demographics, regulations and shifts in wealth. Declining productivity challenges the transitioning of existing, classical business models and the growth of emerging markets as key revenue contributors. A new pharma ecosystem is evolving through the change in strategic focus, realignment of R&D footprint, as well as the shift from primary care toward specialty drugs and biologics.

As a result of this process in the highly dynamic context, pharmaceutical companies are under extensive pressure. Accordingly, their business models have been transitioning to achieve competitive advantage in this new ecosystem by moving more to multichannel and omnichannel models. These types of multiple business models must be facilitated by the companies, adapting their approaches to the market by placing the patients at the center, where expansion of their access to products and services has been set as the primary objective. In line with this progress, commercial excellence has become a fundamental goal for the companies through aligning their value propositions and commercial models.

The evolvement of pharmaceutical ecosystem can be evaluated in three stages. First one is the traditional "Pharma 1.0" model, which is built on producing and marketing blockbuster drugs. This has made way for a more diversified "Pharma 2.0" model predicated to bring broader, more diversified product offerings to a more global market. Next phase of development is "Pharma 3.0."having service components that enable companies to deliver health outcomes at the center and achieve commercial excellence through understanding of value drivers, taking an agile approach to the market, and becoming an enabling organization (Berk et al., 2013; EY, 2014; Gautam and Pan, 2016).

3. AGILITY IN PHARMACEUTICAL SUPPLY CHAIN

In conjunction with this evolution, to ensure long-time competitiveness and survival, it is required for the companies to implement new strategies based on agile, responsive and flexible supply chains, which are evolving from hierarchical and classical structures to dynamic ones. In order to increase competitiveness and responsiveness to current challenges, pharmaceutical supply chains are required to improve their capabilities of manufacturing and delivering finished goods, creating new strategies through channels, and driving revenue and profit margin. In this regard, the pharmaceutical supply chain must be low-cost, lean and flexible.

Agility is the fundamental characteristic of a supply chain needed for survival in turbulent markets, where environmental forces create additional uncertainty resulting in higher risk in the supply chain management. It is basically defined as the ability to move quickly and easily; in terms of utilization in the business context, organizational agility means the capability of a company to rapidly change or adapt in response to changes in the market. Consequently, supply chain agility has been termed as enabling to match supply and demand at an acceptable cost under uncertainty caused by turbulence and volatility (Schneller and Schmeltzer, 2006; Ghatari et al., 2012; Tagizadeh et al., 2015).

In today's business environment, where changes are encountered with a pace higher than our ability to respond under conditions defined as VUCA, an agile supply chain has become a basic competitive requirement, which profits by responding to rapidly changing, continually fragmenting global markets through being dynamic, context specific, always adaptable to change and growth oriented. Main objectives of supply chain agility are to respond to short-term changes in demand or supply quickly and to handle external disruptions smoothly. Agility, which is achieved through a highly responsive supply chain reacting quickly to changes in the business landscape, can support pharma companies for faster new product launches, life cycle extension of existing product portfolio, quick entry to new markets. In addition, it makes companies act responsively to demand changes, as well as new business opportunities. Agility further helps providing the right product, at the right time to the consumer. (Ghatari et al., 2012; Ghatari et al., 2013; Zarenezhad et al., 2013)

The pharmaceutical supply chain is highly sensible and complicated. The exposition of pharmaceutical supply chain processes to disruptive events and volatile demand shifts as never before, puts agility into the position of being the key driver for success. For pharmaceutical plants, agility is the ability to switch rapidly from one product to another, but this is challenging when products require specialized equipment. Obviously, the pharmaceutical supply chain is undergoing tremendous changes due to re-shaping of new pharmaceutical ecosystem.

4. TRANSITION TO LOCAL PRODUCTION IN PHARMERGING MARKETS

The growth of emerging markets has been a key driver for big pharma, so the concept of "pharmerging markets" has revealed, which covers the countries having pharma sales with higher growth in comparison to mature markets. Although offering rapid growth in high rates, these emerging markets will also present extra risks and uncertainties depending on their properties and circumstances. They are mainly classified in three tiers as Tier 1 including China; Tier 2 consisting of Brazil, Russia and India; as well as Tier 3 including Algeria, Argentina, Colombia, Egypt, Indonesia, Mexico, Nigeria, Pakistan, Poland, Saudi Arabia, South Africa, Turkey and Vietnam (Aitken et al., 2016).

The raise of pharmerging markets was boosted by Pharma 2.0 model, and now the transition to Pharma 3.0 model requires agile approaches through development of new business models and dynamic channels. As an example to agile approach, transition to local production can be given, which was brought as an initiative in Turkey by the local Health Authority (Turkish Drug and Medical Devices Institution - TITCK) in March 2016, demanding all pharmaceutical companies to switch from imported goods to local production through assessment of generics availability in market shares per product group, as well as requesting their commitments accordingly in terms of timelines. This process called localization, which is driven by technology transfer, is still under application in Turkey, Russia

and Algeria, as well as it is expected to deploy to Saudi Arabia, Egypt, UAE and Tunisia in the mid-term.

The relationship between local production and company performance was investigated by Göllü (2017), covering Turkey as an emerging market having the 16th rank overall the world and 6th in Europe, and the outcomes indicate significant relationships between local production in the context of finished goods production both in own production site and in a contract manufacturing organization (CMO), and company performance (Table 1). In this regard, localization of production can be argumentally supported, where technology transfer process constitutes the basis.

Table 1 Relationship between local production and company performance

Existence in supply chain structure	**Difference between business performances**	**Relationship**
Primary (API) manufacturing site	Non-significant	No
Secondary (FG) manufacturing site	Significant	Yes
Own manufacturing site	Significant	Yes
Toll manufacturing site	Significant	Yes

5. TECHNOLOGY TRANSFER

Intellectual property is an important aspect for country's technological, economical and social development. It is observed that normally technologies are created in developed countries and benefits of these technologies are not spilled over to people in the developing countries. It is essential to make these technologies easily and economically available to people in developing countries.

Technology transfer can be defined as a process by which a developer of technology makes its technology available to a commercial partner that will exploit the technology. It is the practice of transferring scientific findings from one organization to another for further development through a broad set of processes covering flows of know-how, experience and equipment for mitigating and adapting to climate change amongst different stakeholders such as governments, private sector entities, financial institutions, non-governmental organizations (NGOs) and research/education institutions, so that new products such as medicines, educational tool, electronic devices, safety equipment and health services can become available to the public.

Technology transfer is both integral and critical to the drug discovery and development process for new medicinal product. This process is important for to elucidate necessary information for technology transfer from R & D (Research & Development) to PDL (product development laboratory) and for development of existing products to the production for commercialization. It is helpful to develop dosage forms in various ways like it provides efficiency in process, helps to maintain quality of product, helps to achieve standardized process, which in turn facilitates timely & cost effective production. (Janodia et al., 2008; Singh and Aggarwal, 2010)

Basically, it can be said that technology transfer is the intersection between business, science, engineering, law and government. The goal of technology transfer activities is to transfer product and process knowledge between development and manufacturing, and within or between manufacturing sites to achieve product realisation. This knowledge forms the basis for the manufacturing process, control strategy, process validation approach and ongoing continual improvement. Technology transfer can be in various ways 'such as' know-how delivery, contract research and development, establishing joint ventures, setting up plants, establishing production processes, quality control procedures, etc. on a turnkey basis, and licensing patents, designs and other forms of IPR.

Pharmaceutical industry is constantly looking for reducing cost of drug discovery and development. Technology transfer provides an opportunity to reduce cost on drug discovery and development. If a pharmaceutical company sells or buys a technology (out-licensing and in-licensing,

respectively) at certain stage of drug development, it is likely to help pharma companies. Pharmaceutical companies are constantly looking for integrating technologies to screen and identify potential molecules. With biotechnology industry making rapid strides, pharmaceutical companies constantly seek to leverage advantage of biotechnology industry in drug discovery. Many small biotechnology firms do not have enough financial capability to develop the discovered technology. With focus of pharmaceuticals on biotechnology as well, major pharmaceutical companies can easily absorb technology from these small biotechnology firms and develop the molecule. Company like Wockhardt in India has focused on biotechnology as well other than core area of pharmaceuticals as a major growth driver. Such companies can easily integrate and facilitate technology transfer in biotechnology and pharma. With many pharmaceutical companies having very less or a few new molecules in the pipeline, are looking biotechnology as a major opportunity. But companies, having no expertise in biotechnology have to tread carefully as failure to take advantage in biotechnology research would cost them dearly in terms of finance.

Pharmaceutical industry is technology driven, research intensive, high-risk high-profit, tedious, cumbersome, and long process. The development of various therapies and medicines takes several years, billions of dollars and different phases where regulatory approval is mandatory before marketing any product. Many pharmaceutical firms do not have the capacity to develop and market molecules till the end stage and thus are interested in transferring technology to big pharmaceutical firms that have financial and manpower capacities. Multinational companies that have base in developed countries are frontrunner in creating and harnessing technology in pharmaceutical sector. This is ascribed to strong protection of intellectual property such as patents. Restrictions by developing countries concerning the patent system in the pharmaceutical field are usually based on series of factors: Product importation vs industrialization, prices of medicines and R&D and the release of new products by domestic companies. Technology transfer in pharmaceuticals has been viewed from the perspective of innovation and R&D. (Janodia et al., 2008)

Technology transfer can be in various ways such as know-how delivery, contract research and development, establishing joint ventures, setting up plants, establishing production processes, quality control procedures, etc. on a turnkey basis, and licensing patents, designs and other forms of IPR.

Pharmaceutical industry having the characteristics of being technology driven, research intensive, high-risk high-profit, tedious, cumbersome, and consisting of long processes, is constantly looking for reducing cost of drug discovery and development, for which technology transfer provides an opportunity. Pharmaceutical technology transfer consists of planned and controlled actions that are based on well defined acceptance criteria to convey a manufacturing process, analytical method, packaging component, or any other step or process along the pharmaceutical drug lifecycle from an originator site, known as a sending unit (SU), to a new site, the receiving unit (RU).

The three primary considerations to be addressed during an effective technology transfer are the plan, the persons involved, and the process. A plan must be devised to organize the personnel and the process steps. Once prepared, the plan must be communicated to the involved parties in research, at the corporate level and at the production site. The technology transfer does not mean one-time actions taken by the transferring party toward the transferred party, but means continuous information exchange between both the parties to maintain the product manufacturing. To assure the drug quality, it is desire to make sure that is what, when, and why information should be transferred to where and by whom and how to transfer, then share knowledge and information of the technology transfer each other between stake holders related to drug manufacturing (Singh and Aggarwal, 2010).

5.1. Technology transfer project

A technology transfer project was executed for a product in the therapeutic area of neurology, having three SKUs in tablet presentations, where the SU was the IP owner entity in Europe and the RU was a local contract manufacturing organization. In the progress of this project, below listed steps were followed:

- Determination of candidates for local manufacturing organization
- Technical assessment
- Quality audit
- Commercial feasibility
- Determination of contractual setups (Business, quality and pharmacovigilance agreements)
- Preparation and approval of technical documents
- Execution of analytical method transfer
- Execution of technology transfer
- Placebo production
- Production of technical batches
- Production of validation batches
- Preparation of both analytical transfer and technology transfer reports
- Execution of stability studies
- Execution of multimedia dissolution studies
- Variation submission to local Health Authority (TITCK) with the reports of these studies

The project management model is stated in Table 2 below.

Table 2 Project management model

Scope	Tablet forms, in total 3 SKUs
Duration	2 years
Budget	500k EUR
Governance structure	Dedicated project teams on the SU, Ru and the local affiliate of the SU with appointed project leads
Functions involved	Supply chain, quality assurance, regulatory affairs, market access

6. CONCLUSION

Localization of production initiatives require companies to execute technology transfer projects between sending and receiving units through building setups with certain capabilities. Principally, project management is the major capability needed for both units. In addition, key requirements for a successful implementation are the contractual framework to be determined precisely, assessment of technical capabilities and determination of investment needs, detailed planning, determination of process steps, as well as establishment of project teams on both sides with clear roles and responsibilities.

Main benefits can be listed as higher responsiveness in VUCA environment through volume and product flexibility, better deal with uncertainty via adaptation to market supply and country versions, capability to supply nice markets, better operational performance, possible cost reduction between 10 and 30 per cent on SKU basis, improved quality and contribution to green footprint.

Key success factors for this project have been, proper planning of resources, detrmination of the partner having both technical and commercial availabilities, establishing an efficient governance model including all stakeholders at both RU and SU, as well as the local affiliate of the SU; detailed planning of technical processes both in terms of timing and resources; efficient documentation and reporting.

REFERENCES

[1] Achilladelis, B., Antonakis, N. 2001. The dynamics of technological innovation: the case of the pharmaceutical industry. *Research Policy* 30: 535–588.

[2] Aitken, M. , Kleinrock, M. and Nass, D. 2016. Outlook for global medicines through 2021: balancing cost and value. *Quintiles IMS Institute Report.*

[3] Berk, P., Gilbert, M., Herlant, M. and Walter, G. 2013. Rethinking the pharma supply chain: new models for a new era. *The Boston Consulting Group (BCG) Report*.

[4] EY 2014. Commercial excellence in pharma 3.0. *Ernst & Young LLP Report.*

[5] Gautam, A., Pan, X. 2016. The changing model of big pharma: impact of key trends. *Drug Discovery Today* 21(3): 379-384.

[6] Ghatari, A.R., Mehralian, G. and Zarenezhad, F. 2012. Developing a model for agile pharmaceutical manufacturing: evidence from Iran. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 6(9): 753-762.

[7] Ghatari, A.R., Mehralian, G., Zarenezhad, F. and Rasekh, H.R. 2013. Developing a model for agile supply: an empirical study from Iranian pharmaceutical supply chain. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 12: 193-205.

[8] Janodia, M.D., Sreedhar, D., Ligade, V.S., Pise, A. and Udupa N. 2008. Facets of technology transfer: a perspective of pharmaceutical industry. *Journal of Intellectual Property Rights* 13: 28-34.

[9] Lainez, J., M., Schaefer, E., Reklaitis, G., V. 2012. Challenges and opportunities in enterprise-wide optimization in the pharmaceutical industry. *Computers and Chemical Engineering* 47: 19-28.

[10] Saxena, S.K. (2016). A review of marketing strategies work by different pharmaceutical companies Retrieved December 29, 2016 from http://www.iitk.ac.in/infocell/announce/convention/ papers/Changing%20Playfield -06-Saurabh%20Kumar%20Saxena.pdf.

[11] Schneller, E.S., L.R. Smeltzer, 2006. *Strategic management of the health care supply chain*. San Francisco, CA :Jossey-Bass.

[12] Shah, N. 2004. Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation. *Computers and Chemical Engineering* 28(6-7): 929-941

[13] Sharabati, A., A., Nour, A., I, (2013), *Intellectual Property Rights (IPRs) and Pharmaceutical Manufacturing Organizations' Business Performance,* Journal of Business Studies Quarterly, 4(3), 112-128.

[14] Singh, A., Aggarwal, G. 2010. Technology transfer in pharmaceutical industry: a discussion. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 1(3): 1-5.

[15] Srai, J.G., Badman, C., Krumme, M., Futran, M. and Johnsto, C. (2015), "Future Supply Chains Enabled by Continuous Processing – Opportunities and Challenges", *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 104, 840-849.

[16] Tagizadeh, H., Valyani, A.R., Bazrkar, A. 2015. Analysis and prioritization of effective strategies for agile supply chain case study: pharmaceutical industry in Iran. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 6(6): 376-383.

[17] Zarenezhad, F., Mehralian, G., and Ghatari, A.R. 2013. Developing a model for agile pharmaceutical distribution. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 3(1): 161-172.

Technology Management in Software Defense Industry

Sevgi Özlem Bulu[1], Arif Furkan Mendi[2], Tolga Erol[3], İzzet Gökhan Özbilgin[4]

[1, 2, 3, 4] ARGE,Teknoloji&Ürün Yönetimi Direktörlüğü, HAVELSAN A. Ş.
Mustafa Kemal Neighborhood, 2120 Street No:39 P.C.: 06510
Çankaya- ANKARA
sbulu@havelsan.com.tr, afmendi@havelsan.com.tr, terol@havelsan.com.tr,
gozbilgin@havelsan.com.tr

ABSTRACT

Technology Management is defined as a union established for the planning, development and implementation of engineering and management sciences and the technological capabilities that will enable the organization to implement its strategic and operational objectives. With the Technology Management System, it is possible to improve the cost of project works by producing high quality solutions with an independent view in the project / product processes, supporting a cooperative working environment between strategic business units by increasing reshares, increasing common awareness within the company and making efforts and reusing the technologies produced in the company and facilitating the management of the technological capabilities of personnel are just a few of the objectives of Technology Management. In this respect, it is aimed to increase the efficiency of the company by using the resources correctly.

Consolidating technologies in the right way at the institutions is a sustainable competitive advantage. For this purpose it is necessary to understand the nature of the technology and to identify the components that shape the technology management process. Within the scope of the study, information was provided on the subjects of Technology Taxonomy, Technology Readiness Level, Technology Asset Library, Technology Competency Level and Technology Roadmap.

Access to technology and finding innovative solutions are important factors in determining the level of competitiveness of companies in the world market. In the rapidly developing world of technology, companies must implement technology management effectively and make necessary efforts to ensure sustainability.

The study describes the definition, transition process, components, challenges and successes of technology management that will enable institutions to track, interpret and manage existing and emerging technologies. It will be a roadmap for companies that want to create an effective and traceable technology management that can respond more quickly to the needs of the organization, especially for companies in the IT and defense sectors.

Keywords: Technology Management, Technology Readiness Level, Technology Asset Library, Technological Competence, Technology Roadmap

1 INTRODUCTION

Many managers are aware of the strategic importance of technology in delivering value and competitive advantage to their companies and the industrial networks in which they operate. As technological developments accelerate, this issue becomes more important as recitals and technological levers become global [1]. It is a result of these transformations that companies are starting to allocate considerable resources to Research & Development (R&D) investments. Effective and traceable systems must be developed to meet the needs of the organization today and in the future.

Technology management is a combination of disciplines of fundamental sciences, engineering and management, which evaluates the potential of technologies and enables them to be used for

organizational purposes [2]. Technology management does not offer a single way or method in a competitive environment. It guides the organization how to manage its technological capabilities.

2 TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY MANAGEMENT

Technology is all of the tools, theoretical / practical knowledge and skills associated with a product or service that a person has developed to change and control the environment. Technology is changing and evolving depending on requirements. To use this power as a competitive advantage, organizations look for ways to work more effectively in the possession of information and the decision making mechanism [2].

Technology management involves establishing relationships between technology, products and the market, identifying existing and emerging technologies, evaluating the opportunities that they create, and determining their process of production and market position. This serves as a structure that provides links between the developments in science, technology and the business world.

3 TRANSITIONAL PROCESS TO TECHNOLOGY MANAGEMENT

Technology management has the ability to adapt to every organizational type regardless of its size and experience [2]. In the Transitional to Technology Management process, companies need to associate and harmonize their technological strategy with operational activities such as human resources and finance in line with company's culture and needs.

In this process, an integrated technology management addressing all strategic business units, optimization of project effort and cost through reuse, support for collaborative working environment, creation of common awareness by adopting different approaches to project / product concepts, the creation of high quality solutions are targeted.

3.1 Stages

Transitional process to Technology Management consists of many stages. The first phase is internal analysis. At this stage, the existing process analysis, the determination of improvement points and prioritization studies are carried out in the institution. Improvement points are used as the base input for the next process definitions.

The second stage is external analysis. The other name of this phase is benchmarking. Examples of good practice are examined. Companies obtain information about technology management and application tools such as Technology Road Map, Taxonomy, Technology Readiness Level, and Technology Asset Library of samples.

As a result of analyzes, the institution starts to form its technology management components that are appropriate for its own structure and needs. Technology management applications and tools, new process / procedure and new management metrics are defined.

3.2 Technology Roadmap

The Technology Roadmap is a technique that supports the development and implementation of technology management and provides a link between technological infrastructure, environmental factors and corporate culture. Technology Roadmap can be used as a tool to identify and assess potential threats and opportunities within the competitive environment and to support the development and creation of strategic business, product and technology plans [1].

Technology Roadmap is the main reference point for the studies of Research and Product Development. While the technology roadmap is being created, the technology to market model is used. In this model, the use of the required technology for product to reach the market and the planned projects are shown on the map. It consists of four layers: market (target market, main competitors, the duration of stay in market, products and projects relations in the market), product (product description, related technology field, product targets, product-market/product-project relations), project (project definition and description, project development plan, project objectives, Technology Readiness Level values of the beginning and the end of project, project-product/project-technology relations), technology (definition of the technology field with reference to Technology Taxonomy, Technology

Readiness Level). These layers are formed by considering the constraints related to financial, competence, ecosystem, organizational, and infrastructure.

3.3 Technology Taxonomy

The technology taxonomy is a library that shows the institution's basic business areas and a breakdown of technologies within a given framework, constitutes a common meaning and understanding in technology management, consists of defined/referenced technologies of projects/products. Taxonomy should be simple and intuitive in practice.

When creating and updating technology taxonomy, it is important to consider the definition of institutional / national key and core technologies , the compatibility with the strategic plan and the harmonization of definitions and common perception.

3.4 Technology Asset Library

Technology Asset Library is a database that shows important properties such as the source, owner, and maturity of each entity that is the outcomes of research and development activities. In addition, The Technology Asset Library is a library where all components / work products produced and reused during the core activities of the institution are stored / managed / updated. This library contains software, hardware, algorithms and models.

The purpose of this structure is resource efficiency and reusability. This library needs to be checked and updated periodically in order to be a healthy data community.

3.5 Technology Readiness Level

Technology Readiness Level is a measurement system that is used to evaluate the degree of progress before the developed technologies are integrated into a system or subsystem. Institutional Technology Readiness Level is calculated on a nine-level, strategic business unit basis for each technology domain defined in the Technology Taxonomy.

Due to the fact that the technology is not mature enough, there are problems such as extension of time, increase in cost, failure to reach the targeted performance. At the end of the technology development phase, Technology Readiness Level is measured. Technologies that are determined to be insufficient as a result of evaluations are included in the maturation plan.

3.6 Technology Competency Level

The definition of competence is the ability to do business which the business unit that has employees working in any area has, rather than showing the competence of employees. Competency consists of 5 levels: System Analysis Level, Development Level, Verification & Validation Level, Repair Maintenance Level, Business / Management Process. These levels are assessed by four scales. These scales are: No, Low (0-4000 hours), Medium (4000-10000hours), High (10000-..).

Technology competence level measures are used in evaluating the technological achievements resulting from project studies. Institutional Technological Competence calculations aim to analyze and plan the competencies of the institution for a specific technology in the process of preparing Technology Roadmap. As a result of this competence measurement, companies have knowledge about the technology competencies of employees and technologies that need to be developed.

3.7 Ecosystem Management

The ecosystem is all the organizations in which the firm interacts. Establishing a system in which THS values are assessed for all the technology areas in which the company cooperates with the company is assessed by monitoring the negative / positive developments experienced by all companies in the company's ecosystem and the subcontractor's "project completion performance" when the project is completed is an integral part of technology management.

3.8 Difficulties

During the technology management process, the company can be confronted with both cultural and technical problems. Resistance to change is one of the most important social problems. Fear of not knowing what the consequences of change or adaptation can lead to accelerate the process of technology management. Integrity policy should be preserved with internal training and consulting services by ensuring that people participate in the change process.

Technical problems can also arise in the construction and implementation of the components. While creating the Technology Taxonomy, it can be difficult to classify the technologies according to company needs. The difficulty in the Technology Roadmap is the creation, visualization and reading of the roadmap in single product / project or high activity based firms. At the same time, the accuracy of the technology readiness level cannot be proven. One of the application problems can arise when ecosystem management is being established. It is unlikely to understand and apply the technology management issues correctly at related companies in various sizes.

After the creation and implementation of this process, the management and update problem occur. The best solution to this problem is to work with full time senior system engineers. Also, it is important to have technologists for the evaluation of the system and pursuance of technologies developments in project-based firms.

3.9 Achievements

With Technology Management System, increasing the common awareness within the organization with the participation of an independent view on the project / product processes and producing higher quality solutions, supporting a cooperative working environment between strategic business units by increasing reuse and resource sharing, providing the effort and cost optimization in the project works by managing the reuse, supporting the creation of the productive process of increased cooperation between the business units, have been accomplished.

Technically, The Technology Roadmap in the technology-market model created according to Technology Readiness Level and organizational competency, Technology Taxonomy is prepared. Technology Asset Library, Technology Readiness Level measurement system with the aim of evaluating the maturity levels of the technologies / projects / products was established. Technology Management training has been given to disseminate the management culture to all employees. Competency management based on Employees has been gained. Technology ecosystem management has been established in order to monitor companies developing technology. The institutional automation system has been devised for the efficiency of Technology Management activities.

4 CONCLUSION AND EVALUATION

The correct consolidation of technologies in institutions is a source of a sustainable competitive advantage [3, 4]. Technology management that tries to prove and accept itself is an immature structure because it is an interdisciplinary structure. For this reason, it is essential both to understand the character of technology and to determine the components shaping the process of technology management [5, 6]. Difficulties that have taken place in this process are removed with the upper management understanding. If the managers are not supported, the possibility of failure increases.

REFERENCES

[1] *Technology Roadmapping: linking technology resources to business objectives*; Robert Phaal, Clare Farrukh and David Probert Centre for Technology Management, University of Cambridge

[2] *Teknoloji Yönetimi Kılavuzu*; Tanyel Çakmak, Ali KIlıç, Ahmet Tunçay,Istanbul Sanayi Odası, Istanbul 2012

[3] Ejdys J, Ustinovicius L, Stankevičienė J. *Innovative application of contemporary management methods in a knowledge-based economy- interdisciplinarity in science*. Journal of Business Economics and Management 2015; 16 (1):261–274.

[4] Song M, Zhao YL, Di Benedetto CA. *Do perceived pioneering advantages lead to first-mover decisions*, Journal of Business Research 2013; 66 (8):1143–1152.

[5] Mazurkiewicz A, Belina B, Poteralska B, Giesko T, Karsznia W. Universal methodology for the innovative technologies assessment. Proceedings of the 10th European Conference on Innovation and Entrepreneurship 2015;458-467.

[6] Halicka K. *Innovative Classification of Methods of The Future-Oriented Technology Analysis*. Technological and Economic Development of Economy 2016; 22 (4):574–597.

Opportunities and Challenges in Supply Chain Collaboration with Blockchain

Göknur Arzu Akyüz[1], Güner Gürsoy[2]

[1] University of Turkish Aeronautical Association,
Faculty of Management, Logistics Management Department,
gaakyuz@thk.edu.tr;

[2] Okan University, Faculty of Business and Administrative Sciences,
Business Administration Department
guner.gursoy@okan.edu.tr

ABSTRACT

Blockchain technology is one of the most disruptive technologies in recent years. The technology offers a new form of decentralized, distributed and autonomous database management system; involving publicly accessible shared general ledger which is directly relevant with the integrity of transactions as a main trust building mechanism. Trust, transparency, multiple verification, data ownership and disintermediation are the leading characteristics of the blockchain technology that enable supply chain collaboration to be transformed into coalescence. With the blockchain technology, new supply chain collaboration systems provide various opportunities and challenges for the integration of multiple partners across the supply networks. This study includes a coverage of these opportunities and challenges based on literature. The findings reveal that the technology has the potential to have dramatic implications on supply chain management in terms of transactional integrity, interoperability, standardization, transparency, and synchronization of physical and financial flows in a multi-partner ecosystem.

Keywords: Blockchain, Supply Chain Management, Opportunities, Challenges

1. INTRODUCTION

Under changing technological and business dynamics, an on-going and radical paradigm shift is being experienced in supply chain management, resulting in complex, multi-echelon, collaborative and smart supply networks [1]. Visibility, traceability and accountability across multiple partners became the essential themes for the synchronized and collaborative management of material, information and financial flows, and cross-partner processes. Industry 4.0 philosophy dominates the scene, and landscape now contains various disruptive technologies (3D Printers, IoT, cloud, automonous systems, advanced manufacturing systems, blockchain), and one of the keywords became the smart connectivity of cyber-physical systems.

Within this scene, blockchain technology offers a new form of decentralized, distributed and autonomous database management system. It involves publicly accessible shared general ledger- a concept which is directly relevant with the integrity of transactions-, and forms the technical component running cryptocurrency bitcoin. The technology basically refers to a method in which parties unknown to each other can jointly maintain and edit databases in an entirely decentralized manner, with no intermediary party exercising central control [2].

According to the following Gartner Hypecycle curve (2017) showing time versus expectations, blockchain technology has passed its “peak of expectations” phase, and moving to the “tough of disillusionment” [3]. The curve indicates that the technology needs 5 to 10 years to reach the plateau of productivity.

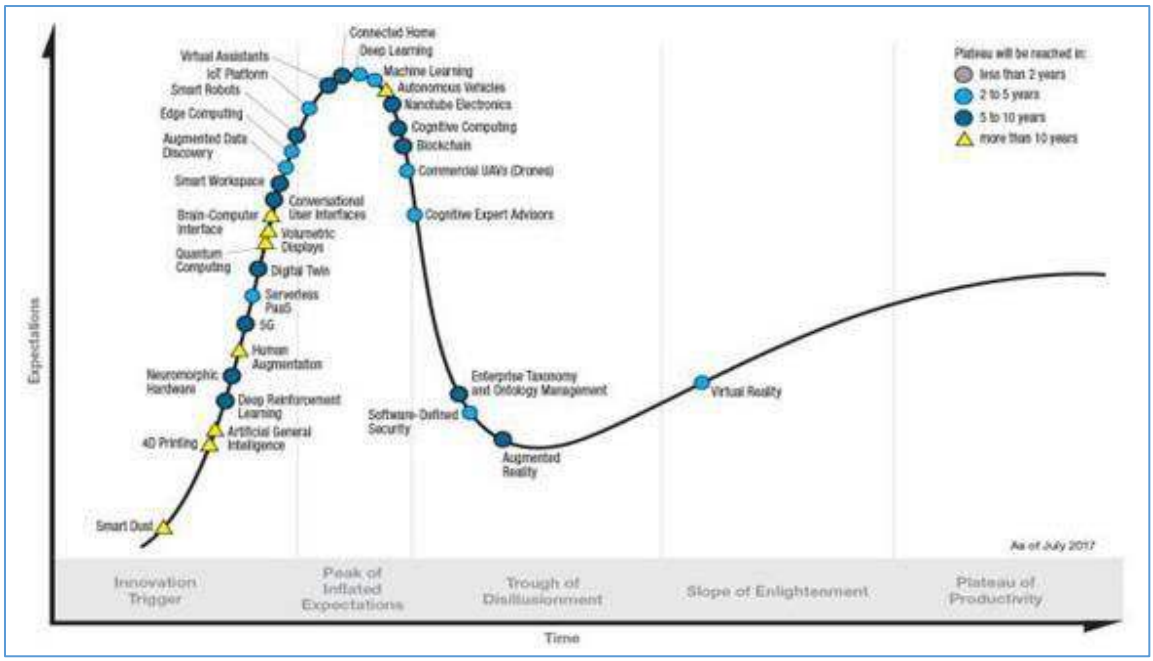


Figure 1 Gartner Hypecycle for Emerging Technologies, 2017 [3]

Lansiti and Lackhani (2017) support that companies are already using blockchain to track items through complex supply chains [4]. McKinley et al (2018) highlight that many blockchain solutions are in their "development" or "low adoption phase" [5]. Some promising examples of blockchain applications in citizen services, commercial and trade finance, insurance, retail sector, healthcare, automotive, energy and logistics already started to be referenced in literature [6, 7].

This study focuses on the opportunities and challenges of blockchain technology from supply chain collaboration perspective. Section 2 discusses the characteristics of the blockchain technology from collaboration perspective and puts forward the opportunities. Section 3 reviews the challenges for the mainstream adoption of the technology, and section 4 concludes.

2. BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN COLLABORATION

In literature, blockchain technology is well-supported to provide increased transparency, permanent ledger, accurate tracking and cost reductions [8]. Based on Infosys (2017), the following figure briefly describes the protocols of the blockchain:

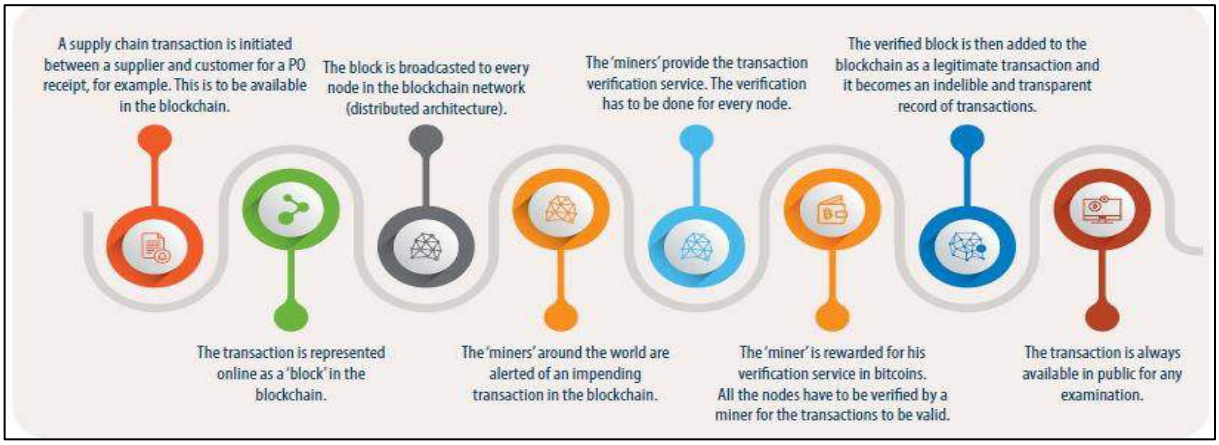


Figure 2 Protocols of the Blockchain [9]

This figure clearly indicates the "broadcasting" characteristic of the blockchain technology across the blockchain network. From supply chain perspective, this means instant, real-time sharing of transaction-related information across the supply network. This is perfectly relevant to reducing the bullwhip effect across partners, and to providing a solid foundation for collaboration.

Based on Joint Research center report, ref. [10] highlights the following as the main characteristics of the blockchain technology:

- **Self-soverignity:** users identify themselves while maintaining control over the storage and management of their personal data.
- **Disintermediation:** removal of the need for a central controlling authority to manage transactions.
- **Immutability:** records written and stored permanently without the possibility of modification.
- **Trust:** infrastructure that gives people enough confidence in its operations to carry out transactions such as payments or the issue of certificates.
- **Transparency:** conducting transactions in knowledge that each party has the capacity to enter into that transaction.
- **Collaboration:** the ability of parties to transact directly with each other without the need for any mediating third parties.

Similarly, Infosys mentions the characteristics of: a) being permissioned and private, b) transparency through decentralization, c) immutability, d) irreversibility, e) data integrity, d) scalability, e) security, and f) supporting the encryption, decryption and enforcing complex permission mechanisms for participants and third parties [9]. Deloitte supports the characteristics of distributed ledger, being chronological and time stamped, cryptographically sealed and consensus-based [8]. IBM emphasizes the distributed, permissioned and secured character of the technology [11]. Data transparency, security, asset management and smart contracts as the key points in [7].

A fundamental concept at the hearth of the blockchain technology is the smart contracts. In recent years, the development of blockchain technology has allowed customizable programming logic to be stored in blockchains, in addition to regular databases [2]. Smart contracts, self-verifying, algorithmic and self-executing agreements that can function autonomously [2, 7, 12], can store rules for negotiating the terms of an agreement, automatically verifies fulfillment, and then executes the agreed terms [13]. Smart contracts are stored in blocks that are electronically linked to one another in a blockchain network and all the users have a copy of the stored contracts. If any user tries to alter a transaction, it is detected by all the other users within the chain. So it can effectively prevent any unauthorized changes that might be happening within a network [2, 4]. Hence, smart contracts enable business terms to be embedded in transaction database and their execution along with transactions [11]. These contracts can work together and even can learn from each other. Business proceeds automatically when blockchain takes control of the transactional elements. Business becomes faster, more agile and more personalized by learning from the past contracts [12]. Thus, smart contracts remove the reliance on the third parties while establishing business relations. It is also supported that a web of interconnected smart contracts can be used to create a fully autonomous organization [2].

The above characteristics undoubtedly define a distributed, disintermediated infrastructure on which multiple partners can conduct transactions and collaborate transparently. This infrastructure has the potential to lower the transaction costs, speed processes, provide security and trust, and free up capital flows [11]. By design, blockchain and smart contracts enforce the transparency, security, authenticity and auditability necessary to make tracing the chain of custody and attributes of products possible [15]. An untouchable record of all commercial transactions are kept, to which all other participants of network can have access [16]. This provides a single version of truth across the network.

It is evident that with these characteristics, blockchain and smart contracts have the potential to provide a totally new level of integrity to material as well as financial flows of supply chain. Supply chain literature clearly supports that integrating and synchronizing the material and financial aspects is still the issue, and financial integration is somewhat neglected when compared with the material management aspects [17]. Integration of the financial players (banks, financial service providers) with the main supply chain actors (manufacturers, suppliers, customers) to provide accurate, on-line, real-time and synchronized integration of the financial operations and the material management operations are the key aspects. Ensuring shorter cash-to-cash cycles for the partners, and managing the financial resources across the entire network is still the challenge. Hence, blockchain and distributed ledger

technologies are supported to have the promise to automate supply chain processes, and to transform industry operating models [12].

In this perspective, the following framework is provided in [18] for the integrated and synchronized management of the physical and financial flows across the network:

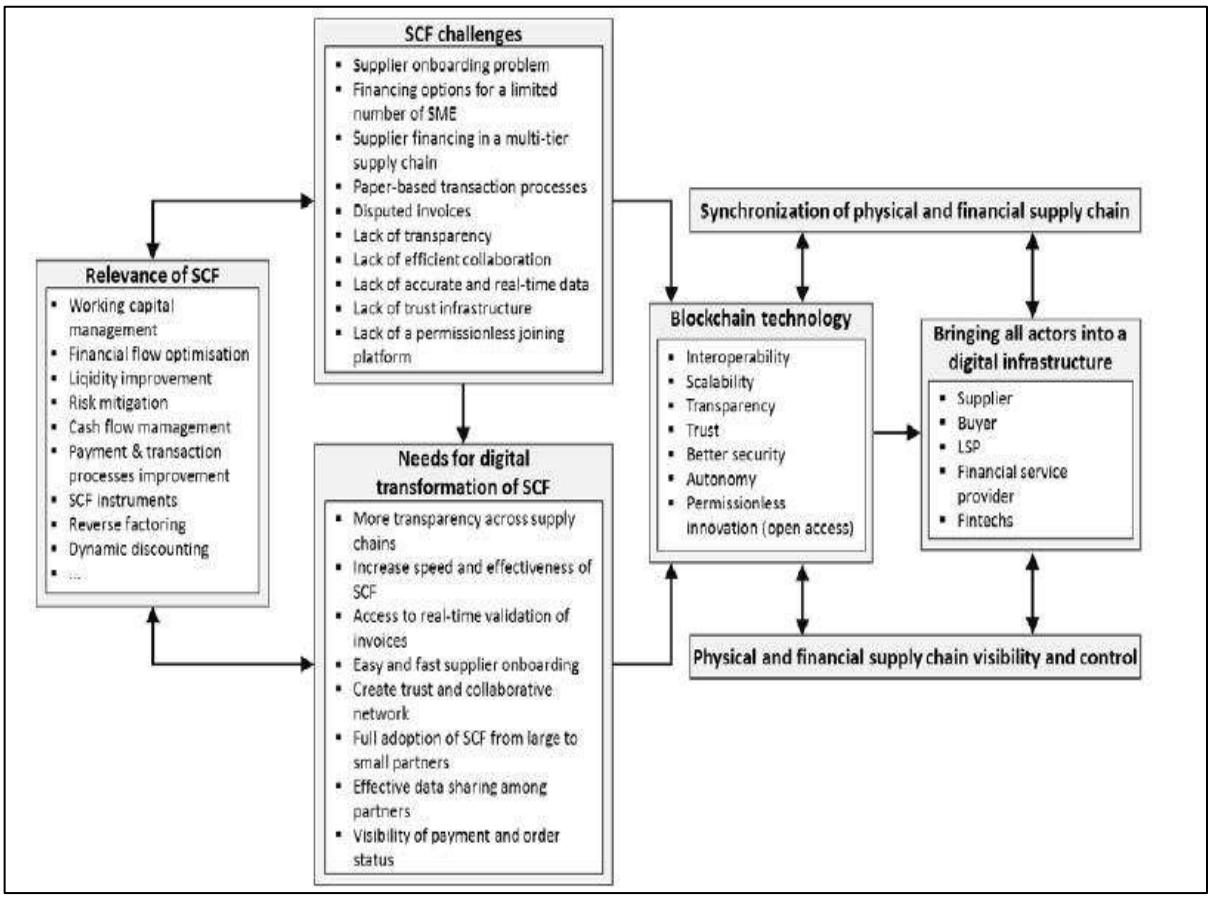


Figure 3 Integrated SCF with digitalization [18], Omran et al (2017)

Central role of the blockchain technology in bringing all the actors, including financial service and logistics service providers, into a digital structure for end-to-end visibility and control of the entire system is evident in this figure. With the technology, supply chain partners will be integrated into one ecosystem that is fully efficient and transparent to all [18]. Hence, blockchain technology essentially enables companies to create ecosystems that support their business processes [19]. It can be argued that the needs of transparency, speed, effectiveness, real-time validation, collaboration and visibility for both physical and financial flows within a complex network are totally compatible with the main characteristics of the blockchain technology. The technology is interoperable, offering an infrastructure which enables transactional integrity of multiple partners having different information systems. Scalability allows for dynamic and elastic expansion of the network. From supply chain perspective, this means easily integrating new collaborating partners into an existing ecosystem. This facilitates many dynamic, virtual and ad hoc partnerships via the web.

Relevance of the technology to various supply chain finance (SCF) concepts, such as cash flow management, payment and transaction improvement, and financial flow optimisation, is also indicated in this figure. As such, the blockchain appears as one of the most disruptive technologies having the potential to support multi-partner visibility, transparency and collaboration in complex supply networks.

Relevance of the technology to trust development among partners is also critical to highlight. Trust concept across multiple supply chain partners is a vital in multi-partner collaboration to exchange information at different decision levels [20]. It is addressed that lack of trust among supply

chain partners is still the main issue, and the main reasons are self-interest of supply chain members and information asymmetry in supply chains [21]. When considered from this perspective, blockchain technology appears as one of the key technologies that have the potential to create trust in a multi-partner environment. According to Gupta, blockchain builds trust with the following five attributes [6]:

a) distributed and sustainable,
b) secure, private and indelible,
c) transparent and auditable,
d) consensus-based and transactional,
e) orchestrated and flexible.

Inherently, one of the design goals of blockchain is to add trust within an untrusted environment by the distributed ledger to create a consensus-based, authoritative record of significant events. With smart contract mechanisms, blockchain offers an alternative trust model. Using a public blockchain can potentially eliminate the need for central authorities in arbitrating transactions and allows decentralized models. This is made possible, since trust is built into the model through immutable records in a distributed ledger [12]. It appears that with the blockchain technology, partners can trust on the single-version-of truth transactions as the base for any further tactical or strategic-level information exchange. This forms a solid foundation for the exchange of information which are mission-critical and strategic.

It is also important to mention that the development of supply chain trust models based on blockchain technology already started to appear in literature. The study given in [21] develops a quality management framework based on blockchain. Information sharing is highlighted, and a trust evaluation model is proposed for supply chain enterprises under blockchain environment in [22].

Consequently, blockchain technology together with smart contracts appear to have the potential to dramatically affect the multi-partner collaboration and trust development in complex network setting. On their way to reach the advanced level, the ultimate level of collaboration at which companies share their own business future via coalescence as defined by Merriam-Webster Dictionary is to grow together and unite into a whole. This technology appears as the state-of-the-art foundation on which enterprises can develop and gain competitive advantage.

3. CHALLENGES FOR MAINSTREAM ADOPTION

Previous section clearly highlighted that characteristics of blockchain technology are inherently fitted with the complex supply chain collaboration requirements, and that the technology provides opportunities at operational, tactical and strategic collaboration.

Undoubtedly, the technology comes with a variety of challenges. Based on the references [5, 7, 9, 23, 24, 26] the following items appear as the main challenges:

- **Interoperability and integrity:** Blockchains have to be interoperable among established enterprise platforms, as well as legacy systems. Connectivity across multiple systems, such as Enterprise Resources Planning (ERP), Customer Relationship Planning (CRM) and Vehicle Management Systems VMS) remains as the main issue.
- **Standardization:** Currently, we lack one common set of standards for defining transactions on a blockchain. Development of standards are required for interoperability, security and compliance. They have to be developing as the technology becomes mature.
- **Need for more validation:** Literature clearly highlights the presence of fear that technology has not been tested enough in pilots and proof of concept.
- **Need for regulatory and legal acceptance:** Non-existence of legal and regulatory frameworks is one of the challenges on the way for the assimilation of the technology. Maturity in terms of regulation and governance is needed.
- **Lack of Central administrator:** Currently, there is no central administration or administrating body responsible from the distributed ledger, which should evolve and mature in time.
- **Performance issues:** Related with the performance, the following are worth mentioning:

- **Latency:** Currently blockchains suffer from high latency, the time lag between the verified block of transactions and their addition to the ledger, which is higher than the average database transaction time.
- **Efficiency:** The speed and effectiveness with which blockchain networks can execute peer-to-peer transactions comes at a high aggregate cost.
- **Storage optimization:** How effectively storage can be utilized needs improvements.
- **Service level concerns:** Assurance of uninterrupted operations is among the major aspects, and these concerns should be alleviated in time as the standards become mature.

Consequently, it can be argued that high assimilation of the technology is dependent on overcoming these issues. It is also worth mentioning that as has been stated in [9], most of the blockchains are financial transaction validation-oriented today, and there is the need that they have to diversify into other areas like procurement, logistics and HR. This is a clear indication of the still existing issue of synchronizing the material and financial flows across complex supply chains. Hence, the assimilation and deployment of the technology beyond financial transactions can result in a giant step towards the integration and synchronization between material and financial aspects.

4. CONCLUSION

This study focused on the opportunities and challenges of blockchain technology from supply chain collaboration perspective. Blockchain has the potential to deliver vast savings by improving operational efficiency and generating value through new business models. Without a doubt, the technology appears totally in line with the collaboration requirements of the complex supply networks. The potential to enable a multi-partner ecosystem in which transactions are transparent to the partners is central to establishing collaborative management of material and financial processes. This is absolutely in line with Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) philosophy. By ensuring the transactional integrity, the technology can be the foundation for the collaborative reporting and monitoring across the network. This will open up the way to advanced form of collaborations, such as collaboration in performance and risk management, quality assurance and finance; on the way to reach coalescence, the ultimate level in the collaborative relationships.

Undoubtedly, there are numerous challenges that have to be defeated for the widespread diffusion of the technology. Still, blockchain technology appears as one of the promising technologies for the materialization of multi-partner complex supply network integration and CPFR philosophy. A powerful network effect will be triggered across the supply network when stakeholder adoption reaches a critical mass. At first it may be difficult to obtain stakeholder commitment due to differing levels of digital readiness and the initial awareness to recognize the mutual benefits of blockchain-based collaboration. As more and more supply chain stakeholders participate, blockchain will become more valuable, evolving into an industry practice.

REFERENCES

[1] Akyuz, G.A. and Gursoy, G. (2013). Paradigm Shift in Supply Chain Management. Invited Speech and published article, for *ASEM, American Society for Engineering Management 2013, International Annual Conference*. 2-5 Oct. 2013, Minneapolis-Minnesota.

[2] Lauslahti, K., Mattila, J., Seppala, T. (2017). Smart Contracts- how will blockchain technolgy affect contractual practices. Retrieved April 2, 2018 https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Raportit-Reports-68.pdf

[3] Gartner Group (2017). Gartner Hypecycle for Emerging Technologies.
Retrieved March 15, 2018 from https://medium.com/@frankvandeven/blockchain-gartners-hype-cycle-and-a-local-mexican-coin-called-t%C3%BAmin-is-the-age-of-c3f77de9cc6d

[4] Lansiti, M and Lackhani, K.R. (2017). The truth about blockchain. Harward Business Review. Jan-Feb. 2017 issue, 118-127. Retrieved April 2, 2018 from https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain

[5] McKinley, J. et al. (2018). Blockchain: Background, challenges and legal issues. Retrieved March 21, 2018 from https://www.dlapiper.com/en/uk/insights/publications/2017/06/blockchain-background-challenges-legal-issues/

[6] Gupta, M. (2017). Blockchain for dummies. IBM Limited Edition. Wiley and Sons, Hoboken, NJ.

[7] Heütgel, M. and Kückelhaus, M. (2018). Blockchain in logistics: Perspectives on the oncoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry. DHL &Accenture Whitepaper. http://www.manutencionyalmacenaje.com/es/downloads2/glo-core-blockchain-trend-report.pdf

[8] Deloitte (2017). Key characteristics of the supply chain. Retrieved March 8, 2018 from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/industries/in-convergence-blockchain-key-characteristics-noexp.pdf

[9] Infosys (2017). Integrating blockchain with ERP for a transparent supply chain. Whitepaper. Retrieved March 14, 2018 from https://www.infosys.com/Oracle/white-papers/Documents/integrating-blockchain-erp.pdf

[10] Gursoy, Guner (2018). Tedarik Zincirinde Blockchain ile Sistem Tasarım Süreci. Tedarik Zincirinde Blockchain Teknolojisi Çalıştayı. 30 Mart 2018, Okan Üniversitesi, İstanbul.

[11] IBM (2018). Blockchain 101. Understand what blockchain is and how it works. Retrieved 6 April, 2018 from https://www.ibm.com/blockchain/

[12] Gartner Group (2017). Blockchain and the distributed ledger technology to have a profound impact on contract management. Retrieved March 14, 2018 from https://www.gartner.com/imagesrv/media-products/pdf/ICERTIS/ICERTIS-1-48MM3RK.pdf

[13] Tania, H. (2018). A guide to smart contracts and their implementation. Retrieved March 21, 2018 from https://rubygarage.org/blog/guide-to-smart-contracts

[14] Sardana, S. (2016). What is the relationship between blockchain and smart contracts? Retrieved March 21, 2018 from https://www.quora.com/What-is-the-relationship-between-blockchain-and-smart-contracts

[15] Baker, J. and Steiner, J. (2015). Blockchain: the solution for transparency in product supply chains. Retrieved March 12, 2018 https://www.provenance.org/whitepaper.

[16] Caglar, Fatih (2018). Blockchain Driven Supply Chain Solutions. E-Mba Graduation Project. Maltepe University, Graduate School of Social Sciences.

[17] Akyuz, G.A. ve Gursoy, G. (2015). Tedarik Zinciri Finansal Entegrasyonu: İşbirlikçi Yaklaşımlar. *5. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 2016 Bildiriler Kitabı, pp. 146-143*. 26-27 Mayıs 2016, Mersin.

[18] Omran, Y., Henkeb M, Heinesc R. and Hofmannd, E. (2017). Blockchain-driven supply chain finance: Towards a conceptual framework from a buyer perspective. IPSERA 2017 Conference Paper. Budapest, 10 April 2017.

[19] Aitken, R (2017). Smart Contracts On The Blockchain: Can Businesses Reap The Benefits? Retrieved March 5, 2018 from https://www.forbes.com/sites/rogeraitken/2017/11/21/smart-contracts-on-the-blockchain-can-businesses-reap-the-benefits/#5423d6941074

[20] Akyuz, G.A. and Gursoy, G. (2014). Role of Management Control and Trust formation in Supply Network Collaboration. *International Journal of Collaborative Enterprise*, 4(3): 137-159.

[21] Chen, Si; Shi, Rui; Ren, Zhuangyu; et al. (2017). A Blockchain-based Supply Chain Quality Management Framework. *14th IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE),* Shanghai, China, NOV 04-06, 2017. IEEE Comp Soc. Edited by: Hussain, O; Jiang, L; Fei, X; et al. 2017. Book Series: International Conference on e-Business Engineering, pp. 172-176.

[22] Jiang, Xia; Liu, Yongjun (2017). Trust Evaluation Model for Supply Chain Enterprises under Blockchain Environment. *7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017).* Shenyang, China, JUL 28-30, 2017. Proceedings of the 2017 7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017). Edited by: Xin, N; ElHami, K; Kun, Z. Book Series: ACSR-Advances in Comptuer Science Research, Volume: 82 pp: 634-638.

[23] Leilacher, A. (2018). Five Challenges Blockchain Technology Must Overcome Before Mainstream Adoption. Bitcoin Magazine. Retrieved March 21, 2018 from https://www.nasdaq.com/article/five-challenges-blockchain-technology-must-overcome-before-mainstream-adoption-cm899472

[24] Panacea Infotech (2018). What are the Primary Challenges to Adoption of Blockchain Technology?. Retrieved March 21, 2018 from https://www.panaceatek.com/primary-challenges-adoption-blockchain-technology/

[25] Zheng, Z., et al (2017). Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey. *International Journal of Web and Grid Services,* December 2017, 1-25.

[26] Deloitte (2017). Key challenges. Retrieved March 8, 2018 from

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-blockchain-key-challenges.pdf

THE HISTORICAL VOYAGE OF THE TERM OF INNOVATION

M.Şebnem Ensari[1]

[1] İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi/İşletme Bölümü/Okan Üniversitesi

Seda Celep[2]

[2] İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi/İşlete Bölümü/Okan Üniversitesi

sebnem.ensari@okan.edu.tr, seda.celep@okan.edu.tr

ABSTRACT

Increasing globalization and use of technology bring businesses and consumers around the world closer together, make all businesses more competitive without international / national, large business / SME discrimination. For this reason, in the related literature recently there is a lot of emphasis on innovation and innovation management issues, with the belief that they provide competitive advantage [1].

Innovation has been defined by the Turkish Language Association (TDK) as "starting to use of new methods in social, cultural and managerial settings in order to comply with changing conditions" [2]. Schumpeter, both in the field of economic development and while explaining the nature of the entrepreneur, has pointed out for the first time the concept of innovation with concepts of destructive creativity or the replacement of old methods with better methods (1934). Moving from this first definition, the importance of innovation in foreign and local literature has been increasingly emphasized in the design of organizations in which innovation processes can be managed by organizations [3,7]. The aim of this study is to analyze the concept of innovation in the last century with the help of the literature review.

Key words: innovation, literatüre, historical development, process

ÖZET

Küreselleşme artan ve teknoloji kullanımı, dünya üzerindeki işletmeleri ve tüketicileri birbirine daha çok yaklaştırmakta, uluslararası/ulusal, büyük işletme/KOBİ ayrımı yapmaksızın tüm işletmeleri daha rekabetçi olmaya zorlamaktadır. Bu nedenle, son dönemde ilgili literatürde rekabet avantajı sağladığı düşüncesiyle inovasyon ve inovasyon yönetimi konuları üzerinde çokça durulmaktadır [1]

İnovasyon Türk Dil Kurumu tarafından, "*Değişen koşullara uyabilmek için toplumsal, kültürel ve yönetimsel ortamlarda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması"* olarak tanımlanmıştır [2], gerek ekonomik kalkınma teorisinde gerekse girişimcinin doğasını açıklarken eski yöntemlerin daha iyi yöntemlerle değiştirilmesi ya da yıkıcı yaratıcılık kavramları ile inovasyon konusuna ilk kez dikkat çekmiştir (1934). Bu ilk tanımdan hareketle, yabancı ve yerel ilgili yazında inovasyonun önemi ve inovasyon süreçlerinin örgütler tarafından yönetilebileceği örgütlerin tasarlanması konusuna giderek daha fazla önem verilmiştir [3,7] Bu çalışmanın amacı, inovasyon kavramının son yüz yıl içerisinde geçirdiği süreci ilgili yazın taramasından hareketle incelemektir.

Anahtar Kelimeler: inovasyon, literatür, tarihsel gelişim, süreç

1. INTRODUCTION

The value of innovation, which was defined in many different ways by different researchers since the 1930s, when the first systematic definition was made, can not be discussed. The need for conceptual studies for researchers who work on 'innovation' which its value has been increasing exponentially both in theory and in practice, is never diminishing. Although there are some attempts to make a general definition for 'innovation', it is difficult to say that there is one single definition that

reaches a consensus. The purpose of this study is to investigate the process of innovation in the last century with a study of the related literature and to present it to the reader.

The concept of innovation, comes from a Latin word like many concepts in the literature; innovatus. Innovatus means the introduction of new methods in social, cultural and administrative settings. [8]. Innovation is defined by the Turkish Language Association as "the introduction of new methods in social, cultural and managerial settings to adapt to changing conditions" [2]. In addition to innovation in Turkish, the concepts of *yenileşim*, *yenilikçilik* and *yenilik* are also used.

In the research literature, innovation definitions are associated with innovation, commercialization and/or application concepts. If an idea is not developed and transformed into a product, process or service, or if it is not commercialized, that idea can not be considered as an innovation (Popadiuk ve Choo). When the definition of the concept is examined within a period of the last 100 years, it is seen that it is related to different concepts at certain intervals and the definitions have developed over time. For this reason in this part of the study, the definitions of innovation made by different researchers will be presented in tabular form to the reader's information, covering specific periods.

2. INNOVATION DEFINITIONS IN DIFFERENT PERIODS OF TIME

When the sources in the first quarter of the 20th century were scanned through Google Scholar, it seemed that the concept of 'innovation' was often included in texts that meant *novelty*. Towards the middle of the century, innovation was considered as a fundamental feature of economic development [9]. J. A. Schumpeter is the first to describe the concept of innovation as an economic basis [8]. such that even there are writers who describe him as a prophet of innovation [10]. Schumpeter defined innovation as “the everything which arises from technological improvements and brings profit to the entrepreneur.” [Akt. 8] and it can be inferred that there is an organic link between innovation and entrepreneurship. Schumpeter (1947) also emphasized that the concepts of innovation and invention should handle separately and the definitions which sees enterprise and innovation are equal, are extreme summaries. For him, entreprenur is the person who puts innovation into practice [11].

Table 1 contains various definitions of innovation which were made after Schumpeter and to 1980s. Among the definitions made in the related periods, the importance attributed to 'being never before seen' is emphasized. Rogers ve Shoemaker (1971) in the 1970s have explained innovation as an equality by taking into consideration the definition of innovation (Rogers, 1983) is to be percieved a unit or an idea as new by an indivudal or unit [8];

Innovation= Theoretical Concept + Technical Invention + Commercial Diffusion

Table 1 Innovation Definitions to 1980’s

Scholar	Innovation Definition
Barnett (1953)	*The invention of a new thing.*
Carroll (1967)	*Unlike a scientifict discovery, a social process of organizational adoption.*
Knight (1967)	*Adoption of a change which is new to organization and environment.*
Zaltman vd. (1973)	*Any idea, practice or artificial material which is perceived as new by the relevant admission unit*

Resource: *The definitions have been composed from [12], [13], [14].*

New concepts like new ideas development and implementation (Amabile, 126), and prosperity have been emphasised in the definitions in 1980’s. Innovation was described as a process for researchers who have mentioned that innovation is not a one-time application in the same years.

Table 2 Innovation Definitions in the 1980's

Scholar	Innovation Definition
OECD (1981)	*Of all those scientific, technical, commercial and financial steps necessary for the successful development and marketing of new or improved manufactured products, the commercial use of new or improved processes or equipment or the introduction of a new approach to a Social service. R&D is only one of these steps*
Kanter (1983)	*Innovation is the process of transforming any new, problem-solving idea into use.* *The birth, acceptance and implementation of new ideas, processes, products and services.*
Rickards (1985)	*A new thought, behavior or something new.*
Drucker (1985)	*Innovation is the act of providing resources with a new capacity in order to create prosperity. The entrepreneur's work is also to make innovation and to successfully manage innovation.*
Van de Ven (1986)	*Innovation is the development and implementation of new ideas by people engaged in activities with other people over time in an institutional order.*
Urabe (1988)	*Innovation is not a one-time effort; it covers a long time period from the birth of a new idea to the implementation of cumulative process of organizational decision-making process. When innovation generates profit to the firm, it also helps the improvement of country's economy and increase of employment.*

***Resource**: The definitions have been composed from [15], [16], [17], [18], [19]*

The definitions which were made in the 1990s, have common features like information and its use [8]. In addition to this, the concepts attributed to innovation, besides novelty, like technology development, seeing an opportunity in the marketplace, creating value, which would be one of the bases for the improvements in 21st century, were underlined. These definitions may be found in Table3.

Table 3 Innovation Definitions in the 1990s

Scholar	Innovation Definition
Rosenfeld ve Servo (1990)	*It is to bring concept and invention together and to introduce a new thing.*
Damanpour (1991)	*It is the birth, development and adaptation of new ideas over a part of the firm.*
Carnegie and Butlin (1993)	*It is something new or improved by the business in order to generate meaningful added value directly to the business or to the customer.*
European Commission (1995)	*It is the successful production, adoption and the utilization of the novelty in the economic and social fields.*
Nohria ve Gulati (1996)	*The manager's transformation of what is perceived as new into any product or market opportunity, or policy or process.*
Trott (1998)	*Innovation is management of all activities in creating idea, technology development, new or improved idea or manufacturing process or manufacturing equipment and marketing process.*
Livingstone vd. (1998)	*It is new products or processes, that increase value, cover everything from patents and newly developed products to creative uses of knowledge and effective human resource management systems.*

***Resource**: The definitions have been composed from [12], [8], [20]*

Table 4 Innovation Definitions in the 2000s

Scholar	Innovation Definition
Baker (2001)	*It is to create new resources directed to customer satisfaction.*
Ulijn ve Weggeman (2001)	*In addition to creating something new, innovation is to be successfully presented with passion.*
Rasul (2003)	*In addition to technology development, innovation is a way of financing, marketing, and marketing relationships, strategic partnerships, and dealing with governments.*
Johansson (2004)	*It is to put creative, new and valueable idea into practice.*
O'Sullivan and Dooley (2009)	*The application of practical tools and techniques that make changes, large and small, to products, processes, and services that results in the introduction of something new for the organization that adds value to customers and contributes to the knowledge store of the organization.*

***Resource**: The definitions have been composed from [8], [21], [19], [22]*

There are some Turkish scholars who made their own 'innovation' definition. Some examples of these definitions have been shown in Table5. Like their counterparts in the 2000s Turkish scholars drawed attention to novelty and use of knowledge in different parts of the firm.

Table 5 Examples from Turkish Scholars

Scholar	Innovation Definition
Barutçugil (1983)	*Innovation is a process which covers using related information about creating a novel and useful product and offering to the matketplace.*
Kavrakoğlu (2006)	*Innovation is to create someting which has not been before.*
Elçi (2006)	*It is to transform knowledge to economical and social benefit.*

***Resource**: The definitions have been composed from [8], [21]*

CONCLUSION

In this study different innovation definitions were choosen in different periods of the last century. Starting from the 1930s, when the first systematic definition was made, there are some similarities in definitions some statements. It can be inferred from the definitions, there is a major emphasis to the concept of novelty. However besides novelty innovation definitions were also associated with subjects related with market. It is difficult to say conceptualization a concept like "innovation" is an easy topic. Innovation can not be conceptualized by generally accepted definition [19].

There are some limitations fort his study. The first limitation is to decide the classification criterion. Time periodization is a way of classification in order to analyze the common features in definitions. The other classification way could be choosing the common features among different definitions, like emphasis for process. However the first classification was more suitable for a paper like this. The other limitation was time. In order to analyze all definitions for innovation were almost impossible. Fort his reason the authors tried to choose definitions to reflect the related time period. For the next studies different classification methods may be adopted and expand the study.

REFERENCES

[1] Archibugi, D., and Iammarino, S. 2002. The globalization of technological innovation: definition and evidence. Review of International Political Economy. 9(1): 98-122

[2]TDK .2018.

http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_karsilik&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5a6b32479122f7.98699324

[3] Burns, Tom E. and Stalker, G.M., The Management of Innovation. 1961. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.

[4] Adams, R., Bessant, J., and Phelps, R. 2006. Innovation management measurement: A review. International Journal of Management Reviews. 8(1): 21-47.

[5] Tutar, F., Kocabay, M., and Arıç, H. 2007 . Firmaların Yenilik (İnovasyon) Yaratma Sürecinde Serbest. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi (3).

[6] Ortt, J. R., and Van der Duin, P. A. 2008. The evolution of innovation management towards contextual innovation. European journal of innovation management. 11(4): 522-538.

[7] Soylu, A. and Göl, M. Ö. 2010. Yönetim inovasyonu. Sosyoekonomi. (1).

[8] Zümrüt hoca

[9] Sweezy, P. M. 1943. Professor Schumpeter's theory of innovation. The Review of Economic Statistics. 25(1): 93-96.

[10] McCraw, T. K. 2007. Prophet of Innovation: Joseph Schumpeter and Creative Destruction. Cambridge and London: Belknap Press of Harvard University Press.

[11] Dolanay, S. S. 2009. Schumpeter sisteminde yenilikler, ekonomik gelişme ve devresel hareketler. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi 2: 171-188.

[12] Bigliardi, B., Colacino, P., and Dormio, A. I. 2011. Innovative characteristics of small and medium enterprises. Journal of technology management & innovation 6(2): 83-93.

[13] J. L. Pierce and A. L. Delbecq. 1977. Organization structure, individual attitudes and innovation. Academy of Management Review. (2): 27–37.

[14] Knight, K. E. 1967. A descriptive model of the intra-firm innovation process. The journal of business. 40(4): 478-496.

[15] Amabile, T.M. 1998. A modal of creativity and innovation in organizations. Research in Organizational Behavior 10: 123-167.

[16] Popadiuk, S. and Choo, C. W. 2006. Innovation and knowledge creation: How are these concepts related?.International journal of information management. 26(4): 302-312.

[17] Saad, M. 2000. Development through technology transfer: creating new organisational and cultural understanding. Intellect Books.

[18] Drucker, P. 2015. Innovation and entrepreneurship. London and New York: Routledge.

[19] Kotsemir, M. and Abroskin, A. Innovatıon Concepts And Typology – An Evolutıonary Dıscussıon. Basıc Research Program Workıng Papers. https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/76780100.

[20] Gloet, M., and Terziovski, M. 2004. Exploring the relationship between knowledge management practices and innovation performance. Journal of manufacturing technology management, 15(5): 402-409.

[21] Uzkurt

[22] Johansomm

Avrupa Komisyonu. 1995 . Greenpaper on Innovation. Brussels.

Baker, A. 2001. Yenilikçiliğin simyası. İstanbul: MESS Yayın No: 391, BZD Yayın ve İletişim Hiz.

Barutçugil, S.İ. 1983. Üretim sistemi ve yönetim teknikleri. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi.

Barnett, H. Innovation (New York: McGraw-Hill)

Carnegie, R. and Butlin, M. 1993. Managing the Innovative Enterprise: Australian Companies Competing against the Worlds Best. Melbourne: Business Council of Australia.

Carroll, J. A. 1967. Note on departmental autonomy and in novation in medical schools. The Journal of Business 40: 531-53.

Cohen, W. M., and Levinthal, D. A. 2000. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. Strategic Learning in a Knowledge economy: 39-67.

Damanpour, F. 1991. Organizational innovation: a meta analysis of effects of determinants and moderators. Academy of Management Journal. 34: 555-590.

Maclaurin, W. R. 1950. The process of technological innovation: The launching of a new scientific industry. The American Economic Review. 40(1): 90-112.

Schumpeter, J. A. 1947 The creative response in economic history. The Journal of Economic History. 7(2): 149-159.

Lange, O. 1943. A note on innovations. The Review of Economic Statistics. 25(1):19-25.

Aksay, K., & Orhan, F. (2013). Hastanelerde İnovasyon Sürecinin Risk Yönetimi Bağlamında Değerlendirilmesi: Bir Model Önerisi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10.

Aksay, K. (2011). Yenilikçilik kültürünün örgütsel yenilikçilik üzerine etkisi: Konya ilinde faaliyet gösteren özel hastanelerde bir uygulama (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Bayraktaroğlu, Ö. G. H., & Gürsoy, Ö. G. S. (2014). Marka Yönetiminde İnovasyonun Önemi Üzerine Bir Çalışma: Motorola Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(4).

Burns, T. E., & Stalker, G. M. (1961). The management of innovation.

Kanter, RM, (1983), The Canhge Masters, New York, Simon and Schuster.

Van de Ven, A.H., (1986), Central Problems in the management of innovation, Management Science, 32, 590-607.

Nohria, N. Gulati, R. (1996), "Is slack good or bad for innovation?", Academy of management journal , Vol 39, No.5, s. 1245-64.

Livingstone, L., Palich, I. and Carini, G. (1998), "*Viewing strategic innovation through the logic of contradiction*", *Competitiveness Review*, Vol. 8 No. 1, pp. 46-54.

Fischer, Manfred M. (2001), "Innovation, Knowledg Creation and Systems of Innovation", The Annals of Regional Science, V. 35, No. 2, 199-216.

Kavrakoğlu, İ., 2006, Yönetimde Devrimin Rehberi İNOVASYON, 1. Baskı, Alteo, İstanbul.

Elçi, Ş., 2006, İnovasyon, İstanbul, Türkiye Bilişim Derneği

Ulijn, J. M., & Weggeman, M. C. D. P. (2001). Towards an innovation culture: what are it's national, corporate, marketing and engineering aspects, some experimental evidence.

ROSENFELD, R., & SERVO, J. C. Facilitating innovation in large organizations. In M. A. West and J. Farr (Eds.), Innovation and creativity at work. Chichester: John Wiley & Sons, 1990.

*Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development. Cambridge. MA: Harvard.

Trott, P. (1998), Innovation Management & New Product Development, Financial Times Pitman Publishing.

Zaltman, G., Duncan, R., Holbeck, J. (1973). Innovations and organizations. Wiley, New York, NY.

Rickards, T. (1985) *Stimulating Innovation: A System Approach*, Pinter, London, pp. 193–195.

Urabe, K. (1988). Innovation and the Japanese management system. In K. Urabe, J. Child, & T. Kagono (Eds.), Innovation and management international comparisons. Berlin: Walter de Gruyter.

Establishing and Developing an Integrated Innovation Management System

Tunç Çelik[1], Bahadır Akın[2], E. Serra Yurtkoru[3]
[1] Analiz Sentez Yönetim Danışmanlık Ltd. / İnovasyon Akademisi Ltd.
Esenyalı Mahallesi, Varyap Plaza 61/156, Pendik, İstanbul, Türkiye
[2] İnovasyon Akademisi Ltd.
Esenyalı Mahallesi, Varyap Plaza 61/156, Pendik, İstanbul, Türkiye
[3] Marmara Üniversitesi İşletme Fakültesi
34722, Göztepe Kampüsü, İstanbul, Türkiye
tunc.celik@analizsentez.com, bahadir.akin@inovasyonakademisi.net,
syurtkoru@marmara.edu.tr

ABSTRACT

This case study is a summary of an effective consulting process, to upgrade integrated innovation management system (IMS) based on the findings of a situation analysis conducted according to TS 16555. Innovation management process has 14 sub-processes, and many companies that have established quality systems have certain levels of these 14 sub-processes already. Actually, IMS necessitates issues that are included in the total quality management but not in ISO 9000 quality management system such as; systematically managing creativity, cooperating with all stakeholders within and outside the sector, and creating concrete commercial values. Innovation has several pitfalls and IMS prevents those such as; innovation should not become one of the departments' responsibility, rather be a collective effort of all departments and information dissemination and partnerships both inside and outside the company should be established.

In order to be profitable in a sustainable way, firms must be competitive in the global and local markets. A sound IMS is a key success factor to ensure competitiveness. This study proposes an approach to establish/upgrade an innovation management system, which consists three steps 1) evaluation of deficiencies in the existing system with innovation perspective, 2) improving and completing incomplete aspects of the system, and 3) selection of appropriate innovation methods and tools. This study has been prepared after IMS upgrade process in two companies, operating in the automotive subsidiary industry. In two months, roadmaps were prepared and within 6 months, respective counter measures have been tested and taken into implementation. It is seen that 6 months was enough to make satisfactory improvements.

Key words: Innovation management, business processes, innovation methodologies, integrated functioning, case study

1 INTRODUCTION

Defining basic concepts: innovation, innovation management and innovation tools

Innovation is a new solution to an old problem. It is therefore about discovery; we never know exactly where we are going until we get there [1]. However, one should know something very clearly at start the problem and its explicit, clear definition. In between is uncertain and complex, which necessitates us to introduce a process approach to make it manageable like a compass in the ocean.

Schumpeter (1934) proposed the first and seminal definition of innovation. His work denned five specific cases: introduction of new products, new production methods, exploration of new markets, conquering of new sources of supply and new ways of organizing business [2].

Innovation process is the general steps that anyone would pass to come to a new solution, starting from a missing or not enough good result, function, ease, speed, comfort, namely a problem definition.

Innovation management is the decision making and working system, that creates the environment, the means, motivation, planning, administration, and control, that makes innovation process work.

Innovation tools are the methods that make innovation process doable. Sometimes one needs for new ideas, to focus on relations, to understand the root cause, to state alternatives, to choose, to list potential risks. In addition, has to do this with participation, without being dominated by groupthink and without repeating the same ideas, freights being dominated the whirling minds. There are tools that effectively complete each innovation steps.

Briefly saying, to make innovation happen we have to manage an environment that will support innovation approaches, ease innovative initiatives by establishing an innovation system, which will make an innovation process to run with participation and effectively towards innovation targets by means of use of innovation methods and tools.

Establishing innovation management system to overcome organizational, individual and group challenges

Innovation is an uncertain, incremental, discontinuous, and complex process, which demands focus for effective communication, multidisciplinary collaboration, concentration of competence, learning, creative solutions and finally results. Looking from the end, innovation is a new solution but looking form the start, there are only old solutions, obstacles, difficulties, everything except the 'new solution'. One can also see identifying innovation as a problem solving, organizational change management, or group decision making under risk approach.

Despite the given importance to innovation, there is a lack of studies investigating the challenges faced by companies to increase their innovative capacity. However, in recent years there has been significant progress in organizational theory focusing on innovation and consequently integrated innovation management models have come to the forefront [3]. Nagano, Stefanovitz and Vick (2014) had proposed a summary of internal challenges for innovation with references from recent literature.

Even though external factors like sectoral context, national innovation systems, national cultures influence organizations, since innovation happens within the organization, internal factors are much more important.

In addition to these organizational challenges, innovation has people and group dynamic challenges too. This can best be explained using the word inertia. The inertia is the resistance to change decision, a behavioral tendency positively associated with an individual's preference for consistency. The existence of these phenomena has been linked to status-quo bias, described as the tendency to maintain the defaults by either repeating a decision or avoiding action. Decision inertia is the tendency to repeat previous choices independently of the outcome, which can give rise to perseveration in suboptimal choices [4]. Whenever several decision processes are in conflict, cognitive resources should be taxed, resulting in longer response times and higher error rates. Acceptance, continuation of quality and productivity problems, getting used to lower performance, neglecting customers' unmet needs should be seen as examples of inertia.

The repeating mind is full of many inputs, experiences and it is conditioned at some level. Therefore, it is probable that every time we try to think about reaching a new solution, our mind will be pulled or effected by the existing solutions and obstacles. Therefore, we start to innovate as soon as we withdraw a belief [5]. One should never forget also that the mind, has built its environment and its processes for years, a culture in which innovation is rare or at least not very frequent. The latter is the essence of inertia.

Therefore, for innovation to happen we need to open a room for finding new answers to old problems, establish a step-by-step working method guided by specific and meaningful targets, always keep constraints in the pocket not in the mind itself. We have to clearly understand that constraints are there to be discovered, understood, and overcome, not to be avoided, or minimized.

Therefore, to minimize uncertainties, decision inertia, to promote creativity and action we have to establish a continuously improving innovation management system, to overcome obstacles. Below some of the frequent pitfalls are stated [6, 7]

1. *Believing innovation comes at too high a cost*
2. *Believing innovation is not relevant to industry, company, or case*
3. *Waiting for the organization to grow*
4. *Not having a system for finding and vetting ideas*
5. *Forgetting to thoroughly evaluate and inoculate ideas*
6. *Leaving team members out*
7. *Only valuing certain opinions and not making the idea an anonymous one*
8. *Being affected by groupthink syndrome*
9. *Focusing on one type of innovation and creating diverging priorities*
10. *Organizational culture not managed or at least treated some*
11. *Prioritizing short-term results*
12. *Failing to celebrate*
13. *Unsupportive performance measurement system*

2 ESTABLISHING/UPGRADING THE INNOVATION MANAGEMENT SYSTEM

This case study is the result of a two parallel, six months IMS upgrade consultancy support in automotive industry. The fact that both organizations differed in their background (one young and the other mature organization), structure (one is boss managed, the other a more institutionalized one) and type of production (one producing parts, the other producing end products) resulted in totally different emphasis, priorities and content during an identical (with the objective of applying TS 16555 into the organization) six months consultancy study which resulted with more generalizable highlights.

Due to the process these companies are in actually, we cannot give their names and the content of the studies. However, in coming months we will include those company's own experiences into the paper. This process forced us to generalize our learning points, turn it into a general approach.

Automotive industry is a high standard industry, meticulously and periodically audited by its customers and third parties. Any company working in automotive industry has elaborate quality and environment management systems for being supplier nominee to their customers. The continuous quality improvement and price reduction targets forces companies to become better everyday. Nowadays automotive suppliers feel the need to innovate to overcome the challenge.

Evaluation existing situation/system with innovation perspective

There are evaluation and scoring approaches based on TS 16555. One can form a new one too. The important aspect is to establish a realistic, simple system and to deploy it into a large number of sectors and organizations to be able to provide companies a benchmark platform. Here scoring is the critical and difficult issue. To develop a better measurement system, one would better benchmark EFQM evaluation method. Nowadays innovation promotion programs are popular, companies join those programs to foster organizational development, to have a base for comparing their performance with other companies.

Our case was a similar one and we had started with a completed evaluation in both companies. We had only 6 months' time and at maximum six visit to upgrade the system. At the end, a final review would be carried out. To make the journey effective and efficient we have created an objective focused working plan '**6 Day Innovation Management Upgrade Program**' starting with the end in mind (See Table 1).

This planned approach had been very effective since it helped us determine the situation and priorities within first 2 months of the study by consensus of management team. At the 3rd month, we were able to obtain an action plan and at the 4th month, some steps to improve the innovation management system had already taken place and the action plan improved. At the time, what needs to be done had been clear for every member of the management team. The 5th month was a month in which we had started to document the new innovation management system together with old upgraded

systems and new initiatives started and planned. The 6th month was a month of finalizing the started activities and consolidation of the initiative.

Table 1 Six Day Innovation Management Upgrade Program

Day 1: Evaluation, prioritizing	1. What are missing points? What needs to be done? Changed? 2. How did you find the report? Do you agree? Let clarify the priority issues 3. Which of the following process research & development, logistics, production, sales and service have bottlenecks? 4. Analyze the bottleneck (input, operation, output, support) 5. Choose processes to be improved 6. Determine how the value is added 7. 6. Identify flow, delay and repetitions and repairs
Day 2: Thinking The Ideal	1. Talk to people about what might be better 2. Ask them the biggest 3 losses, estimated amount and percentage lost 3. Observe how these losses are occurring, visualize the process
Day 3: Generate, Clarify Solution	1. Plan for the desired change with people. Where do they want to reach? 2. Clarify a method to solve the bottlenecks 3. Determine requirements and musts for improvement
Day 4: Focus On Action	1. Briefing and clarifying the action plan 2. Improve everything you need to improve, but don't be perfectionist
Day 5: Control	1. Control the conduct with the action plan 2. Evaluate possible drawbacks of new initiatives 3. Get feedback from management (discomforts and difficulties) 4. Produce new suggestions for action items who are not improving
Day 6: Finalize and plan afterwards	1. Identify the obstacles and make a new plan for after-project priorities 2. Report the wins 3. Make a quick final action plan 4. Share and celebrate achievements

Understanding the essence of IMS and its elements to effectively upgrade or complement the actual management systems

The innovation management system is not a system invented from scratch [8]. It is a new step of evolving standards (See Figure 1). It requires issues that are included in the total quality management literature which are not included in ISO 9000 quality management system such as systematically managing creativity, cooperating with all stakeholders within and outside the sector, and creating tangible commercial values.

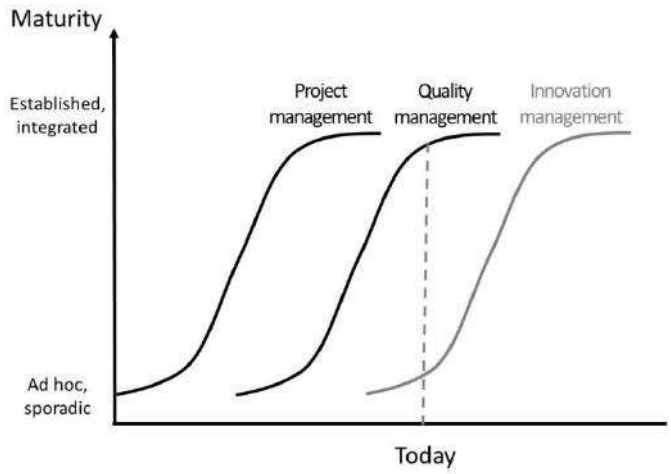


Figure 1 Evaluation of Management Systems

***Source**: Finn Kollerup, 2017.*

Innovation is needed and has been practiced for a long time in the context of quality improvement and the development of the new products. Quality and innovation are collaborating disciplines, which can be useful to each other and together create organizational differentiation for competitive advantage [9].

After recent technological developments many products and services are about to change. We can say now that we had already entered in a period of total renewal. From now on change is subject to be a routine process, rather than a project work carried out by the demand of lead users.

As can be seen from Figure 2, TS 16555 innovation management system is an integrated system and it is formulated to make the innovation as part of the daily work. Therefore, we should upgrade our systems to be able to take part in this total renewal process.

TS 16555 have 14 elements, in four categories:

1. Strategy
1.1. Innovation Strategy
1.2. Leadership
2. Enablers
2.1. Resources
2.2. Innovation Culture
2.3. Collaboration
2.4. Organizational Structure
2.5. Learning
2.6. Basic Competences
3. Innovation Processes
3.1. Idea Development
3.2. Idea Selection
3.3. Project Development
3.4. Application & Commercialization
4. Innovation Results
4.1. Company Performance
4.2. Innovation Performance

An organization can keep improving its innovation system and its respective elements using CEN/TC 389 'Innovation Management' with tools, in the form of standardization documents. This way can ensure a more systematic approach to innovation and optimize the planning and management of all aspects fostering their innovation capabilities [10]:

- EN 16555- part 1 – Innovation management system

- EN 16555- part 2 – Strategic intelligence management
- EN 16555- part 3 – Innovation thinking
- EN 16555- part 4 – Intellectual property management
- EN 16555- part 5 – Collaborative management
- EN 16555- part 6 – Creativity management
- EN 16555- part 7 – Innovation management assessment

TS16555 is a holistic model for any organization that can be used as a guide, reference, and benchmarking structure. There are and will be other models proposed for innovation management systems. Each model can have a better-defined part that can be used to enrich the TS16555. Moreover, we suggest anyone to revise their systems using different suggested models. Nagano, Stefanovitz, and Vick (2014) summarizes the researches carried out on specific stages of the innovation process; prospection, ideation, constructing strategies, mobilizing resources, implementation, and evaluation [3] Their model is process focused one but it does not consider commercialization issues for example. Hence, we have provided two important tools, LaSalle Innovation Matrices and 7MP Tools.

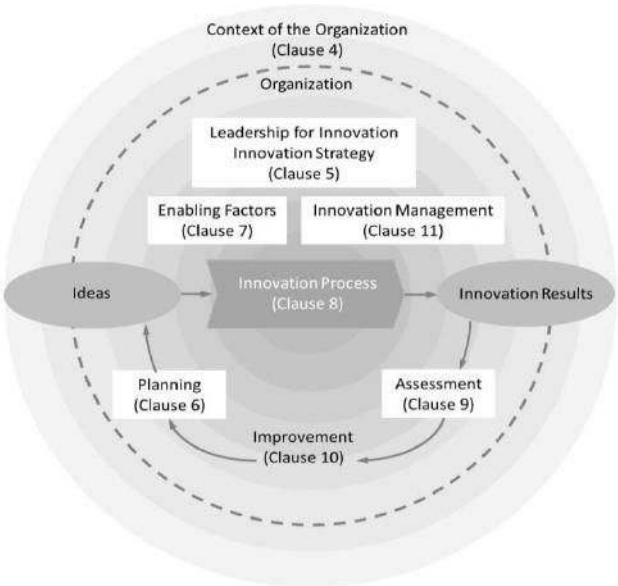


Figure 2 TS 16555 Integrated Management System

Source: Finn Kollerup, 2017.

Strategy derived from organizational challenges is the source of energizing leadership

All starts and develops with management choices. However, even management choice is a necessity, it is not enough, and the organization needs innovation enablers. For some cases, a very brilliant idea from nothing can appear and change things but this is like a lottery and an organization cannot rely on unpredictable sparks. Innovation needs its main processes to turn new suggestions, opportunities into an added value, provide results.

Organizations who choose to be innovative somehow start to establish elements of innovation management system partially. They put 'idea suggestion boxes', they post posters, in some meetings highlight the importance of innovation and they get some result than. Moreover, most of the companies who have quality systems notice that,

- They had already put customer needs as a priority,
- Were established systems to collect ideas that will lead to process and product improvement,
- Supporting collaboration to a degree,
- They were already working to launch new and innovative products, and
- They had budgets, financial control system and even key performance indicators (KPI).

Then someone comes and speaks about TS 16555 as a new system. Even though it is hard to believe, it is a new system.

In 1994, Çelik was asked a similar question at the start of his consultancy career as 'we grown at least 10% to 20% every year, we carried out projects with teams and we never used quality tools and processes so far! Did we applied total quality management unintentionally?' He answered no. Yes, they were talented, committed, hardworking engineers and technicians, maybe company's 3% star personnel who did all these projects. They had decided, got the management approval, and accomplished their vital priority tasks.

Nevertheless, the 97% of the company were doing daily routine work. They had neither complaint, nor suggestion except their position, salary, and benefit package improvements. His answer was 'total quality management is to make rest of the company work like stars by utilizing problem solving process and problem solving tools. Since in those years companies invested a lot of time and money into quality management strategy, even though 97% of the personnel never used quality tools, problem solving process and employee suggestion systems did not work fruitfully.

Now organizations have to understand the basic difference TA 16555 Innovation Management System brings. Innovation strategy can be one of the nice to read documents or it can be a consensus found within a chaos that is energizing and mobilizing people. Most of the meetings add new priorities, things to be done when there is not enough result-oriented action; therefore, they are tiring and boring. Innovation strategy cannot be such a document. Some companies may have mediocre innovation strategies but very effective systems. The vice a versa is true. In most of the cases both suffers form insufficient investment, construct, maturity and energy. A good innovation strategy should highlight all parts of product, process, and service innovation priorities.

Enablers provide base for effective action, ease change, makes objectives achievable

Enablers merit a deeper analysis and understanding in any organization. They are the fuel for movement, climate plants need for growth, sun, and water necessary for photosynthesis. When asked most of the managers will say that their organization has enough enablers for innovation, but during day-to-day work anyone committing for innovation will confront frequently with insufficiencies and obstacles. Already in many cases, it is difficult to align organizational departments into converging priorities.

Resource is always a scarce resource; especially time is the scarcest one. Not considering R&D budget and new investment plans as part of the innovation, one will easily realize that resources for innovation are really limited. Therefore, a reasonable budget should be committed by management.

Innovation culture is the climate we need to better develop ideas into results. Important factors affecting innovation should be present and balanced. For example, result and process focus are both needed. Use of tools, data, and action orientation is needed. Supporting diverging ideas but being able to commit same target is another need to be balanced dichotomy.

We link everything at last point to culture in our analysis about sustaining problems. However, no one has a systematic approach to change that, except changing heads or benefit package which are both not sound interventions. One should better start accepting that culture is counter innovative and decide whether we have will and enough courage at least for trying to change that.

Kambiz and Aslan (2014) that organizational culture has a significant effect on organizational innovation. This result is also supported by a number of studies showing that innovation activities can be enhanced by organizational culture. Okibo and Shikanda (2011) analyzed the effects of organizational culture on innovation in the services industry, and they found that there is a significant relationship between organizational culture and innovation, they also recommended that for organizations to be innovative it must first adjust the entire organizational culture toward innovation, this also requires organizations to increase the sharing of knowledge, skills and awareness [11].

Collaboration is another frequently talked but not improved topic. While all our society pays importance on individual wins, we expect people to collaborate. Maybe it is because we decreased our expectation form collaboration and to meet is understood as collaboration. In innovation field, it

means that different skills and approaches complement each other to make something greater and new. In our daily work, there is not much need for collaboration though.

Organization should promote collaboration and multidisciplinary work. In last years, organizations are more focused on R&D and new market challenges. However, all of these new product and process improvement responsibility seems as if work is loaded more concentrated onto engineering, R&D organizations. Nevertheless, innovation management is more fruitful when the organization commits and focusses as a whole. Therefore, we need to find way to make multidepartment committee works more effective since innovation should be no department task.

Learning new competences is another easy to say and hard to make issue. Since 1990's organizations invested significantly into training programs without measuring the effectiveness, since those training programs were not inked to any company KPI's or business objectives. Now we have to realize the missing skill in innovation journey, but of course, this necessitates first that we feel responsibility about the innovation targets.

Knowledge Management (KM) is discussed as a central element; the importance of knowledge management and its role in enhancing innovation is widely acknowledged. Knowledge is seen as a vital strategic resource, which requires special attention, and the innovation capability of companies depends on their ability to capture knowledge from external and internal sources [11].

A specific, planned work system is needed to convert opportunities into commercialized innovation outputs

Idea development, idea selection, project development, and application-commercialization were already activities we were accomplishing when needed. We now see that those activities have become a specific business process.

One needs a structured process to collect, evaluate and **develop ideas** to put more interdisciplinary work, relate that with company innovation strategy, take some time to discuss and develop it with stakeholders. Think of a meeting in which new ideas are presented to a management committee, presenters are always stressed and the evaluators

Why not to turn this **idea selection** into a collaborative and contributive process? Let us think together: In past have you ever been in a meeting in which one or two items from a list were selected? Do you think that everybody had understood all the alternatives thoroughly? Looking towards the past one will see that those selections were all shoddy. Unless one continues with the same approach one cannot feel and perceive game changing ideas and approaches.

Developing a project should also be handled differently. Think a project development as if Christopher Columbus prepared its journey to pass the ocean, to discover the road to India. One should be prepared against different uncertainties. One would than take people from all skill set and even one would put in the team someone good at preparing water well. Anyway, we need to be better prepared for the innovation journey.

Commercialization is a complex issue. Only approximately 40% of all research projects are successful from a technical point of view, 22% have a chance of being economically successful, and 18% of the research projects are stopped because they have no potential to be successful in the market place. Hence, 22% are introduced to the market, but only 40% are really a success. On the other hand, more than 50% of all innovation costs occur in the second and third stages of the innovation process . This shows the importance of the phases of innovation and discussion and the necessity for competent and sophisticated management in these stages [12].

In Turkey, most of organizations grew because they produced quality products, for less price, for a known demand, stable market. It was not about commercialization it was a sales activity. Nevertheless, we now have to learn to understand market, feel opportunities, and win customers as earlier as possible. The innovation area brings a lot of uncertainty, which should be handled using a planned research, development, and test processes.

The above four steps (Develop ideas > select ideas > develop project > commercialization) are the basic steps of converting an opportunity into an innovation. We need good methods to transform this four-step process into smaller and better defined sub-steps. In the innovation tools section we will provide some answers for that.

Learning through performance measurement

Performance evaluation can be a source of motivation or freight depending on organizational culture. In an innovation culture, performance management is always a source of learning; any discrepancy should be measured, evaluated, and used as a source of learning. Organizations keep maturing with their systems and keep improving respective results (See Figure 3). This result orientation is a healthy perspective to make organizations systems effective and efficient. Otherwise they risk mediocre and non-effective, bureaucratic systems.

Performance management has two aspects; one with company perspective, the other with innovation perspective. Within company perspectives it is advised that performance evaluation is done using both financial indicators and non-financial indicators [10]. For measuring innovation performance establishment of an internal audit system and a continuous evaluation of IMS's 14 elements is suggested.

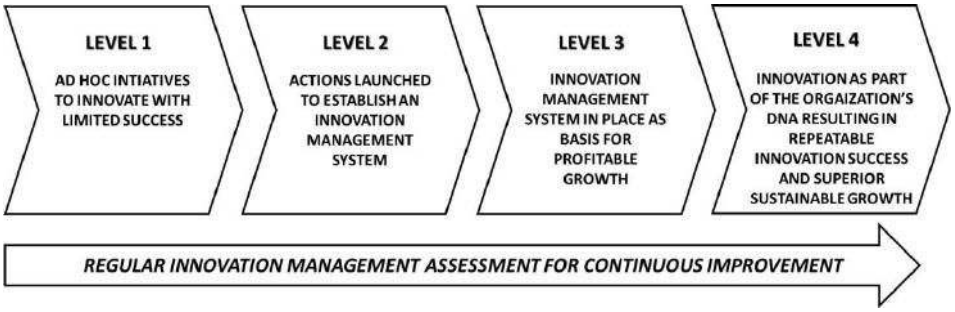


Figure 3 Differing Maturity Levels of Innovation Management

The four-level innovation-management maturity model as defined in the CEN/TS 16555-Part 7: Innovation-Management Assessment

Any organization can have its own specific priorities to manage due to the nature of business, sector, and structure [13]. On Table 2, you can find some of the categories for which direct and indirect measures would and can be developed.

Open innovation in clusters is a less riskier and more promising approach for innovation management

While collaboration both inside and outside the organization is an essential element of innovation management system, open innovation is a strategic approach to innovation and it is worth to consider it. Open Innovation is the purposive use of inflows and outflows of knowledge to, respectively, accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation [14].

Open Innovation approach paradigm is promising for mature industries: (i) the prevalence of the outside-in dimension, where the reason for accessing external sources is the willingness to minimize risk by investing in technologies that are already proven in other applications; (ii) the enabling role of top management in promoting the transition towards an Open Innovation approach (; (iii) the need for a champion promoting change along the managerial levers on which the implementation of Open Innovation occurs [14].

Table 2 Innovation management measurement areas

Framework category	Measurement areas
Inputs	People
	Physical and financial resources
	Tools
Knowledge management	Idea generation
	Knowledge repository
	Information flows
Innovation strategy	Strategic orientation
	Strategic leadership
Organization and culture	Culture
	Structure
Portfolio management	Risk/return balance
	Optimization tool use
Project management	Project efficiency
	Communications
	Collaboration
Commercialization	Market research
	Market testing
	Marketing and sales

***Source**: Adams, R., Bessant, J., & Phelps, R. (2006).*

We observe that in mature industries: (i) the starting point of the process of implementation of Open Innovation is in the organizational structures lever. The creation of independent organizational units for managing innovation projects represents a strong signal that the status quo has been unfrozen, but without interfering with the firms' basic processes and routines; (ii) the marginal role played, at least in the first phase of the process, by the firms' network of customers and suppliers as a key enabler of the adoption of the new paradigm; (iii) the pivotal role of the individual social network of the Open Innovation champion, which appears to act as an antecedent to firm-level relationships; (iv) companies using Open Innovation to extend their enterprise do not create new processes and metrics; instead they layer an Open Innovation perspective onto existing processes'' [14].

Open innovation is promising especially in clusters. Taking into consideration an increasing globalization and the industrial transformation processes, cross-industry innovations have gained more and more importance, and different industries meet or overlap (for example, health and bio-technology, or ICT and automotive). However, this trend also makes innovations more and more complex and difficult, especially for small and medium-sized enterprises (SMEs). In addition, this is where the cluster and network initiatives, whose goal it is to bring together and build networks between different stakeholders or stakeholder groups, can come in to reduce the barriers for joint innovations. Clusters can use different approaches in combination to internalize or externalize information needed, such as Technology Scouting, Innovation Matching, Cross-Clustering activities, or specific Technology Transfer projects [15].

Planning how to upgrade the actual system

In our study, the organizations had been evaluated with reference to TS 16555 innovation management system. This analysis can be seen as a top down approach. The gaps had been identified a report was submitted. Like any company after the systematic gap analysis (as explained in Section 2.1) the management team evaluated the findings with participation. As a result of this study (See Figure 4)

a complete understanding about the missing content has been clarified. We can say that all management and the organization have assimilated the report.

The next step had been what was needed? What could have been done? Why we could not do that so far? Considering innovation system as a guide and reference (as explained in section 2.2), the ideal situation for each missing issue had been designed/planned/defined. An example of situation analysis study is given in Figure 4, showing the list of priority items to upgrade IMS.

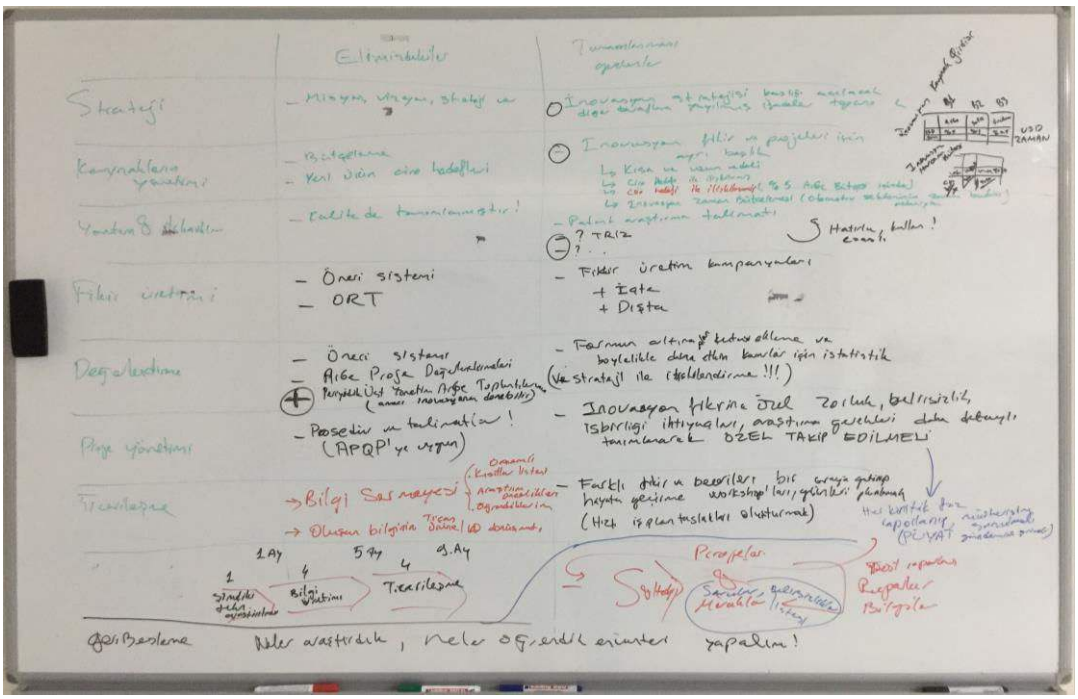


Figure 4 Situation Analysis: What is present? What is needed?

Once the organizations identified the ideal situation for each missing item, the actual established system had been defined. This approach can be defined as a bottom-up approach, looking to the artefacts and actual system conduct. In fact, in any organization, upgrading systems requires that actual system first. This analysis provided us a list of things to be done to upgrade the system, to a new desired state. Table 1 presented a six-step work program; we have seen that it was possible to establish the draft list at second step, at the second month.

Putting into action

In Table 3 and 4, you will find the initial assessment highlights and the results after 6 months study. As we highlighted in Section 2.3 and planned in Table 1, in two months we put emphasizes for a thorough evaluation of the GAP analysis and be able to prepare a meaningful action plan.

The second important issue was to form an innovation committee and executing the action plan through this committee. The construction of the committee was important, formed form specific departments, a frequent, and periodic change of leadership, expertise based small sub-committees as working-acting units.

Each working day was on one side a follow-up and feedback day, on the other hand a thematic working day to focus on a specific planned improvement issue.

Table 3 Organization A: Before and After

Innovation Management System Elements	Before (TS 16555 based evaluation output)	After The Study
Strategy		
Innovation Strategy	Strategy is present but not specific and link to processes and measurable	Product, process and service innovation priorities defined very specifically
Leadership	Strong but R&D budget evaluation and revisions not defined	–
Enablers		
Resources	Innovation budget is not defined, missing international support programs	–
Innovation Culture	Highly adaptive to new customer demands, but process mgmt. culture need to improve	From sales to logistics the simple and effective business processes have been designed
Collaboration	No interaction with competitors, not enough collaboration with universities	–
Organizational Structure	Business processes, milestones and information sharing have weaknesses	–
Learning	Even though knowledge mgmt. procedure is present project mgmt. needs to improve	A software regarding PDM has been planned and executed
Basic Competences	Laboratory investments are planned and executed	–
Innovation Processes		
Idea Development	Not enough promotion and challenging targets	New strategy focused idea collection campaign has been effectively started
Idea Selection	The system needs to be developed	
Project Development	Project mgmt. system is missing	A software based system has been planned, a document based system has started
Application & Commercialization	Excessive responsiveness to customer demands	Balanced with segmentation, pricing and common part utilization strategy
Innovation Results		
Company Performance	MBO needs to be improved	–
Innovation Performance	Contribution of employees is not evaluated	–

Table 4 Organization B: Before and After

Innovation Management System Elements	(TS 16555 based evaluation output)	After The Study
Strategy		
Innovation Strategy	Strategy document present, innovation dimension is missing; innovation targets belong to R&D department	Company developed a specific target for innovation
Leadership	No missing issue	–
Enablers		
Resources	Company is interested in national support programs, but not with international ones	Company started to get a service for a professional company to evaluate and join national and international programs
Innovation Culture	Employee reward and recognition system is missing	Company specific IM procedure has been defined together with reward and recognition
Collaboration	Company is not interested in collaborating with universities and competitors	
Organizational Structure	Innovation is not deployed, it looks like the job of R&D; information sharing need to be improved	Interdepartmental innovation committee has been formed and started
Learning	Organizational knowledge sharing procedure and system is needed	Organizations documentation has been opened to people in control of quality department
Basic Competences	No missing issue	–
Innovation Processes		
Idea Development	No targets and promotion for idea collection	Targets and campaign have been formed
Idea Selection	No procedure and criteria set for evaluating ideas collected	–
Project Development	No system for project development	Software supported project management system has been developed and started
Application & Commercialization		–
Innovation Results		
Company Performance	More specific evaluation method is needed	–
Innovation Performance	A company wide project management system is missing	Software supported project management system has been developed and started

3 USE OF APPROPRIATE INNOVATION METHODS AND TOOLS

From idea development, to project, to result there many steps, that is needed to be accomplished both efficiently and effectively. To do so we have to use right methods and tools at the right step. Table 5 summarizes methods and tools that can are used for innovation in a categorized way.

Table 5 Innovation Management and Tools Used

Innovation Management Techniques Typologies	Methodologies and Tools
Knowledge management tools	• Knowledge audits • Knowledge mapping • Document Management • IPR Management
Market intelligence techniques	• Technology Watch • Technology Search • Patents Analysis • Business Intelligence • CRM: Customer relationship management • Geo-marketing
Cooperative and networking tools	• Groupware • Team-building • Supply Chain Management • Industrial Clustering
Human resources management techniques	• Teleworking • Corporate intranets • On-line recruitment e-Learning • Competence Management
Interface management approaches	• R&D-Marketing • Interface Management • Concurrent Engineering
Creativity development techniques	• Brainstorming • Lateral Thinking • TRIZ • Scamper Method • Mind Mapping
Process improvement techniques	• Benchmarking • Workflow • Business process re-engineering • Just in Time
Innovation project management techniques	• Project management • Project appraisal • Project portfolio management
Design and product development management tools	• CAD Systems • Rapid Prototyping • Usability approaches • Quality function deployment • Value analysis
Business creation tools	• Business Simulation • Business Plan • Spin-off from research to market

***Sources**: Thorn, 1990; Cordero, 1991; European Commission, 1996; Ram, 1996; Libutti, 2000; European Commission, 2005; Scozzi and Garavelli 2005; Phaal et al., 2006*

The research was financed by the European Commission and was carried out among respondents from the 15 Member States of the European Union. In total, 4,000 questionnaires were distributed. The target audience was defined as follows: 50% from industry and 50% distributed across four categories: consultancies, business schools, academic centers [2].

The result of the research shows that to support the process of innovation in firms main IMTs used were project management (82%), followed by business plan development (67%), corporate intranets (66%) and benchmarking (60%). Less used IMTs included Delphi method and lateral thinking. Some 43% of the actors in the study stated that they have successfully used IMTs in their own organization. Another 32% said that they do not use IMTs, but the techniques were known to them [2].

We think that we need more tools for decision-making and meeting quality. One tool is to plan meetings the innovation process, the other one is to execute meetings effectively. This way we will increase the effectiveness of the core of transformation, from idea to solution.

This way by the innovation process from the end to start will be defined as a series of sequential problem solving steps, each with clear objectives, each to be satisfied because of the synthesis of all the ideas, with the minimum human friction. To achieve that we use Roger LaSalle Innovation Matrix methodology, and 7 New Management Tools.

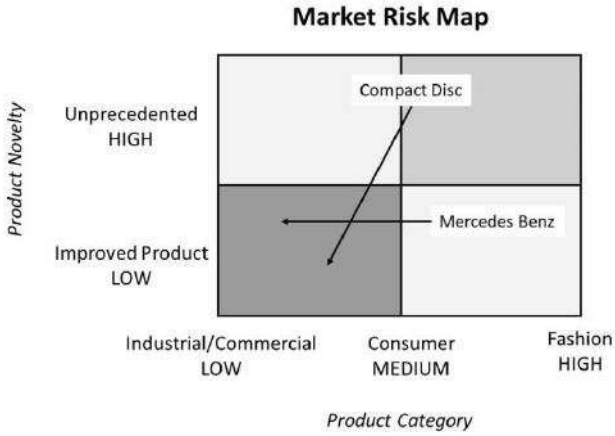
LaSalle Innovation Matrix for Structured Thinking

Most of the innovation management tools are abstract in nature and lack the discipline to achieve certain outcomes in that they ask "open questions" that do not demand answers. Creativity is quite an abstract terms, more the generic term for the opportunity to think differently. Unfortunately, creativity in itself does not present a methodology for "outside the box" thinking, innovation, or opportunity capture [16].

Minimizing the risk of innovation

If someone would add value, he or she needs to consider all of the value chain. Value chain includes all the players from the inventor or creator to the purchaser, the user and now even the disposer. All players in the value chain need to have a positive value proposition. Sometimes the user is not the purchaser and being aware of this can change the result.

Another factor is to evaluate the novelty of the product and to position the product so to minimize the risk. In other words to try and find the customer "touch point" that would see your offering as providing some sort of realizable value that can be understood. In some cases, this is difficult, but it is still not impossible.



***Source**: Roger John LaSalle, 2014.*

Figure 5 Risk Evaluation Matrix

For example, if A would be in the gray zone product, B should try to position their product on the dark gray area to market as a must have item, not a mere luxury, advanced, new initiative (See Figure 5). In addition, always one would better consider both the advantage of being, "first mover," and second mover, which is better, and certainly carrying a lot less risk. Clearly, being first to market carries its own special risk; whereas the fast follower or second to market carries far less risk. Further, before your offering becomes truly commoditized with too many new players entering the market, consider and exit strategy, while profits are still high.

Structured Thinking Method Using Innovation Matrices

Innovation process should better be structured as a systematic progress of knowledge, innovation, and opportunity capture, the source of infinite opportunities, in the main targeted at commercially focused outcomes.

Rather than having idea creation process a chaotic process, we turn it into a step-by-step surveillance process crossing seeds and catalysts, obtaining a thinking roadmap. The seeds are sources of ideas a change, an added accessory, complementary product, a new channel. Catalysts are ways to stimulate mind in developing ideas. Such as tracking the use of the product, making a wish list, listing probable frustrations. After all ideas developed and selected, you may evaluate the final outcome and its impacts much more effectively [16].

Catalyst / Seeds	Future gazing	I wish	Re-question	New function	New technology	IYFIHYDIW*	New material	New design	Tracking	Inversion	Transfer	Reduction
Change												
Accessories (adds-ons)												
Complementary products (goes with)												
Channel enhancement (same outlet)												
Consequential Change												

Source: Roger John La Salle, 2014.

Figure 6 Product Innovation Matrix

Thinking Matrices have been developed for the innovation of:

- Products (an example can be found in Figure 6)
- Services, that is, the way you do business
- Processes, that is, how the business operates.
- Finding Opportunities – That is - how does one walk down the street and find an opportunity?
- Generating your specialized Innovation matrix

4 New Management & Planning Tools

The Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) realized the need for tools to promote innovation, communicate information, and successfully plan major projects in 1976. Hence, they developed the seven new quality control tools, often called the seven management and planning (MP) tools, or simply the seven management tools. Not all the tools were new, but their collection and promotion were [17].

With the use of 7MP Tools one can turn chaotic thought and communication process to decision making process with sequential smaller problem solving steps. These tools with its visual nature,

easing participation, can also handle more crowded idea flow and ease decision making after synthesizing all data.

The seven MP tools, listed in an order that moves from abstract analysis to detailed planning, are [17]:

- *Affinity Diagram*: organizes a large number of ideas into their natural relationships.
- *Relations Diagram*: shows cause-and-effect relationships and helps you analyze the natural links between different aspects of a complex situation.
- *Tree Diagram*: breaks down broad categories into finer and finer levels of detail, helping you move your thinking systematically from generalities to specifics.
- *Matrix Diagram*: shows the relationship between two, three, or four groups of information and can give information about the relationship, such as its strength, the roles played by various individuals, or measurements.
- *Matrix Data Analysis*: a complex mathematical technique for analyzing matrices, often replaced in this list by the similar prioritization matrix. One of the most rigorous, careful, and time-consuming of decision-making tools, a prioritization matrix is an L-shaped matrix that uses pairwise comparisons of a list of options to a set of criteria in order to choose the best option(s).
- *Arrow Diagram*: shows the required order of tasks in a project or process, the best schedule for the entire project, and potential scheduling and resource problems and their solutions.
- *Process Decision Program Chart (PDPC)*: systematically identifies what might go wrong in a plan under development.

5 HIGHLIGHT OF THE APPLICATION

The meetings and their content were planned before the start of the journey (See Table 1). To realize something to happen one needs to plan it and have a roadmap. This proved to be very effective in our case: at the end of two meetings, GAP analysis was completed.

An objective assessment report was present. There are some tools, each differing form each other in certain ways. There is no need to focus those, each having TS 16555 as reference. The important factor with assessment is that it requires an outsider. One should prefer someone who is not very close to the industry and/or company.

We have moderated a process so that company managements assimilate the assessment report. This part is the most critical part of the journey. At this point again an outsider but experienced in change management will be very effective. By means of participative meetings, the results of the assessment findings need to be explained using company realities, cases. A step-by-step study with the assessor and project team, than with managers and finally with top managers can help company embrace the findings. To ease the process and to make it more effective we have used 7MP Tools.

Company priorities highlighted and consensus have been created (these meetings have been held as a first activity of multidisciplinary innovation committee). After assessment, findings have been translated into company realities, those needs to be prioritized and modelled. These priorities would better be in between 3 to 7 at most. If the list is longer, we suggest those priorities to be handled in sequential phases.

GAP analysis has been formed (See Figure 4). Priority items need to be developed, clarified, than this GAP analysis have been transformed into an action plan. We have first started to prepare the action plan at the second meeting. This was needed to create a sense of urgency.

The effectiveness of the action plan have been tested and approved. At the fourth meetings, the action plans matured and then we made a final test, to prove the effectiveness of the study. Than deployed the action plan boldly. For each company differing elements of TS 16555 have been chosen as priority.

Action items have been shattered into individual or subcommittee works, duties deployed with one-on-one meetings. All the activities have been consolidated into a Gantt Diagram. The Gantt diagram is followed-up and updated after each meeting. Whenever an activity shoved some delay and lack of output as management consultant, we have accomplished a supporting meeting. At the end 6 months consulting support;

• One of the companies started with 5 priority, have formulated a very strong innovation strategy (product, process and service) which provided the needed consensus within the company and reformulated the 5 priority under 3 categories of innovation; product, process, service. Departments focused on priority issues, which proved to be effective for both the whole company and individual departments. The innovation management upgrade have been very fruitful for company transformation 6 major processes have been formulated/upgraded), new product development and new marketing initiatives.

• The other company with much more developed systems, have effectively introduced an innovation management committee, formulated an effective innovation procedure, all the initiatives to manage innovation have been deployed into innovation management committees' sub-committees. Strategy renewal, culture development, campaign management, participative software development issues have started to be managed by this committee. Another major initiative was that to deploy the project management software used within R&D to whole of the company.

6 CONCLUSION

This study summarizes how any company can start with establishing a systematic approach to innovation. To establish an effective system, we have also summarized some of the pitfalls any innovation journey can confront with.

Using already established systems as a base is an effective strategy for any company. TS16555 give us enough direction to upgrade systems in an integrated approach. We all know that every system upgrade results with a new level of maturity before the next.

Beyond that, innovation management constitutes the base and milieu for innovation. The core of IMS is the innovation process, which turns an opportunity into a new solution. We have to be aware that innovation is a thought process who is never so free of prejudices, existing mind patterns, and especially groupthink effect. Beyond those risks, market factors, all the value chain should be considered.

To make the innovation process more effective and efficient methods and tools need to be used. We have evaluated list of the tools and methods. In addition, we presented especially two methods for a more effective and efficient thought group decision-making process.

One important level is to prepare a real innovation management strategy and procedure (aligned with company priorities) and to be able to manage it through an innovation management committee.

REFERENCES

[1] Satell, G. 2013. How to Manage Innovation, *Forbes* March 7.

[2] Hidalgo A. & Albors, J. 2008. Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. *R&D Management 38* (2): 113-127.

[3]Nagano, M. S., Stefanovitz, J. P., & Vick, T. E. (2014). Innovation management processes, their internal organizational elements and contextual factors: An investigation in Brazil. *Journal of Engineering and Technology Management, 33*, 63-92.

[4]Alós-Ferrer. C., Hügelschäfer, S. & Li, J. (2016). Inertia and Decision Making, *Frontiers in Psychology 7* 169.

[5] De Casanove, A., Morel, L. & Negny, S. 2017. ISO 50500 series innovation management: overview and potential usages in organizations, *ISPIM*, Jun 2017, Vienna, Austria.

[6] Ayers, R. 2017. Pitfalls to Avoid in Innovation Development, Collaborative Innovation, Creative Leadership, Organization & Culture, Strategies, *Support for SME, Innovation Management SE* Retrieved

February 21, 2018 from the World Wide Web: http://www.innovationmanagement.se/2017/03/08/6-pitfalls-to-avoid-in-innovation-development/

[7] 7 common pitfalls of innovation efforts. 2015. *Becker's Hospital Review*, May 04 Retrieved February 21, 2018 from the World Wide Web: https://www.beckershospitalreview.com/hospital-management-administration/7-common-pitfalls-of-innovation-efforts.html

[8] Finn Kollerup, 2017. Use the European Innovation Management Standard as your Innovation Checklist Retrieved February 21, 2018 from the World Wide Web: http://finnkollerup.com/2015/09/20/use-the-european-innovation-management-standard-as-your-innovation-checklist/

[9] Anttila, J. 2017. Quality and Innovation - Partnering Disciplines, March 2016, *17th International Symposium On Quality - Quality Makes A Difference*, Zadar, Croatia

[10] TSE CEN TS 16555-1, İ*novasyon Yönetimi, Teknik Şartname*, Turk Standardları Enstitusu Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

[11]Hajir, J., Obeidat, B. Y., Al-dalahmeh, M. A., & Masa'deh, R. (2015). The role of knowledge management infrastructure in enhancing innovation at mobile telecommunication companies in *Jordan. European Journal of Social Sciences, 50*(3), 313-330.

[12]Maier, F. H. (1998). New product diffusion models in innovation management—A system dynamics perspective. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society, 14*(4), 285-308.

[13]Adams, R., Bessant, J., & Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews, 8*(1), 21-47.

[14]Chiaroni, D., Chiesa, V., & Frattini, F. (2011). The Open Innovation Journey: How firms dynamically implement the emerging innovation management paradigm. *Technovation, 31*(1), 34-43.

[15]Künzel, M., Meier zu Köcker, G. & Köhler, T (2016). *Clusters and Innovations Cluster Initiatives as Drivers of Innovations*, ClusterAgentur Baden-Württemberg

[16]La Salle, R. J. 2014. La Salle Matrix Thinking – A structured approach to Innovation – "Opportunity Capture" and Systematic Thinking.

[17]Nancy R. 20144. *Tague's The Quality Toolbox*, Second Edition, ASQ Quality Press.

The Importance of R & D Investments in Information and Communication Technologies and Tax Policies Applied Through Information and Communication Technologies

Ahmet Tezcan Tekin [1], Lerzan Özkale [2], Gülşah Ayhan[3]
[1] İşletme Mühendisliği/ İşletme/ İstanbul Teknik Üniversitesi
[2] İşletme Mühendisliği/ İşletme/ İstanbul Teknik Üniversitesi
[3] Cerebro Yazılım Hizmetleri
12 Kore Şehitleri Caddesi, İstanbul, 34394, Türkiye
ahmettezcantekin@gmail.com, lerzan.ozkale@itu.edu.tr, gulsah.ayhan@cerebro.tech

SUMMARY

Studies on the use and the prevalence of Information and Communication Technologies (ICT) in the last ten years show that the level of economic development of a country is directly proportional to the development of the ICT sector. In addition to economic developments, technologies such as machine learning, artificial intelligence and internet of things have improved production efficiency. Moreover, it is critical for medium and small-scale companies to be able to participate in the exportation in this sector as the export of information technology is easy in economics. R & D and innovation concepts are essential as medium and small-sized companies can increase their share in exports and continue their development in this area.

One of the most critical components supporting the innovation concept is the patent. Since patents are accepted as the starting point for innovation in the literature, they are closely related to the processes of producing information such as R & D. R & D expenditures made to support this process are directly proportional to economic development.

Despite R & D expenditures and incentives increase day by day in Turkey, the tax burden in ICT is slowing progress in this area. As a matter of fact, countries with advanced economies have lower tax rates in the field of information and communication compared to developing countries.

This study aims to identify the use of ICT among developed and developing countries moreover, follow-up for sector's international competitiveness and support and examine the required innovation and tax policies.

Keywords: R & D Investments in Information Technologies and Communications, Tax Policies in Information Technologies and Communications, R & D and Innovation.

1 INTRODUCTION

Information and Communication technology (ICT) represents different types of communication networks and the technology used in them. ICT is not limited to modern high-tech devices and networks, thus has been used for years to transmit the information. One can divide ICT as old and new, wherein the former one includes Radio, Television, Telephone, Fax, Telegram, etc. while the later comprises of data networks, e-mail, World Wide Web (or internet) and cutting-edge wireless & wire line technologies [1]. The impact of information and communication technologies on economic growth and productivity has not been observed between the years 1970 and 1990 [2]. However, studies observed in the following years have shown that investments in the ICT sector have a significant impact on labor force and economic growth [3]. According to the report of European Joint Research Center, ICT sector has increased its value added three times in the last 20 years. Through the development of ICT sector, traditional businesses have left their place in information and communication-based businesses and it has been observed that the countries investing in ICT technologies has grown faster regarding their national incomes [4].

Since the ICT technologies have been used in productive activity, the importance of investments in this area and R & D activities have increased. In this regard, the allocation of R & D expenditures has great importance as knowledge plays an active role in the production process and innovation is one of the important elements of economic development in today's world. The factors such as technology, qualified labor force has seen the main reasons of gaps in economic growth between countries [5]. R & D investments made for the public and private sectors aim to make up the differences of growth between countries with the added value they have created. It has been acquired that developing countries require to produce and export high-tech products that have high value added, in order to be able to achieve a high and sustainable economic growth rate and to close the gap between developed countries [6]. Tax policies applied in this area plays an essential role in the realization of economic goals. Therefore, the policies require to encourage R & D investments. A consistent policy in R & D tax incentives ensures that the balance between R & D tax incentives and other R & D investment mechanisms is healthy [7].

In this study, comparative analysis of the importance of R & D investments in ICT and the policies applied in this field have been carried out. Besides, ICT sector in Turkey has been examined along with the impact of sector on factors such as trade and productivity.

2 INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES SECTOR IN THE WORLD

It has been found that information and communication technologies (ICT), one of the most important factors behind innovations in the Internet sector, are associated with the economic growth of the countries and the quality of life of the households [8]. Innovations that are the result of information and communication technologies that change business processes and people's way of life continue to increase. The economic balances in the world have been shaped by the continuous growth of the information and communication sector in recent years.

According to World Bank data, while the world economy has proportions of 4% in agriculture, 27% in industry and 69% in service sector, Turkey has 7% in agriculture, 32% in industry and 61% in services sector. When we look at services and manufacturing for the breakdown of the information and communication sector, the share of the service sector was 73.1% while the manufacturing sector was 26.9%. At the same time, while the manufacturing sector shrank 17% between 2006 and 2014, the service sector grew by 49%. This case is the same for Turkey as the all countries which have yet to achieve the desired level in development. Countries with the most significant share of information and communication technologies in the economies are the United States, India and China, respectively. The share of information and communication technologies in the total economy is changing from country to country. United States has 5.6%, China and India have 4.7% proportions of ICT in their total economies while European Union average is 3.9%. In Forbes' most profitable sectors analysis in 2015, 21% net profitability and healthcare technology were the first, while technology services were the most profitable sector with net profitability of 17.3%. Given the direct impact of the use of information technology in firms' productivity growth, the increase in information technology usage from 2010 to 2016 was 95% in developed countries, to about 95% in developed countries, and about 25% in emerging countries such as Greece, Poland and Mexico. This increase took place in Turkey in the same period of about 8% [9]. According to the obtained data for all developing countries, including Turkey mainly to the service sector investments in information and communication technology is of great significance.

2.1 Influence of Information And Communication Technologies On Trade

Global value chains, accelerating with dramatic reductions in the costs of Information and Communication technologies, have created new paths for rapid technological development, information sharing and the development of skills [9]. The simplicity of an area specialization and the availability and diversity of services with intermediate goods at lower prices; it is observed that domestic productivity has accelerated due to the acceleration of technology transfer in the countries that have achieved these developments and the export competitiveness of firms has increased [10]. The free flow of digital technologies and data has contributed to the growth of trade by reducing trade

costs. The use of such technologies encourages exports because it will reduce fixed costs, including the costs of advertising, market research, and the creation of distribution networks for products and services, to enter a new market [11]. At the same time, they have provided international trade opportunities for sectors that do not trade in foreign trade and small-scale companies. The information technology sector, while contributing to the globalization process, reduces the cost of entering international markets by drastically reducing both global and domestic purchasing costs.

Digital transformation, which increases the trade volume between countries, can enable firms, and especially SMEs, who find it challenging to enter international markets, to make their costly activities more active abroad. For this reason, companies using technology, including SMEs, are more likely to export, to export to more countries and to succeed in the market.

Information and Communication Technologies products seem to have increased the value added of this sector due to recent developments. When the added value created is examined in particular, the share of products and services in total exports differs in information and communication technologies. According to the analysis made worldwide, the share of products appears to be about three times that of services. At the same time, when the products and service shares are examined within the countries themselves, vast differences can be seen.

For example, when the share of information and technology products in exports is examined, Costa Rika contributed 20.4%, Singapore 12.7%, Korea and Japan 11.2%. When the share of information and technology services is examined, Costa Rika contributes 2.1%, Singapore 2.9%, Japan 2.4% [9]. Although the share of products in the general case is higher than in the service sector, this does not apply to every country. In some countries, the share of services in total exports is much higher than that of products. Examples of these countries are New Zealand, Belgium and Brazil. The share of goods and services to Turkey are close together. The share of products in total exports is 1.2% while the share of products is 1.1%.

2.2 Success Criteria in ICT and Comparison of Turkey and India

Within the information and communication technologies, software is evaluated as service production. There are differences between countries' software services production ordering and information technology hardware production ordering. Countries that do not produce hardware at high levels can, therefore, develop themselves in the service sector. Regarding service production, the top five countries are Iceland, India, Switzerland, Russia and Belgium respectively [9]. Production of services in this area of the country, the product requires less investment compared to the production and economic efficiency can be achieved in the shorter term, Turkey should shape policy in information and communication technologies accordingly.

One of the most critical factors affecting the success rates of the countries operating in the international field software sector is stated as language. Countries with the most significant software market have English as their mother tongue [12]. With the advantage of speaking the same language, the information dissemination in this area is faster. For countries whose native language is not English, English is widely used as a second language in these countries [12] India, for example, has a vital role in the world of software exports. One of the most important factors underpinning this success is the growth of the software economy in India by 56% between 1997 and 2002 [13]. In the early 1990s, there were negligible software exports, but in 1999 the ratio of software exports to total exports reached 6%. Another factor that multiplied this point was that in 1999 the software industry accounted for 7% of total growth, although the software industry generated 1% of India's GNP [13]. On the other hand, because of India’s rapid success in information and communication technology sector which constituted 1% of GNP in 1999 reached 7.7% of GNP and 154-billion-dollar volume in 2016 [14].

One of the reasons why India is so prevalent in the software field is the overcoming of the demand for information that is built on information technologies that developed in the 1990s. At the point of meeting this demand, India has become a part of the country because software exports are more comfortable than other fields. The software sector, which is much more advantageous than many sectors regarding infrastructure and investment costs, has developed quickly in a country like India where the general economy and massive investment costs cannot be met. Because there is no need to invest millions of dollars as in the manufacturing sector to develop software. The first growth of the

software service industry is facilitated by the illuminated hands-on policy of the Indian government [13]. At the beginning of the 1990s, the prices of desktop computers also fell steadily in the hope of the development of technology. India, which is much more advantageous than many other countries regarding the cost of working in the light of these developments, started exporting to the software industry. Despite this export volume growth, software activities increased and there was an explosion in software exports.

The size of the information and communication technology sector, which was $ 74 billion between 2009 and 2010, has reached $ 155 billion in 2017, an important move that has made in the past. This figure is estimated to be about 350 billion dollars in 2025. Regarding sector size, 98% of higher education institutions in India offer training in the field of computer science. 37% of the private sector investments made in the country are made in the field of information and communication technologies, and about $ 26 billion foreign investment has been realized between 2000 and 2017 [14]. Export power, one of the critical components of a healthy economy, has been realized in the field of information and communication technologies, accounting for 45% of total exports. India continues to strengthen its economy by providing 7% growth in exports of information technology compared to 2016. 3.9 million people work in this field as a qualified workforce. This number is increasing year by year, and by the year 2016, 170,000 people have started to work in this field [14]. India has cheap business power at the forefront of these advantageous factors. According to the IBEF report, countries using India as outsourcing in the field of information and communication technologies have provided a cost advantage of approximately 60%. On this account, they account for 7% of the global market. Five years tax advantage is provided to newly established companies to influence the investor abroad and to give importance to this field. Thanks to these advantages, there are now about 4750 newly established companies in India. With the number of new companies increasing day by day, depending on population density, it supports the qualified workforce with about 6 million new graduates each year [14].

R & D expenditure should need compared to India and Turkey as Turkey investments made in this area; there is far behind India. India, which has built its present economy on information and communication technologies with the right moves made in the past, continues to grow. From the point of export, the density of products and services of information and communication technologies is observed precisely and clearly. Turkey, while India's economy has created an economy based on agriculture in this area. One of the reasons why India is preferred in this area is the widespread use of English. In a similar situation in Turkey and India supply of cheap labor, it illustrates the similarities in the overall labor force participation of recent graduates from the labor force compared to other countries. Turkey, investments to be made by these features in this area, tax incentives and India in the short and medium term with the policies implemented to increase skilled labor are unlikely to catch in this area. However, if the policy to be implemented is positioned at this point, the increase in exports of information and communication technologies in medium and long-term will create a positive atmosphere to strengthen the economy.

3 PRODUCTION EFFICIENCY

Information technology and communication, which are of great economic importance, also play an essential role in countries' production efficiencies. The information technology sector, which accounted for only 0.3% of the United States value added between 1960 and 2007, contributed 2.7% to the growth of the country's economy, while it increased its production efficiency by 25%. In the same period, agricultural activities, which accounted for 1.8% of US value added, contributed only 1% to economic growth. This shows that the growth of the computer industry is 13 times that of the economic growth in the period when agriculture is slower than the American economy. Nevertheless, the fact that the agricultural sector has achieved 15% of the total increase in production efficiency is a result of agricultural innovation [15].

3.1 The Effects of Big Data Decision Techniques on Production Efficiency

Today, as the concept of significant data increases in importance, the use of big data and decision-making techniques to monitor economic efficiency is increasing day by day.

In 2017, the volume of data generated in an online environment in just one week is equivalent to the volume of data generated throughout the 20th century. Due to the rapidly increasing digitalization of social and economic activities, the data flow affects the economy and society on a vast scale. The structured or unstructured data of today's data based on volume, the rate of production and processing of data are considered "big data" [16]. The use of big data significantly improves products, processes, organizational methods and markets. In the manufacturing sector, data obtained through sensors are used to monitor and analyze the efficiency of machinery to provide operational process improvement, preventive maintenance and after-sales services [9]. In the agricultural sector, big data concepts are used to increase soil fertility, geographical efficiency and agricultural productivity. Sensors specially collected data can then be reused and customized in real time on weather patterns, soil conditions, fertilizer use and crop characteristics. In this respect, agricultural production processes can be improved and forecasted [9].

Although there is little evidence on the macroeconomic implications of large data use, it is observed that using big data-based decision-making techniques increases labor productivity by between 5% and 10% [17]. In the United States, companies adopting decision-making based on data have been observed to be 5% higher in output and productivity than firms using only information technology components such as software. In a UK-specific analysis, firms with high levels of online data use were observed to be about 13% more efficient than those at lower levels [18].

Although the importance of the big data concept is known, this concept is often used by information technology and communication companies. For example, only 30% of Hadoop investments are used by finance, transportation, utilities and biotechnology firms [19]. However, in the manufacturing sector, when goods become assets with low-profit margins, complementary services that extend existing business proposals have begun to be developed by utilizing big data technologies. Historically, the digitalization of business models began with the computerization of business processes through software and the coding of activities. This transformation allowed firms to replicate more advanced business processes faster. In this respect, the market share and market value of the companies increased along with productivity. Today's business models of the most successful Internet companies are shaped by the collection and analysis of big data flows, beyond the formatting and coding of processes through software [16]. In this way, the data of the internet users, who constitute the majority of the source, are collected and analyzed to automate the processes and allow new business models to be born.

Today, firms manage their processes with artificial intelligence technologies to manage complex business processes without human intervention. Innovations provided by artificial intelligence are now used to transform business processes into economics. As a result of the convergence of these technologies with technologies such as embedded software and Internet of the things, manufacturing and agriculture can be influenced and even process and labor productivity can be achieved [9]. The use of big data technologies is not only used to provide economic efficiency. Decisions at the city level are also supported by big data and data analysis. With the help of these technologies, drivers can track the traffic situation on a street basis with the data created via the smartphone or try to avoid possible future crimes using data collected through crime scenes [9]. Technologies that can be used regarding urban modelings such as intelligent transit tickets, geographically based analyzes remotely perceived due to more data and more processing power have emerged. In this respect, a better quality of life is offered regarding sociology. Although many people are thought to be unemployed with robots, it is quite common for the robots to be used to facilitate people 's daily life with the concept of robot-human interaction. At the same time, the robots, which are also used to facilitate the lives of sick or needy people, take the place of people who are open to routine and human error and force people to do more difficult and more demanding work. It is thought that it contributes to the development of humanity to a great extent.

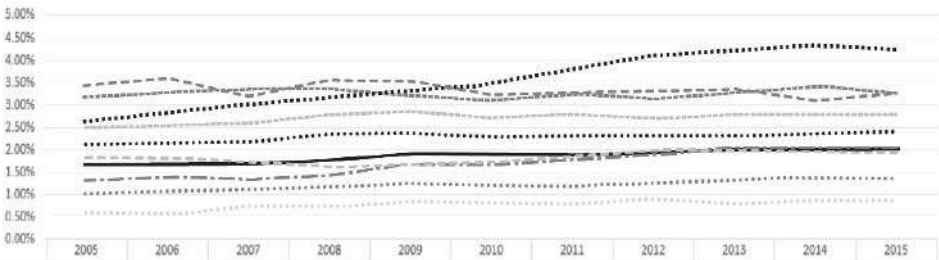
4 R & D AND INNOVATION

Although software and information technologies can be described as separate fields, many activities within the scope of R & D activities can be directly or indirectly related to these fields. Therefore, investments made in the sense of R & D are crucial for realizing the planned developments in software and information technologies. There are significant developments and targets in our

country regarding R & D activities and investments and investment targets made in this area. It is essential for an economy to transfer resources to technology, scientific studies and R & D. In this context, R & D is expressed as increasing knowledge and using this knowledge to perform productive activities to obtain new applications, products and methods [20].

R & D is a fundamental concept regarding the economy. For example, obtaining the new information and converting this information into the product will be completed by reaching the consumers by driving to the market with a marketing plan to be created after the product is obtained. In this case, there appears to be a direct correlation between R & D expenditures and economic growth [21]. In general, R & D expenditures and economic growth seem to be related to each other. The direction and level of this existing relationship are also important. Studies in the literature have shown that there is a causality relation between R & D spending to economic growth in general. In other words, R & D spending causes economic growth [22].

R & D expenditures share on GDP were analyzed for developed countries and Turkey. This analysis includes R & D spending from 2005 to 2015 and is shown in *Figure 1*. This analysis also shows us the way in the context of a comparison with other developed countries in Turkey's R & D spending. Turkey, visibly in R & D expenses remained under a form of R & D in developed countries. Japan, Korea, countries like Sweden to about 3.5% of GDP in R & D, allocating, this rate has remained at 0.88% for Turkey. Referring to other developing countries such as Turkey, Czech Republic 3.4%, Hungary 1.4% and an overall average of European Union countries was 2.03%. Although an increase has been achieved in recent years, it is necessary to increase investments in this area to close these differences. Since the investments made in the medium and long term are expected to affect the economy in the positive direction, the answer will be given to the question of how sensible investments will be made in this area.



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
China	1.31%	1.37%	1.37%	1.44%	1.66%	1.71%	1.78%	1.91%	1.99%	2.02%	2.07%
EU Average	1.66%	1.68%	1.69%	1.76%	1.84%	1.84%	1.88%	1.92%	1.93%	1.95%	1.96%
Italy	1.05%	1.09%	1.13%	1.16%	1.22%	1.22%	1.21%	1.27%	1.31%	1.37%	1.33%
Japan	3.18%	3.28%	3.34%	3.34%	3.23%	3.14%	3.24%	3.21%	3.31%	3.40%	3.29%
Korea	2.63%	2.83%	3.00%	3.12%	3.29%	3.47%	3.74%	4.03%	4.15%	4.29%	4.23%
Holland	1.79%	1.76%	1.69%	1.64%	1.69%	1.72%	1.90%	1.94%	1.95%	2.00%	1.99%
OECD Average	2.14%	2.17%	2.21%	2.28%	2.33%	2.29%	2.32%	2.32%	2.35%	2.38%	2.38%
Sweden	3.39%	3.50%	3.26%	3.50%	3.45%	3.22%	3.25%	3.28%	3.31%	3.15%	3.28%
Turkey	0.57%	0.56%	0.69%	0.69%	0.81%	0.80%	0.80%	0.83%	0.82%	0.86%	0.88%
U.S.A	2.51%	2.55%	2.63%	2.77%	2.82%	2.74%	2.77%	2.71%	2.74%	2.76%	2.79%

China EU Average Italy Japan Korea Holland OECD Average Sweden Turkey U.S.A

Figure 1 R & D Expenditures of countries depending on years

When the European Union 2020 indicators are examined, the importance given to R & D is apparently visible. They set a target for R & D expenditure shares which was 2.03% in 2015 to 3% in 2020. The European Union countries have set targets for the average growth rate of 6.9%, which is 1.9% of the annual average, estimated to be 2.28% for 2020 if the growth rate between 2007 and 2014 is maintained. By 2015, Slovakia, Germany and Southern Cyprus are very close to this target, while countries such as Denmark and Sweden already have this target [23]. For these countries, it can be said that the percentage of R & D spending according to GDP in 2020 will be 4% to 5%. Therefore, Turkey to come to this level of R & D investments every year, further increasing the growth rate is necessary to remove the top of the European Union average.

Turkey's R & D expenditure and Gross Domestic Product are made of the volumetric representation in *Figure 2*. According to TÜİK'S data, R & D expenditure was about 1% of GDP, whereas it was 0.88% according to OECD data. There is a discrepancy between the two data. Nevertheless, the two reports clearly show that the amount allocated to R & D is increased every year. Tübitak says that in 2023 R & D expenditure share targets as 3% of GDP. Though it is a big step to reach 3% of GDP where this ratio was 1% in 2015. Many developed countries have already caught this rate and are working to increase it. Therefore, if countries with developed economies are to be caught, it is necessary to make moves to close the gap between the annual increase targets and our strategies.

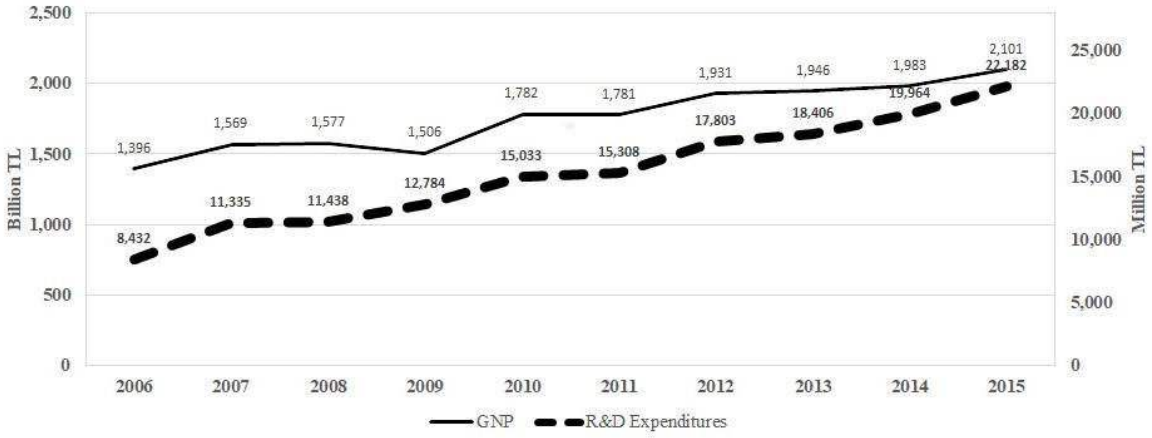


Figure 2 R & D Expenditures in Turkey

It is also crucial how much R & D expenditures are made in which sectors. Because R & D expenditures, especially in the private sector, are also aimed at small and medium-sized companies, they support innovative work in this area. A matter that can be realized in the private sector for any business line should be left to the private sector's workforce with government support. Because while the economy can make a more significant contribution in this regard, employment will be created at the same time. This makes the private sector side in the last ten years with the awareness that R & D spending in Turkey was removed from 24.2% to 49.8%.

The leading actor carrying out national R & D and innovation policies in Turkey, which was founded in 1963, is TÜBİTAK [24]. TEYDEB which is Technology and Innovation Funding Programs Directorate was founded in TÜBİTAK to finance companies which gives importance to R & D. The mission of TEYDEB is to play a pioneering role in establishing the entrepreneurial culture of Turkish private companies in order to achieve high technological capability of global competitive power [25]. TEYDEB supports R & D at firms and gives projects a certain percentage of the cost of the project in particular. Selection criteria of the projects; the scientific excellence of the project, the quality and capacity of the proposers and the expected technological and economic impact of the project. Project evaluation is carried out by national experts, primarily academic, and is based on interviews with applicants, visits to firms and interviews with managers [24].There are 9 R & D support programs in TÜBİTAK for supporting companies [26].

4.1 The Importance of Education in Technology Transfer

Information technology is one of the most important factors of development and economic growth in the global economy. At the same time, the use of information technology is also very important for the competitive advantage of each economy. Innovation is also a key driving factor in this area. However, one of the most significant problems in this area is the inadequate number of employees with appropriate knowledge [27]. European countries have a lower number of innovation activities compared to the U.S. and Japan. If this issue is to be increased, investments in information technology education should be increased [28]. The presence of high expertise in this field of knowledge increases the need for specialists to serve different roles in different countries and regions. The basic skills of information technologies such as programming, development and testing are more important to developing countries than the stable and developed countries. It is also complicated to

estimate the total demand for employment in this area as each country needs IT experts in line with their needs [27]. Undergraduate and postgraduate education constitutes an important part of the education system in every country of the world. Mainly, the importance of undergraduate and postgraduate education in the field of information technology is quite high [27].

Studies show that, investments made in this field, expert knowledge level and number of experts are determined as the factors that should focus on in order to provide economic development by the help of this field [29]. In the analysis for European countries, there is serious concern about raising qualified personnel in this area in the light of the decline in birth rates over the past ten years. Therefore, to survive the decrease in the number of staff working in this area, they have formed a package of measures. This package contains; to make the training given in the field of information technology more attractive, to keep the level of knowledge high and to provide a quality education. Turkey does not pull in the birth rate in Europe's ordeal though is having difficulties in quality education. There are very serious disagreements about the quality of education given at universities. According to some in Turkey is thought to be at a very high level of difficulty and quality of university education in other countries, the OECD indicators show that this is not the case. According to the PISA analysis made in Turkey's science, math and reading habits evaluations also show that since 2006, under the average of OECD countries [9]. Again, according to this analysis, Singapore, which ranks at the top, is also the top 5 in the information technology measurement of OECD countries, emphasizing the importance of education for success in this area.

As of 2017, working in the field of information technology and communication, 120,000 people in Turkey have been described as though there is no clear information on the educational distribution of this person. As a developing country, Turkey, to ensure employment growth in productivity growth and other business areas, are required to perform certain activities on increasing the knowledge of staff to work in this field while increasing the investment made in this area. Within these activities; increasing the numbers of undergraduate and graduate programs and quotas, many items can be sorted up to easy employment measures. However, one of the issues that need to be taken into consideration in this regard is the provision of education at a level that is good enough to adopt English as a second language as in the case of India. Because countries which want to take their place in the global marketplace need to know a foreign language at a reasonable level of communication convenience. The best examples of success at this point are examples of Canada, particularly England, Ireland, Australia and New Zealand. One approach that is used as a training method in information and communication technologies is online education. The United States implements some policies that support the development of the digital economy. These policies include support for online education to increase information dissemination in the field, such as the communications sector, the Internet, cybersecurity, and big data. Emphasis has been placed on open access and free movement of information to increase access and awareness of current technologies. In this regard, these components, which form the basis of the digital economy, are open to continuous improvement of technologies. One of the most important examples in this regard is the online education platform that Israel provides for high school students and official employees. It is estimated that 150,000 people benefited from this platform in 2017, and this number is expected to rise to 1.500.000 by 2019 [9].

4.2 Qualified Labor Force in Information and Communication Technologies

The number of experts employed in the information and communication sector is increasing every year. Depending on the developing technology, this demand is expected to increase even more rapidly. Expert counts in information and communication technologies can be evaluated by graduates in computer science and researchers in this field. Knowledge and communication technology expertise is seen as one of the most dynamic professions in recent years. According to the OECD 2016 report, the ratio of IT specialists to the total number of workers is set at 3.6%. Although this rate varies from country to country, it has increased significantly between 2003 and 2016. The ratio of information and communication technology workforce to total workforce is shown in Figure 3 on a country basis.

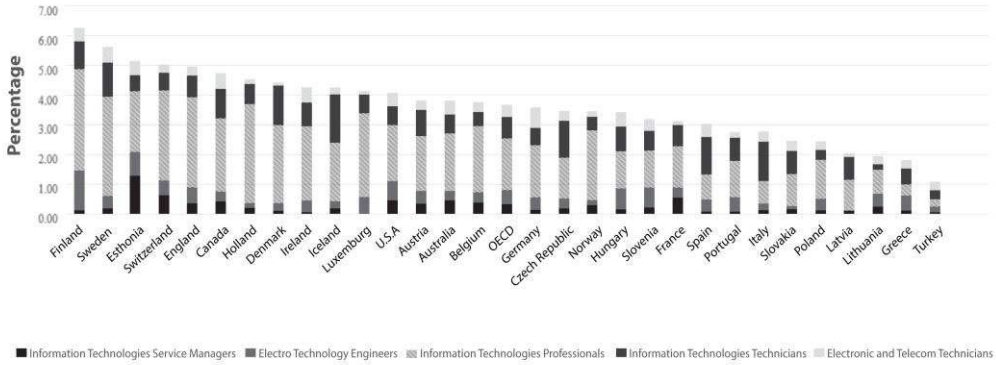


Figure 3 The ratio of labor force of information technologies to total labor force for countries

One of the critical factors for the formation of qualified workforce in this field is the increase in the number of graduates in this field. Although the number of programs created in this discipline has been increased, the proportion of all graduates in OECD countries receiving graduate training in OECD countries in 2015 is 3.5% [9]. There are differences in this area based on the country. In countries such as India, New Zealand, Finland and Ireland this ratio ranges between 5% and 7%, while in Portugal this ratio is 1%. *Figure 4* shows the ratio of the total graduates of the workforce who graduated from this area on a country basis.

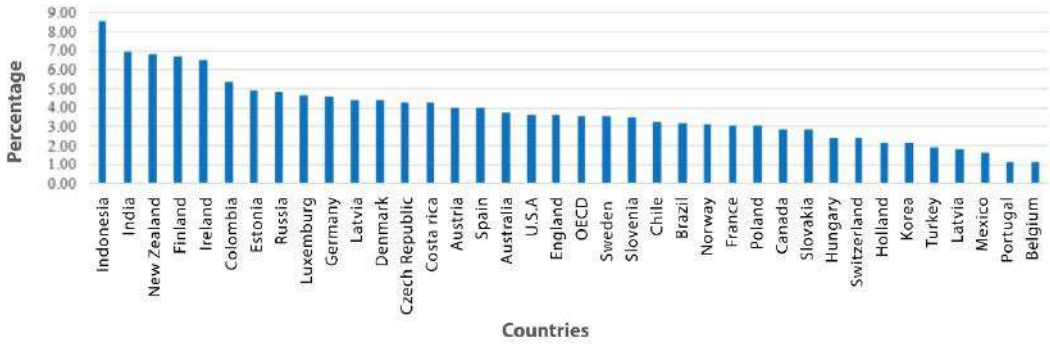


Figure 4 The ratio of graduates of information technology to total graduates.

Researchers are involved in a group of qualified labor force dealing with the design of new information, products, processes, methods and systems. In OECD countries, researchers working in information and communication technologies make up about 30% of all researchers. This rate varies significantly on a country basis. According to the OECD report, the country-based ratio of researchers per 1,000 people is shown in *Figure 5*. When we look at these special rates is behind Turkey is quite advanced compared to other countries.

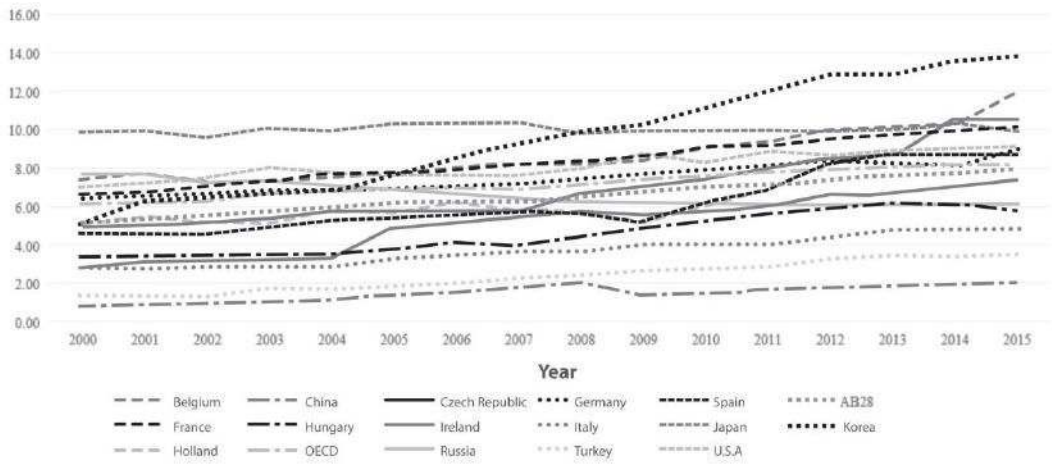


Figure 5 Percentage of researchers per 1000 people for countries.

120,000 people are working in this field in Turkey [30]. Considering the speed of development and the contribution of the economy to the sector, it is observed that the need for qualified workforce will increase day by day. This information in light of Turkey's worker's skilled labor in this field should increase considerably.

5 PATENT AND INNOVATION

Patent applications, which are considered to be very important in the field of innovation, are regarded as the starting point in the literature of innovation [31]. Patents are closely tied to the processes of producing information, such as R & D. Patent numbers and innovative projects may not be directly related. Because every patent may not turn into a product, or every innovative project may not be patented [32]. One of the reasons why patents are not widely used in innovation measurement is that in many sectors, especially in small and medium-sized firms, innovations are more national and regional, rather than globalized. Therefore, the national prevalence of patents is much less than the worldwide prevalence [32]. One of the reasons is that international patents are much more costly than national patents. For this reason, the PCT patent component of the European Union 2020 indications cannot be used effectively for targeted innovation outputs.

Patent applications and registrations are among the most important outputs of investments made in R & D. Today, as part of the R & D support the state has provided, companies are waiting for patent applications as assignments and, if possible, registrations. The patent, one of the topics discussed in the European Union 2020 indicators, is of great importance regarding innovation. Therefore, the increase to be provided for the patent will be directly related to innovation and will contribute to the economy in the medium and long-term. Because it is difficult and costly to get a patent on the international scene, so small and medium-sized companies are making patent applications more nationally.

6 TAX BURDEN PROBLEM IN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Although R & D spending and incentives are increasing day by day, the taxation and policies applied in the field of information and communication technologies slow down the developments in this area. Based on the analysis which was made by Information Technology and Innovation Foundation (ITİF) in 2014, Turkey is one of the top countries which applies taxes in information and communication technologies. According to the analysis carried out in 125 countries, Turkey is the second country which applies 44.1% tax rate in information and communication technologies with 18% VAT and 26.1% additional taxes. It is clear that in the ranking of OECD countries the tax rates of other countries have the lowest tax rates in the top-ranked countries with advanced economies. Tax rates applied for information and communication technologies in Switzerland, Japan and the United

States are below 10%, while those in New Zealand, China and Luxembourg are between 10% and 15% [33].

Developed countries have low tax rate policy for startup companies. Turkey has adopted to low tax rate policy with techno-polis and on-site R & D and Design Center license for companies. India is trying to contribute to the development of this area by applying 5-year tax reductions specifically for all newly established companies operating in this area [14]. Turkey, value-added tax, corporate tax and customs duties imposed on imports of high technology products and consists of the tax rate, precludes any developments in this area. Turkey should apply tax reductions for increasing startup companies and medium and long-term economic improvements.

7 CONCLUSION

As a result of this study, it is observed that investments made in ICT have a major role in the developments of countries with the increasing share of ICT in economy. It is known that economic growth is a natural consequence of increased exports. Through the development of ICT sector, which continuously increases its value added, has facilitated export especially for SMEs.

The obtained results have shown that ICT sector including big data decision making techniques, play an important role in the productivity of countries as well. Education, qualified labor force, patent and innovation are essential factors to make progress in the sector. Apart from that, in order to ensure the improvement of ICT sector, R & D investments has been obtained as one of the most important factor. Through the fact that there is a direct correlation between R & D expenditures and economic growth, countries which have less national income should improve related expenditures. Therefore, incentive policies in this area have critical importance especially for countries having developing economies.

By the result of this study, it has been acquired that the tax policies applied in this field has slow down the development of ICT sector in Turkey. It is clear that more importance should be allocated to R & D activities and ICT should be much more accessible for development of countries as well as Turkey.

REFERENCES

[1] Hameed, T. (2007). ICT as an enabler of socio-economic development. *Retrieved June*, *24*, 2007.

[2] Oliner, S. D., Sichel, D. E., Triplett, J. E., & Gordon, R. J. (1994). Computers and output growth revisited: How big is the puzzle?. *Brookings Papers on Economic Activity*, *1994*(2), 273-334.

[3] Nasab, E. H., & Aghaei, M. (2009). The effect of ICT on economic growth: Further evidence. *International Bulletin of Business Administration*, *5*(2), 46-56.

[4] SAVRUL, A. G. B. K., & KILIÇ, A. G. D. C. (2011). Küreselleşme Sürecinde Bilişim Sektörünün Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkeleri'nin Ekonomileri Üzerindeki Etkileri. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, *61*(2), 257-289.

[5] Parente, S. L., & Prescott, E. C. (1994). Barriers to technology adoption and development. *Journal of political Economy*, *102*(2), 298-321.

[6] Göçer, İ. (2013). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, *165*(2), 215-240.

[7] Evci, C. (2004). Ar-Ge Vergi Teşvikleri. *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.*

[8] Ezell, S., & Andes, S. (2010). ICT R&D policies: An international perspective. *IEEE Internet Computing*, *14*(4), 76-80. [9] OECD**.** (2017). *OECD Digital Economy Outlook 2017.* Paris: OECD.

[9] OECD. (2017). OECD Digital Economy Outlook 2017. Paris: OECD.

[10] OECD. (2016). *Technology and Innovation Outlook 2016.* Paris: OECD Publishing.

[11] Nath, H. K., & Liu, L. (2012). *Information and Communications Technology (ICT) and Trade in Emerging Market Economies*(No. 1205).

[12] Ortner, M. (2015). The World of Business Software: Which Countries to Serve? *B2B Marketing*.

[13] Arora, A. (2002). The software industry and India's economic development. In *Information Economics and Policy* (Vol. 14, pp. 253-273).

[14] IBEF. (2017). *IT & ITeS Industry in India.* IBEF.

[15] Jorgenson, D.W., Harper M**.** (2011). Information technology and U.S. productivity growth: evidence from a prototype industry production account. *Journal of Productivity Analysis*, 159-175.

[16] OECD. (2015). *OECD Digital Economy Outlook 2015*. Paris: OECD Publishing.

[17] Brynjolfsson, E., Kim, H. (2011). Strength in numbers: How does data-driven decisionmaking affect firm performance? In *Social Science Research Network.* Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1819486

[18] Bakhshi, H., Biosca A. B., Garcia J. M. (2014). *Inside the datavores: Estimating the effect of data and online analytics on firm performance.* Nesta. Retrieved from www.nesta.org.uk/sites/default/files/ inside_the_datavores_technical_report.pdf

[19] Tambe, P. (2014). Big data investment, skills, and firm value. In *Management Science*. doi:10.2139/ ssrn.2294077

[20] Guellec, D., Potterie, P. (2001). *R&D AND PRODUCTIVITY GROWTH: PANEL DATA ANALYSIS.* Paris: OECD.

[21] Pessoa, A. (2010). R&D and economic growth: How strong is the link? In *Economics Letters* (Vol. 107, pp. 152-154).

[22] Erdemli, M., Çelik, H. (2017). G7 İLE BİRLİKTE TÜRKİYE'DE AR\&GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ. *Sosyal Bilimler Dergisi, 7*, 122-137.

[23] Eurostat (2017), Europe 2020 indicators - R&D and innovation. Eurostat. Retrieved from http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_R%26D_and_innovation

[24] Szczygielski, K., Grabowski, W., Pamukçu, M. T. (2017). Does government support for private innovation matter? Firm-level evidence from two catching-up countries. In *Research Policy* (pp. 219-237). doi:10.1016/j.respol.2016.10.009

[25] Tandoğan, V. S., Pamukçu, T. (2011). Evaluating effectiveness of public support to business R&D through concepts of input and output additionally. *Economic Research Forum 2011*.

[26] Tübitak. (2013). *Özel Sektör Ar-Ge Yenilik ve Destekleri.*

[27] Maryska, M., Doucek. P., Kunstova R. (2012). The Importance of ICT Sector and ICT University Education for the Economic Development. In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (pp. 1060-1068). doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.598

[28] European Comission (2010). *Europe's Digital Competitiveness Report.* Eurostat. Retrieved from http://epp.eurostat.cc.europa.eu/portal/page/portal/education/data/database

[29] Delina, R., Vajda, V. (2005). Problems Connected with financial effectiveness of ICT investment in evaluation. *Financie, bankovnictvo, investovanie*, (pp. 1-12). Herl'any.

[30] Tübisad. (2016). *Tübisad 2015 Pazar Verileri Raporu.* Tübisad. Retrieved from http://www.tubisad.org.tr/Tr/News/Sayfalar/tubisad-pazar-verileri-2015-raporu.aspx

[31] Piselli, P., Bronzini, R. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. In *Research Policy* (Vol. 45, pp. 442-457). doi:10.1016/j.respol.2015.10.008

[32] Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C. (2013). The EU 2020 Innovation Indicator: A Step Forward in Measuring Innovation Outputs and Outcomes?

[33] ITİF. (2014). *Digital Drag: Ranking 125 Nations by Taxes and Tariffs on ICT Goods and Services.* ITIF.

Yenilikçi İş Süreçleri Yönetimi ve Kurumlarda Artan Verimlilik için Otomatik Yönetim Mekanizmaları

Yasin Ayhan[1], Mustafa Özgür Güngör[2]
[1]Ar-Ge Merkezi, IND Bilişim A.Ş.
[2]İşletme, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Okan Üniversitesi
Barbaros Mh. 6/4 Vizyon İş Merkezi 34662 Üsküdar/İstanbul
yasin.ayhan@indbilisim.com.tr, ozgur.gungor@okan.edu.tr

ÖZET

Bilgi temelli teknolojilerin kullanılmasıyla birlikte işletmelerin içinde bulundukları küresel ve dinamik rekabet yapısına da sahip olmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Tedarikten başlayarak ürünün teslimine kadar geçen her bir aşamanın etkin bir biçimde yönetilmesinde bilgi teknolojileri önemli bir rol oynamaktadır. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) yazılımları işletmenin bütün fonksiyonlarını kapsayacak biçimde entegre edilen ve işletmenin rekabetçi yeteneklerinin geliştirmeyi amaçlayan bilgisayar ve iletişim teknolojileri destekli kurumsal kaynak yönetim sistemi yani bir iş yönetim sistemidir. İş Süreçleri Yönetimi (BPM), kurumsal süreçleri oluşturmak ve geliştirmek için kurum pratiklerini, tekniklerini ve yöntemlerini kullanan bir kurumsal disiplin oluşturur. Kurumsal iş süreçleri yönetimi dönüşümü; maliyet etkin, çevik, görünür, müşteri odaklı, çalışan memnuniyetini sağlayan, verimli ve sürekli iyileştirmeye dayanan, tutarlı, daha iyi performans izleme ve raporlama ortamı sağlayan, kontrol edilebir bir model sunar. Bu amaçla, kurumsal ihtiyaçlar ilk önce analiz edilerek bir süreç modeli ortaya çıkarılmalıdır. Bu model, İş Süreçleri Model ve Notasyonu (BPMN) standartlarına göre tasarlanmalıdır. Bu makalede, süreç tabanlı iş yönetimi yazılımı tasarlamak için gerekli altyapıların, modellenen süreçler ve geliştirilen süreç motoru sayesinde kullanıcı seviyesinde her işlemin otomatik yönetim mekanizmaları açıklanmaktadır. İzlenen yöntemlerle süreç modelleme ve süreç motorları sayesinde mevcut süreçlerdeki değişiklikler ya da yeni süreç modellerinin ortaya çıkması durumunda yazılımsal olarak herhangi bir geliştirmeye gerek kalmadan ve BPMN standardına göre tasarlanan süreçler otomatik olarak kullanıcı arayüzlerine dönüştürülmektedir. Makalede, bu çalışmaların detayları ve sonuçları sunularak, faydaları açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: İş Süreçleri Yönetimi, Yönetim Bilişim Sistemleri, Kurumsal Kaynak Yönetimi, Yazılım Geliştirme

ABSTRACT

Use of information based technologies is critically important for organizations as they face global and dynamic competition. Starting with procurement of materials to the end of delivery of each product, these technologies play essential role. Enterprise Resource Planning (ERP) software solutions encompass all functions of any organization with integrations to discrete systems. One of this is business process management (BPM) that is used to design and implement enterprise wide processes in order to form a corporate discipline. This transformation of processes supports cost effective, agile, visible, customer oriented, people empowered performance and extensive reporting environment which leads to better control of the organization. With this purpose, a complete process model shall be designed with the analysis of business requirements and enablement of Business Process Model Notation (BPMN) which is the standard for all levels of process design.

In this explanatory paper, the infrastructure for process based business management software design, details about process implementation engine and automated mechanisms for decision makers are explained. Use of BPMN supports adaptive process models in order for organizations to react the changes in global competition with a consistent and rapid manner. This paper explains details and underlines results of an innovative software development at a research center in Turkey.

Keywords: Business Process Management, Management Information Systems, Enterprise Resource Planning, Software Development

1. GİRİŞ

Kurumların bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırımlar gün geçtikçe artmakta, yaptıkları yatırımlar sonucunda işletme faaliyetlerinin daha etkin bir şekilde yapılır hale geldiği gözlemlenmektedir [1,2,3]. Bunun bir sonucu olarak yaratılan değerin önemli ölçüde arttığı görülmektedir [3,4]. Bunun aksine, üretim, dağıtım gibi tek bir işletme fonksiyonuna yapılan teknoloji yatırımlarının istenilen başarıyı sağlayamadığı da bilinmektedir [4,5,6]. Dolayısıyla organizasyonun tamamının göz önüne alınarak yapılan yazılım teknolojilerin kullanılması, bu teknolojilerden beklenen faydaların elde edilmesi bakımından önemlidir [4,6]. Bu bağlamda son dönemde Kurumsal Kaynak Planlaması (İng. "Enterprise Resource Planning", ERP) yazılımlarının popüler hale geldiği söylenebilir.

ERP yazılımları lojistik faaliyetlerden başlayarak satın alma, muhasebe, finans, kalite yönetimi, stok yönetimi, üretim planlama, insan kaynağı planlaması, pazarlama, müşterilerle olan ilişkilerin yönetilmesi, teslimat gibi işletmelere rekabetçi avantajlar yaratabilecek birçok fonksiyonu entegre bir sistem haline getirmektedir. Bir başka deyişle ERP yazılımlarının en önemli özelliğinin organizasyonda etkin olduğu söylenebilir [2,4]. Süreçlerin en etkin ve verimli şekilde yönetilebilmesi organizasyonlar için önem arz etmektedir. Mükerrer iş tanımlamaları ciddi zaman kayıpları ve çıktıların alınmasında gecikmelere sebep olmaktadır. Girdilerin çıktılara dönüşmesinde faaliyet gösteren katma değeri yüksek adımlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında, katma değer yaratmayan adımların çıkarılmasıyla süreç iyileştirilmiş olur [7].

Bunun yanı sıra, İş Süreçleri Yönetimi (İng. "Business Process Management", BPM) kısa tanımı ile uçtan uca süreç yönetimidir. Var olan iş süreçlerinin tanımlanmasını, geliştirilmesini, takip edilmesini sağlayan yönetim sistemi bütünüdür. Elinizdeki kaynakları maksimum verimle kullanmanızı sağlar. İş süreç model ve notasyonu (İng., "Business Process Model and Notation", BPMN) olarak adlandırılan ve iş süreçlerinin tasarımında ve optimizasyon çalışmalarında ortak bir dil oluşturulması amacıyla geliştirilen iş süreçlerinin tanımlarının yapılmasını, yeniliklerin geliştirilmesini ve yönetimi için gerekli altyapıyı sağlayan çerçevedir.

BPMN, iş süreçlerini tarif etmek için grafik ve akış şemalarının görselleştirilmesinde de kullanılır ve organizasyonlar kendi iç ve dış süreçlerinin akışlarını detaylı şekilde anlamlandırabilen bu şemalar sayesinde daha kolay geliştirebilir. Görsel simgeler arasında ki ilişkiler ve süreçlerin ilerleyiş belirli kurallar sayesinde oluşmaktadır. Bu grafik tabanlı süreç modelleme sayesinde, iş birimleri arasındaki alışverişi ve kurumsal performansları ve verimliği modellenerek izah edilebilecek, problemleri analiz edilebilecek ve sorunlarının giderilmesinde verimlilik artışı sağlanabilecektir. Ayrıca bu şekilde kurum kendini tanıyabilir, yeni süreçleri uygulamadan önce simülasyona sokar veya değiştirebilir.

BPMN, Object Management Group (OMG) önderliğinde bugünkü hali olan BPMN 2.0.2 sürümüne ulaşmıştır. OMG kar amacı gütmeyen bir konsorsiyumdur (www.bpmn.org).

Makalede bu anlamda yenilikçi BPM'in organizasyonlar için sağlamakta olduğu avantajları irdelenerek, bu kapsamda oluşturulan yaklaşımlarını uygunlamış projelerin başarı hikayelerine yer verilmektedir.

2. KURUMSAL VERİMLİLİK ARAYIŞINDA BPM'İN KAZANDIRDIKLARI

Kurumsal süreçlerin belirli bir standarda göre modellenmesi prensibine dayanarak, bugün şirketler iş modellerini yeniden düşünmeye ve iş operasyonlarını dijital çağa uygun olarak dönüştürmek için kendi süreçlerini yeniden keşfetmeye başladılar. Karlılığın devamı ve dijital çağa ayak uydurmanın bir gerekliliği olarak şirketler iş süreçlerini modellemek için BPM yazılımlarına yönelmektedir. BPM, süreçlerin belirli kurallara göre modellenmesini ve modellenen süreçlerin gösterilmesini sağlayan bir standart olarak doğru yapılandırıldığında elde edilecek faydalar şu şekilde özetlenebilir:

- Maliyet etkinliği

BPM, ekipler arası iş birliğinin artırılması sonucu bütçesini aşmadan projelerin başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlayarak tasarruf sağlamaktadır [8].

- Çeviklik

Bulut tabanlı BPM çözümleri, kuruluşların, özellikle ön saflarda yer alan ekiplerinin zamanında karar vermelerini ve müşterilere tatmin edici bir şekilde hizmet etmelerini sağlayan ilgili bilgileri sağlar. Onlara güç veren süreçler kadar çevik olabilen BPM çözümleri açık bir avantajdır.

- Görünürlük

Bir şirket içinde görünürlük elde etmenin bir yolu, insanların etkili bir şekilde iş birliği yapmalarına, proje güncellemelerine, durum raporlarına erişmelerine ve dosya ve belgelerin gerçek zamanlı olarak paylaşmalarına olanak tanıyan bir platformdur. Bu sayede çalışanların, devam eden bir görev ya da projenin tam olarak neleri içerdiği konusunda herhangi bir kuşkuları bulunmaz.

- Müşteri Odaklı

Müşteri bilgisini ve iletişimini barındırmak için merkezi bir depoya sahip olmak, bir şirketin müşterilerinin ihtiyaçlarını en iyi şekilde analiz etmeye ve karşılamaya odaklanmasını sağlar. Bu şekilde, veri bütünlüğü bozulmadan korunur ve insanların çeşitli yerlerde bilgi aramak için değerli zamanlarını kaybetmesini önüne geçilmiş olur.

- Çalışan Memnuniyeti

BPM çözümleri, çalışanların memnuniyetine, iş netliği, şeffaflık, görünürlük, iletişim, iş birliği ve sonuçta başarılı bir proje yürütme konusunda yardımcı olmaları için katkıda bulunmaktadır. Hedeflerini bilen, işi konusunda bilgili ve eğitimli, herhangi bir zamanda istenmeyen iş sürprizleriyle yüz yüze gelmeyen çalışanlar, mutluluk ölçeğinde yüksek olanlardır. Mutlu çalışanlar üretken çalışanlardır ve çalıştıkları organizasyona daha bağlı olurlar [9].

- Verimlilik

Çalışanlar ne yapmaları gerektiğini, kendilerinden ne beklendiğini ve kendilerine atanan görevlerin genel projenin hedeflerine nasıl katkıda bulunduğunu bildiklerinde, etkin ve sorunsuz bir şekilde yürütülen görev ve projelerde aniden ortaya çıkan sorunlar tam ölçekli süreç felaketlerine dönüşmeden önce hemen tanımlanarak gerekli önlemlerin alınması kolaylaşır [9,10]. Ek olarak, çabalarının değerli olduğuna inanan üretken bireyler ve takım oyuncuları çalıştıkları yerde daha uzun süre kalmayı düşünürler [10].

- Sürekli Süreç İyileştirme Fırsatı

Bir BPM çözümüne sahip olmak, kuruluşların sürekli iş süreçlerini iyileştirmek için süreç darboğazlarını proaktif olarak tanımlamasına olanak tanır. Bunun arkasında anlık alınabilen raporlar ve anlık analizler bulunmaktadır. Böylece şirketi geride bırakabilecek süreç ve beceri boşlukları derhal tespit edilebilir.

[1] Tutarlılık

BPM çözümleri, doğru bilgi ve verileri doğru bir şekilde çalışanların erişimine açar, çünkü süreç bilgisi anlık olarak yetkili çalışanların erişimine hazır durumdadır.

- Daha İyi Performans İzleme ve Raporlama

Organizasyonel performansı sürekli iyileştirmek için performans izleme ve raporlama kusursuz olmalıdır. Raporlama ve analitik özellikler sayesinde başarı izleme ve boşluk belirleme, elektronik tablolara ve çok sayıda dosya ve belgeye göre çok daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

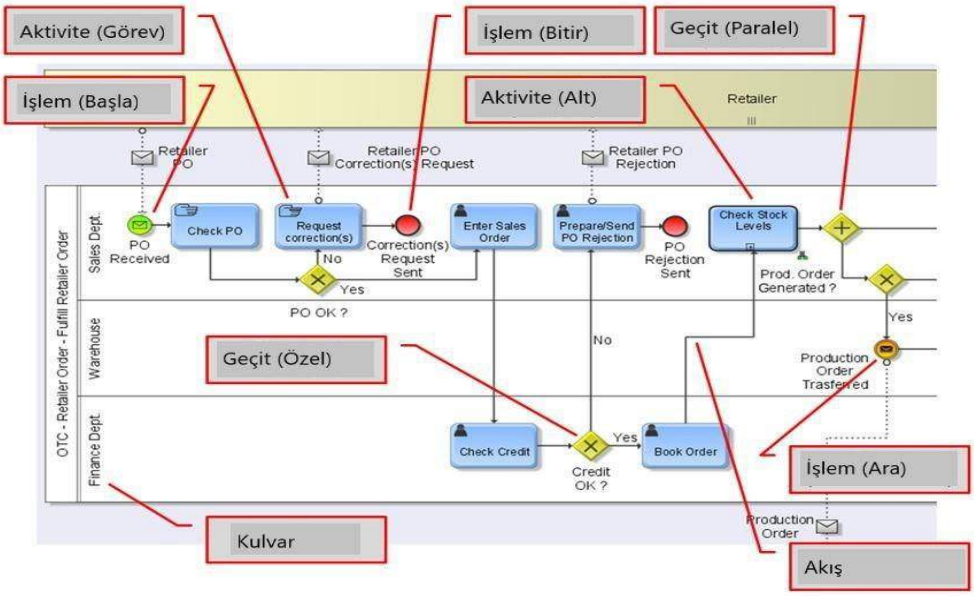
- Kontrol

Özellikle bulutta barındırılan bir BPM çözümü, yöneticilerin ve departmanların, bir proje (veya şirket) üzerinde daha bütüncül bir kontrol mekanizması oluşturmalarını sağlar. BPM çözümleri, sadece süreç iyileştirme alanında değil, şirketlerin değişime ve büyümelerini artırmalarına yönelik tekliflerinde, işletmeler için daha da hayati öneme sahiptir.

Küresel ekonomideki birçok zorluğa rağmen, işletmeler ve devlet kurumları genişleyen fırsatlar dünyasında faaliyet gösteriyor. "İşletme Modeli", sürekli değişen bu fırsatlara ve zorluklara yanıt olarak bir kurumun iç işleyişini görmenin ve geliştirmenin bilimsel bir yoludur.

3. BPM'İN UYGULANMASI VE GELİŞMİŞ İŞLETME MODELİ

BPM, iş ve ilgi teknolojileri için kurumun tüm boyutlarını (strateji, organizasyon, süreç, bilgi, iletişim ve teknoloji) kapsayan bir içerik üzerinde uçtan uca bir yönetim metodolojisi geliştirmek için uygun platform olabilir. Bunun önemli bir aşaması, entegre veri tabanı oluşturmaktan geçer. Böylece, tüm nesneleri ve bağlantıları görüntülemenizi ve yönetmenizi sağlayan özel bir modelleyici oluşturulmuş olur. Bu, belirli bir nesneyi seçerek ve komşuluk işlevini kullanarak diğer nesnelerle olan seçili ilişkilendirmeleri aşamalı olarak açıklayarak gerçekleştirme imkanlarını sağlar. Modeller doğaları gereği belirli bağlamlar içinde işletmenin bir perspektifini yansıtır.



Şekil 1 Tipik bir BPM iş Akışı

İdeal bir BPM çözümünün tüm veileri toplayıp, analiz ederken kapsamlı simülasyonları bu verilere bağlı olarak yorumlayabilmesinin de gerektiği bilinmektedir. Bunlar tüm iş akışı modelleri için benzersiz iş durumu senaryoları tanımlamak ve maliyet, zamanlama ve kaynak analizleriyle süreç simülasyonu gerçekleştirmek gibi önemli gereksinimleri sağlar Her süreç, sınırsız sayıda "ne olursa" (İng. "what if") analizine izin veren çoklu işlem senaryoları içerebilir.

Organizasyonların verimlilik konusundaki önceliklerini, iş yapma süreçlerinin optimizasyonunun dışında gerçekçi ve tanımlı modeller tarafından analizi de BPM özelliklerinin için de yer alabilir. Burada bilinen belli başlı modelleme ve kalite çerçevelerini analize referans olarak kullanmak doğrudur: Zachman, TOGAF, DoDAF, FEA, UML, RummlerBrache ve Six Sigma. Bunlara bağlı olarak Önceden oluşturulmuş referans modellerle değişik endüstrilerin bilinen problemlerinin daha kolay analizi sağlanabilir. Bunların arasında en tipik olanlar, finans, telekomünikasyon, ve tedarik zinciri sektörleri olmaktadır. Bu referans modeller, yayınlanan standartlara, endüstri uzmanlığına ve pratik deneyime dayanmaktadır.

BPM'in bir organizasyonun dijital dönüşümünde önemli rolü olabilir. Bunlar üç ana başlık altında inceleyebiliriz:

- Kurumsal Mimari Desteği

Stratejinin tanımlanarak, iyi uygulamaların (İng. "best practice") ve endüstri standartlarını kullanırken, işletmenin temel hedeflerine göre desteklerin oluşturulması ve bunların organizasyonun karar alma becerilerinde etkilerini ve iş üzerindeki ekonomik etkilerini incelemek için süreç faaliyetlerinden, uygulanabilir hizmet bileşenlerine doğrudan haritalama yoluyla sistemler ve teknoloji varlıklarından yararlanılır.

- İş Süreci Analizi Desteği

Sürecin detaylı modellenmesi için ana süreçlerin analizi ve tasarımı ile başlar. Kurumsal strateji, hedef ve yönlerden nasıl etkilendiğini ve onları nasıl desteklediğini ve organizasyonel etkileşimlerin anlaşılması, organizasyon kaynaklarını en üst düzeye çıkaran verimlilik için tasarımla sonuçlanır. Bunların üzerinde simulatörler ile süreç performansları analiz edilir.

- Kolay Kullanılabilirlik

Bilgi paylaşımının organizasyon içinde değişik düzeylerde ve kapsamda oluşturulabilmesi için süreçleri ve ilgili bileşenleri tüm kuruluş için erişilebilir olan yapıda bütünleştirmek, işlevsellik ve kolay kullanım esaslarında önceliklendirmek yoluyla kapsamlı raporlama sağlanır.

Bu biçimde müşterilerin işletme varlıklarını ve ilişkilerini tanımlayan modellerle iş stratejilerini ve operasyonel hedeflerini başarılı bir kurumsal değişime dönüştürmelerinde BPM önemli rol oynar. İş süreçlerii ve organizasyonel etkileşimleri belgelemek ve analiz etmek için süreç haritalama yetenekleri tüm iş ve işlem modelleri ile kullanılabilir. Oluşturulan iş modellerini beslemek için istatistiksel olarak doğru süreç parametreleri elde etmek gerekmektedir. Gerçek süreç verilerini ve aynı zamanda mevcut durumların nedenleri ve etkileri ile oluşan koşulların sıklığını inceleyebilme fırsatı oluşmuş olacaktır.

4. BPM'İN UYGULAMALARI VE BAŞARILI VAKALARA BAKIŞ

4.1 Uluslararası bir firma müşteri deneyimi ile marka sadakatini artışı

Büyük bir uluslararası müşteri tabanına sahip uluslararası bir ana marka, marka sadakati ile ilgili zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Şirket, müşteri memnuniyetini sağlamak ve sorunsuz çok kanallı müşteri hizmetleri ile marka sadakatini artırmak için çalışmalar yaptı ve çok kanallı müşteri iletişimi, müşteri çeklerinin hızlıca ödenmesi için sayısallaştırılması ve hata analizi için self servis fonksiyonu sağlayan BPM tabanlı bir çözüm oluşturdu. Geliştirilmiş müşteri deneyimini elde etmenin yanında şu sonuçlar alındı: Müşteri iletişimini öngörerek müşteri hizmetleri temsilcilerine ilgili hizmetlerle ilgili ön bilgilendirme yapılması, ilk görüşmede çözüme ulaşmanın % 65 artırılması, müşteri ile iletişimin % 15 azaltılması

4.2 BPM çözümü, daha düşük maliyetlerle daha yüksek operasyonel verimlilik elde edilmesi

Ağ donanımları konusunda uzmanlaşmış bir teknoloji firması, senkronize olamayan bazı hizmet süreçleri nedeniyle optimal işletim verimliliğini yakalayamadı. İşletme maliyetlerini azaltan bir çözümle verimliliği artırmayı amaçladı. BPM, vaka yönetimi özelliklerinin servis isteklerinin akıllı

yönlendirilmesini, akıllı izleme mekanizması ve müşteriler için otomatik "bana haber verin" mekanizması içerdiği BPM tabanlı bir çözüm geliştirdi. Sonuç, aşağıdakilere bağlı olarak verimliliği artırdı: Hizmet taleplerinin daha hızlı ve doğru yürütülmesi, düşük operasyon maliyetleri

4.3 Karlılığı arttırmak için yeni bir iş modeli

Önde gelen kredi kartı şirketlerinden biri, yüksek değerli müşterileri daha hızlı bir şekilde çekmeyi ve kartlarının anında çıkartılmasını istedi. Daha yüksek kârlılığa az maliyetle ulaşılmasına yardımcı olacak yeni bir iş modeli için şirketin iş süreçlerini tanımlayan, akıcı hale getiren ve kart kabartma makineleriyle etkin entegrasyon sağlayan bir BPM tabanlı sistem uygulandı. Böylece, pazarlama işlemleri süresi 10 günden 10 dakikaya düşürüldü, üstün müşteri deneyimi (müşteriler içeri girer, başvuruda bulunur ve kartla çıkabilir) sağlandı.

4.4 Dijitalleşme yoluyla daha yüksek müşteri memnuniyeti

Bir Avrupa yemek ve şekerleme devi, daha iyi müşteri memnuniyeti için müşteri hizmetlerinin verimliliğini arttırmak istedi. Çağrı merkezi acenteleri tarafından daha etkin vaka yönetimi için müşteri hizmetlerini sayısallaştırmak üzere yola çıktı. Gerçek zamanlı performans izleme, yönetim ve raporlama sağlamak için kapsamlı analitik işlevselliği ile BPM tabanlı bir çözüm geliştirildi. Elde edilen sonuçlar: tüm tüketici sorunları için tek temas noktası, bilgi teknolojileri katılımı olmaksızın farklı ülkelerde yeni çağrı merkezleri ekleme olanağı sağlayarak maliyetten kaçınma imkanı.

4.5 İş süreci otomasyonu ile verimliliği artışı

Bir Avrupalı spor giyim ve giyim eşyası, pazarlama departmanlarının karmaşık manuel süreçlerinin otomasyonu gerekiyordu. Şirket, sadeleştirme ve verimliliği arttırmak için dahili platformlarını dijital hale getirmek üzere BPM kurma kararı aldı. Karmaşık bağımlılıkları yönetmek ve farklı sistem temas noktalarını izlemek için vaka yönetimi özelliklerine sahip bir BPM platformu sağladı. Bu çözüm, tedarik zincirinden bir milyondan fazla e-postayı ortadan kaldırmaya ve böylece genel üretkenliği artırmaya yardımcı oldu.

4.6 BPM çözümü ile banka hesapları için sürekli gerçek zamanlı risk izleme

ABD merkezli büyük bir banka, kredileri doğru şekilde izleme konusunda her gün yanlış pozitif sonuç veren zorluklarla karşı karşıya kaldı. Agregasyon mantığındaki hataları ortadan kaldırmak ve hızlı ve çok yönlü büyümeyi desteklemek için kurulan BPM ile risk izleme mekanizmasını geliştirmek üzere gelişmiş teminat yönetimini destekledi ve "konsantrasyon modeli" gibi yöntemler kullanarak, risklerin proaktif bir şekilde tanımlanmasını sağlandı. Böylece, hesaplar için sürekli gerçek zamanlı risk izleme imkanı oluştu, esnek ve gelişmiş teminat yönetimi desteği sağlandı ve risk altındaki hesaplar için uzatılmış kredi limitlerinin proaktif olarak azaltılması fırsatı değerlendirildi.

4.7 Ürünlerin piyasaya sürülme süresinin kısalması ve sipariş verme verimliliği

Büyük bir müşteri tabanına sahip lider bir telekomünikasyon sağlayıcısı, karmaşık sipariş yönetimi sürecinde sipariş vermeyle ilgili hatalar ve istisnalar yaşıyordu. Şirket, iyi entegre edilmiş bir sistemde süreçlerini basitleştirmelerine yardımcı olmak için satış, teknik provizyon ve faturalandırma sistemlerinin entegre edildiği tek bir sipariş yönetim sistemindeki süreçleri tanımlamaya ve düzenlemeye yardımcı olmak için BPM tabanlı bir çözüm geliştirdi. Çözüm sonucunda: müşterileri için pazara çıkış döngüsünde yüzde 20 azalma ve sipariş verme hatasında yüzde 50 azalma sağlandı.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Rekabet şartlarının hızla değiştiği ve gittikçe ağırlaştığı günümüz pazar şartları karşısında, işletmeler sundukları ürün ve hizmetleri doğru zamanlama, minimum maliyet, istenilen miktar ve maksimum hizmet kalitesi ile müşterilerine ulaştırarak hedefledikleri pazar payı, verimlik ve dolayısıyla kârlılıklara ulaşabilmektedirler. Bu durum işletmelerin, tedarik, üretim, dağıtım ve satış sonrası hizmet operasyonları bağlamında değer zincirine daha çok odaklanmalarını ve bunları bir bütün halinde ele almalarını gerektirmektedir.

Değer zinciri bağlamındaki faaliyetler yürütülürken bu faaliyetlerin etkin ve entegre bir süreç olarak algılanması ve faaliyetlerin bu çerçevede planlaması ve yürütülmesi işletmeler açısından rekabetçi bir avantaj sağlamaktadır. Dolayısıyla değer zinciri faaliyetlerinin etkinliğinin artırılmasında ERP ve bununla bütünleşik olarak BPM yazılımlarının kullanılması bu faaliyetleri entegre bir süreç haline getirmektedir.

Süreç yazılımları kullanmak işletme performansı üzerindeki etkisini incelemek değerlendirmek tekrara erden işlerin döngü dışına alınması başta performans olmak üzere birçok anlamda fayda sağlar. Süreçlerin çıkartılması aynı zamanda geliştirilecek uygulamalarda son kullanıcının fikrinin de tam anlamıyla alınmasını bunun da ortak bir dil üzerinde olmasını sağlar. Günümüz değişkenleri enteğrasyonu başarının temel şartı olarak görmektedir. Bunun yoluda ortak aklın ve dilin kullanılmasıyla kısalır ve kurumsal faydalara dönüşür.

Hem operasyonel hem de yönetimsel süreçlerin verimliliğini arttırmak, buna bağlı olarak müşteri memnuniyetinin, ve hızlı iyileşmenin sağlanması süreç odaklı bir çalışma yani süreç yönetimi yaklaşımı ile mümkündür. İş analistlerinden bilgi teknolojileri profesyonellerine kadar herkesin anlayacağı ortak dilde süreçlerin tanımlanması, analiz edilmesi ve üretilmesi gerekir.

KAYNAKÇA

[1] Beheshti, H.M., Beheshti, C. M., (2010). Improving productivity and firm performance with enterprise resource planning. *Enterprise Information Systems* 4(4), 445-472.

[2] Bohorquez, V., Esteves, J., (2008). Analyzing SMEs Size as a Moderator of ERP Impact in SMEs Productivity. *Communications of the IIMA* 8(3) , Article 7.

[3] Hitt, L.M, Wu, D.J., Zhou, X., (2014). Investment in Enterprise Resource Planning: Business Impact and Productivity Measures. *Journal of Management Information Systems* 19(1), 71-98.

[4] Aral, S., Brynjolfsson, E., Wu, D. J. (2006). Which Came First, it or Productivity? Virtuous Cycle of Investment and Use in Enterprise Systems. *SSRN: (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract-Id=942291).*

[5] Vathsala, W., Vathsala G., (2010). Critical elements that discriminate between successful and unsuccessful ERP implementations in Sri Lanka. *Journal of Enterprise Information Management* 23(4), 466-485.

[6] Snider, B., Silveira G.J.C., Balakrishnan, J., (2009). ERP implementation at SMEs: analysis of five Canadian cases. *International Journal of Operations & Production Management* 29(1), 4-29.

[7] Motwani, J., Subramanian, R., Gopalakrishna, P. (2005). Critical factors for successful ERP implementation: Exploratory findings from four case studies. *Computers in Industry* 56(6), 529-544.

[8] Benner, M. J., Tushman, M. (2002). Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries. *Administrative Science Quarterly* 47(4).

[9] Bolino, M.C., Turnley W. H., (2017). Going the extra mile: Cultivating and managing employee citizenship behavior. *Academy of Management Perspectives* 17(3).

[10] Powers, E. L., (2000).Employee loyalty in the new millennium. *Advanced Management Journal- Corpus Christi* 65(3), 4-8.

Dijital Dönüşüm ve Değişime Hazır Olma Durumunu Etkileyen Faktörler: Üniversite Öğrencilerine Yönelik Bir Uygulama

Ezgi Yıldırım Saatçi[1], Ceyda Ovacı[2], Elçin Yeşil[3]

[1]İşletme Bölümü,Okan Üniversitesi Tuzla Kampüsü, İstanbul, Türkiye

[2]İşletme Bölümü, Okan Üniversitesi Tuzla Kampüsü, İstanbul, Türkiye

[3]İşletme Bölümü, Okan Üniversitesi Tuzla Kampüsü, İstanbul, Türkiye

ezgi.saatci@okan.edu.tr ,ceyda.ovaci@okan.edu.tr ,elcin.yesil@okan.edu.tr

ÖZET

Teknolojik gelişmelerin ışığında işletmelerin ve bireylerin bir değişim döngüsü yaşadığı görülmektedir. Özellikle insan kaynağının yaşanan değişimlere yönelik tutumlarının ve algılarının zaman içerisinde farklılaşması ve bunun da adaptasyon sürecine etkisi olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada geleceğin iş gücünü oluşturacak gençlerin dijital dönüşüme hazır olma durumları ve değişim ile ilgili diğer faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması sonucu elde edilen değişkenlere ilişkin ölçme aracı geliştirilerek üniversite öğrencilerine uygulanmış ve elde edilen veriler analize tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda gençlerin dijitalleşme hazır olma durumları yüksek olduğu ve teknoloji kullanma konusunda özyeterliliğe sahip oldukları sonucu elde edilmiştir. Teknolojik gelişmelere olan ihtiyaçlarının olduğu ve bu değişimden genel anlamda zarar görmeyecekleri yönünde bulgulara erişilmiştir. Bu bulgular gelecek dönemlerde iş hayatında teknoloji ve insan birlikteliğinin daha verimli ve etkin sonuçlar vereceği yönünde ilk ipuçlarını vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Değişim Yönetimi, Hazır Olma, Endüstri 4.0

ABSTRACT

In the light of technological developments, both firms and people are facing a change cycle. Especially at the human resources level, perception and attitudes toward those changes can be considered shifting through time and effective on the process of digital adaptation. Accordingly, in this research, university students' -as future workforce- readiness level of digital transformation and perception of digital change are intended to be depicted. The scale is developed based on the factors identified within literature survey and applied to university students for the analysis of data obtained. Based on the sample, the analysis results indicate that youngsters are seen to be highly ready for digitalization and have self-efficacy for technology use. Similarly, they have needs for technological developments and perceive low-level of risk imposed from these changes. Therefore, these results give hints and hopes for the better future integration of human-technology in the era of Industry 4.0.

Key Words: Digital Transformation, Change Management, Readiness Level, Industry 4.0

1. GİRİŞ

1900'lerde ilk sanayi devrimiyle başlayan değişim ve 2000'lerde teknolojinin hızla yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan olanaklar sosyal ve küresel dünyadaki değişimlerle birlikte iş dünyasında da katalizör görevi görmeye başlamıştır. Dijitalleşme, hem kelime anlamı olarak hem de özümsenen bir süreç olarak daha sık gündeme gelmekte, Türkiye'de de gerek ulusal seviye de varlıklarını sürdürmek gerekse uluslararası rekabette yer edinmek için KOBİ'ler dâhil dijitalleşme entegrasyonlarına ağırlık veren firmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bütün bu çalışmalar, yeni teknolojilerin kullanılmasına yönelik yatırımların gerçekleşmesi, süreçlerin tasarlanması dijital olgunluk seviyelerinin yükseltilmesine yönelik olup, dijital dönüşümde çalışan katılımını sağlayacak politikaların geliştirilmesi halen başlangıç seviyesinde olup kritik önem taşımaktadır. Bu doğrultuda dijital dönüşümde "teknoloji" faktörünün yanı sıra "insan" faktörünün de detaylıca irdelenmesine

ihtiyaç duyulmaktadır. Dijitalleşmeye karşı -hazır olma ve kabullenme algısının- ölçümlenmesi ve müteakip stratejilerin bu doğrultuda geliştirilmesi hem akademik hem de teorik uygulamalar için "dijital dönüşümde insan faktörü" kapsamında bir temel oluşturmaktadır.

Örgütsel değişim ve değişim yönetimi ile bir bütün olarak görülebilecek bu çalışmada; hali hazırda iş gücüne katılan veya katılma aşamasında olan üniversiteli gençlerin dijitalleşme ile ortaya çıkan yeni teknoloji ve süreçlere karşı hazır olma durumu ve bu durumda algılanan değişimi kabullenme seviyeleri araştırılmıştır. Üniversiteli gençler; günümüz teknolojilerine karşı alışkanlık ve teknolojik okur-yazarlık düzeyleri de göz önüne alındığında Endüstri 4.0'ın olgunluk düzeyinde yer alacak aktörler olması sebebi ile ayrıca önem taşımaktadır. Dijital dönüşümdeki "teknoloji" gelişimini sağlayan ve " insan" faktörünü de kapsayan grup olması sebebi ile gençlerin insan kaynağı olarak değişime hazır olma durumunu etkileyen faktörlerin tespiti ve dönüşümü kabullenme durumlarının analizi yapılmaktadır.

Çalışmanın özgün değeri öncellikle; örgütsel değişime hazır olmaya ilişkin literatürde geliştirilen ölçeklerin derlenmesi ile dijital değişimde kullanılabilecek bir ölçüm aracının uygulanmasıdır. Bu ölçek çalışması ile dijitalleşme sürecinde değişen insan rolünün tanımlanmasına yönelik gelecekte beklenen yetkinliklere, iş tanımlarına, çalışma koşullarına yönelik alt faktörleri sunmak hedeflenmektedir. Bununla ilişkili olarak bir sonraki aşamada da insan kaynağının dijital dönüşümü kabullenme ve hazır olma sürecine ilişkin çözüm yöntemi geliştirilmesi özelinde çalışmalara öncüllük etmesi beklenmektedir.

Çalışma kapsamında, dijital dönüşüm ve değişim yönetimine ilişkin literatür çalışmasını takip araştırma metodolojisi, analiz ve sonuçlar bölümü yer almaktadır.

2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE DEĞİŞİM YÖNETİMİ

Küreselleşen dünyada verimliliği arttırmanın ve rekabet avantajı elde etmenin kurallarının yeniden belirlendiği ve çerçevelendirildiği paradigmal bir değişim yaşanmaktadır[1] Teknolojik ilerlemelerin istikrarlı olarak seyrettiği küresel mecrada işletmelerin entropiye uğramamaları için yeniliği adapte etmeye çabaladıkları bir değişim döngüsü oluşturmaları gerekir. İşletmelerin köklü değişiklikleri düzenli zaman aralıkları ile tertiplemesi ve uyumlandırması, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmelerinde etkin rol oynamaktadır. Verilerin sayısallaştırılması anlamına gelen dijitalleşme; bilgiye erişimi ve bilginin veriye dönüşümünü radikal bir şekilde değiştirmektedir [2]. Bu kavramın yarattığı değişimi doğru bir şekilde yönetmenin önemi değişim yönetimi kavramını da beraberinde gündeme oturtmaktadır.

Değişim, genel olarak "olduğundan farklı bir düzeye taşınan bir şeyin ifadesi" olarak tanımlanır [3] Çınar (2005) değişimi, bulunduğu halden başka bir hale geçme süreci olarak özetler. Değişim işletmelerin amaçlarını gerçekleştirmeleri için gereklidir. İşletme çevresi kendisi ile uyum sağlamayan işletmeleri yok eder. Bu nedenle işletmelerin gerçekleşen hızlı değişimleri yanıtsız bırakmaması, kendini çevreye veya yeterli gücü bulursa çevreyi kendisine uyumlu hale getirmesi gerekir. Bir süreç olarak tanımlanan değişimin yönetilmesi gerekir. Değişim sürecinde değişimin gerekliliklerinin ortaya çıkarılması, tanımlanması sonrasında bu sürecin planlanması ve uygulanması yer alır. Bu durum değişim yönetimini gerekli kılar[4] .Yönetim, örgütsel düzenin amaçlarının gerçekleştirilmesi için var olan üretim kaynaklarının etkili ve verimli olarak kullanıldığı süreçtir. Yönetim değişim gösteren sürece ayak uydurmak için analiz, plan ve uygulama aşamalarını takip eder [5].

Değişim yönetimi; adaptasyonun bilinçli ve planlı olarak uygulanması sürecidir[6] . Şahin'e (2011) göre değişim yönetimi; değişimin hızla bir şekilde gerçekleştiği bir ortamda sürdürebilirliği sağlamak ve rekabet üstünlüğü elde edebilmek için işletmenin yenilenmeyi sağlaması, değişimin beraberinde getirdiği fırsatların getirilerini değerlendirmesi ve yeniden örgütlenerek uygun stratejinin belirlenmesi işidir[7]. Tekin ve arkadaşları (2007) değişim yönetimini işletmeyi sürekli değişim içindeki çevre koşullarına adapte etme ve bu koşullar ile paralel tutma süreci olarak tanımlar[8]. Başka bir deyişle değişim yönetimi örgütte uygulanması planlanan stratejilerin örgüt üyelerince doğru algılanması amacıyla değişim ve stratejiler arasındaki ilişkiyi dengeleme sanatıdır [9](Çetin, 2008). Sağlıklı bir değişimin sürecinin yaşanabilmesi işletme amaçlarını gerçekleştirmek için belirlenen stratejileri uygulananlar ile değişim sürecini yönetenler arasındaki iletişimin doğru bir şekilde yönetilebiliyor olmasına bağlıdır [10]

Dijital dönüşüm ile işletmeler yeni nesil üretim teknolojilerini iş süreçlerine entegre ederek değişime yönelik ilk adımlarını atmaktadırlar. Bu süreç hem teknolojik altyapının operasyonel iyileştirmelere olanak verecek şekilde güçlendirilmesini hem de çalışanların nitelikli birer işgücü olarak sürece katılımı ile tamamlanabilecektir. Ancak kurumlarda dijitalleşmeye yönelik yapılan yatırımların, tasarım ve beceri geliştirme faaliyetlerine yönelik işgücünü oluşturan bireylerin süreci nasıl yorumladığına ilişkin çalışmalara yer vermek gerekmektedir[11]. Oysaki genel olarak dijital olgunluk seviyelerinin belirlendiği ve bunları iyileştirme ile ilgili olarak eylem planlarının yapıldığı görülmektedir[12].Değişimin gerek işletmeler için gerekse bireyler için bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

Dijitalleşmenin kapsadığı değişime hazır olma, yönetilecek sürecin başarısı için kritik öneme sahiptir. Değişime hazır olma bireylerin bu dönüşümü kabul etme veya reddetme durumları hakkında bilgi sahibi olmada önemli bir bakış açısı sağlamaktadır. Elbette kişisel bazı değişkenlere bağlı olarak değişime yönelik olumlu veya olumsuz tutum geliştirilmesi mümkündür. Ancak değişimin önünde engel teşkil edebilecek bu tutumların ve hazır olma durumunun önceden tespiti olumsuzluklara yönelik proaktif stratejiler geliştirilebilmesine imkân sağlayacaktır [13].

Değişime yönelik hissedilen ihtiyacın bireylerin değişimi kabullenmesi üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir. Değişimin çeşitli nedenlere bağlı olarak gerekli görülmesi bireylerin bu süreçte değişimi anlamlandırmak için bir dayanak noktası oluşturmalarını sağlamaktadır. Benzer şekilde değişime yönelik öz yeterlilik de bireylerin değişimin beraberinde getirdiği farklılıkları uygulayabilecek yetenekleri olup olmadığına yönelik öz değerlendirmelerinde etkilidir. Eğer birey değişim ile birlikte farklı yeteneklere ihtiyacı olacağına dair bir şüpheye düşmesi durumunda olumsuz tutum geliştirmesi ihtimali oluşabilir. Ancak birey yetenekleri konusunda özgüvene sahip olduğu durumlarda değişme karşı direnç göstermemesi beklenmektedir [14].

Teknoloji ile ilgili bir diğer unsur bireylerin demografik özelliklere göre kullanım alışkanlarında ve algılarında farklılıklar olduğu varsayımıdır [15]. Öyle ki nesiller arasındaki farklar teknolojiye yönelik tüketim davranışlarına da yansımaktadır. Yapılan araştırmalar tüketicilerin satın alma tercihlerinde teknolojik araçlara artan oranda pay ayırdıkları sonucunu göstermektedir [16] Bireylerin hem iş hayatında hem de tüketici olarak üstlendikleri roller gereği teknoloji ile olan birlikteliklerini pekiştirir niteliktedir. Bu nedenle bu araştırmada gençlerin teknolojik değişime ilişkin algılarını etkileyen değişkenler belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. Araştırma Metodolojisi

Bu araştırmada dijital dönüşüm sürecinde yaşanan değişime yönelik gençlerin algılanan hazır olma durumu ve bunu etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bireylerin teknoloji kullanma, teknolojiye erişim, kullanım becerisi gibi konularda birbirinden farklı eğilimler içerisinde olması değişime hazır olma durumlarında farklılıklar yaratacağı varsayılmaktadır. Bu doğrultuda araştırma sorusu "Bireylerin dijitalleşme sürecine hazır olma algısı nedir? Bu değişime etkili diğer faktörler neler olabilir?" şeklinde belirlenmiştir.

Değişim sürecinde bireylerin hazır olma durumunda etkili olabilecek faktörler çeşitlendirilebilir. Ancak yapılan diğer araştırmalardan yola çıkarak bu araştırmada aşağıda belirtilen değişkenler ölçümlenmiştir[13, 14].

Hazır olma: Teknolojik değişimi destekleme, yeniliklere açık olma, deneme eğilimi, memnuniyet verici bulma durumunu ifade etmektedir.

Değişim ihtiyacı: Dijital dönüşüm sürecinin başlatılması, adaptasyonun gerekliliği, sağlayacağı faydalara ilişkin beklentiler nedeniyle değişimin bir ihtiyaç olarak değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Özyeterlilik: Teknolojik değişimde kişisel yetenek ve yetkinliklerin tatmin edici olup olmadığına yönelik algıyı kapsamaktadır.

Algılanan Zarar: Dijital dönüşümün riskli olması, endişe yaratması, kafa karıştırıcı olmasına yönelik algılanan olumsuz yönlerini kapsamaktadır.

Araştırmanın hipotezleri de aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

H_1: Dijital dönüşüme hazır olma durumu ile algılanan değişim ihtiyacı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_2: Dijital dönüşüme hazır olma durumu ile özyeterlilik arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_3: Dijital dönüşüme hazır olma durumu ile algılanan zarar arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Belirlenen değişkenler doğrultusunda bireylerin hazır olma durumunu ve diğer değişkenlere ilişkin değerlendirme yapabilmek üzere yapılandırılmış soru formu oluşturulmuştur. Soru formunda yer alan ölçekler literatürdeki diğer çalışmalardan uyarlanmıştır. Kwahk ve Lee (2008) tarafından geliştirilen hazır olma ölçeği, Holt, Armenakis, Field ve Harris (2007) tarafından geliştirilen değişim ihtiyacı, özyeterlilik ve algılanan zarar ölçeği kullanılmıştır[13, 14]. Oluşturulan ölçek havuzunda kapsam geçerliliği ve yapı geçerliğinine uygunluğunu test etmek amacıyla uzman paneli gerçekleştirilmiştir. Sonrasında öntestin gerçekleştirilebilmesi için pilot uygulama yapılmıştır.

3.2 Araştırma evreni ve örneklem

Araştırma evrenini Okan Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesinde öğrenim görmekte olan 1200 öğrenciden oluşturmaktadır. Basit tesadüfi örneklem yöntemi kullanılarak araştırma yapılacak evreninin heterojenliğini temsil eden örneklem sayısına erişilmiştir. 0.05 anlamlılık düzeyinde ve 0.05 örnekleme hatası ile örneklem sayısı 278 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1 Araştırma Örneklem Hesaplama

Evren	+- 0.03 örnekleme hatası (d)			+-0.05 örnekleme hatası (d)			+-0.10 örnekleme hatası (d)		
	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7
100	92	87	90	80	71	77	49	38	45
500	341	289	321	217	165	196	81	55	70
750	441	358	409	254	185	226	85	57	73
1.000	516	406	473	278	198	244	88	58	75
2.500	748	537	660	333	224	286	93	60	78
5.000	880	601	760	357	234	303	94	61	79
10.000	964	639	823	370	240	313	95	61	80
25.000	1023	665	865	378	244	319	96	61	80
50.000	1045	674	881	381	245	321	96	61	81
100.000	1056	678	888	383	245	322	96	61	81
1.000.000	1066	682	896	384	246	323	96	61	81
100.000.000	1067	683	896	384	245	323	96	61	81

***Kaynak**: Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan,S. (2007). SPSS uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Ankara:Detay Yayıncılık*

Araştırma için gerekli veriler toplandıktan sonra değişkenleri tespit etmek amacıyla SPSS paket programı ile faktör ve güvenilirlilik analizleri yapılmıştır.

Değişkenlere ilişkin faktör analizinden önce ölçek maddelerine yönelik güvenirlilik analizi yapılmıştır. Bunun için maddelerin Cronbach Alpha değerlerine bakılmış ve maddeler arası homojenliğin sağlanıp sağlanmadığı test edilmiştir. Buna göre Cronbach alpha katsayıları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

TABLO 2 Ölçek Güvenilirlik Analizi

Ölçek Maddesi	Madde Sayısı	Cronbach Alfa Katsayısı
Hazır Olma	7	,825
Değişim ihtiyacı	3	,665
Özyeterlilik	6	,461
Algılanan Zarar	6	,807

Tüm katsayılar incelendiğinde kabul edilebilir sınır değerlerde olduğu maddelerin tutarlı ve güvenir olduğunu göstermektedir.

3.3 Açımlayıcı Faktör Analizi

Araştırmada değişkenleri ortak özelliklerine göre ilgili maddenin altında sınıflandırılabilmesi için faktör analizi yapılmalıdır [18]. Bu analiz yönteminde faktörlerin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan asal bileşenler analizi faktörleşme yöntemi olarak kullanılmıştır. Ayrıca faktörlerin daha kolay yorumlanmasını sağlamak amacıyla da Varimax faktör dönüştürme yöntemi kullanılmıştır.

Faktör dağılımından önce verilerin analize uygunluğunu belirlemek için Bartlett küresellik testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi yapılmıştır. KMO değerinin 0,60 üzerinde ve Barttlet testinin istatiksel olarak anlamlı ($p \leq 0,05$) olması gerekmektedir[18]. Veri setinin söz konusu değerlerine bakıldığında KMO değerinin ,775 ve Barttlet test değerinin 1280,124 olduğu bunun da analize uygunluk için yeterli olduğunu göstermektedir.

Faktör analizi sonucunda dijital dönüşüme hazır olma ve buna etki eden değişkenlere ait 22 maddenin 4 alt boyutta toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu alt boyutların toplam varyansın %54,894'ünü açıkladığı görülmektedir. Özyeterliliğe ilişkin 3 ölçek maddesi ve hazır olmaya ilişkin 2 madde gerekli faktörlerin altında toplanmadığı için analiz dışı bırakılmıştır.

Tablo 3 Faktör Analizi Sonuçları

		FAKTÖRLER		
	Algılanan Zarar	**Hazır Olma**	**Değişim İhtiyacı**	**Özyeterlilik**
TechdegalgilananzararM1	,795			
TechdegalgilananzararM2	,789			
TechdegalgilananzararM3	,766			
TechdegalgilananzararM4	,668			
TechdegalgilananzararM5	,633			
TechdegalgilananzararM6	,612			
TechdeghazirolmaM1		,776		
TechdeghazirolmaM2		,757		
TechdeghazirolmaM3		,721		
TechdeghazirolmaM4		,666		
TechdeghazirolmaM5		,655		

TechdegihtiyaciSM1			,796	
TechdegihtiyaciSM2			,748	
TechdegihtiyaciM3			,720	
TechdegozyeterlilikM1				,765
TechdegozyeterlilikM2				,753
TechdegozyeterlilikM3				,483
Özdeğer (Eigen Value)	20,979	18,269	8,650	6,997
Açıklanan Varyans	18,261	15,960	10,782	9,892
KMO Testi:	0, 775			
Bartlett Testi	**χ2: 1308,914**			

Faktör analizi sonuçlarına ilişkin değerler yukarıdaki tabloda özetlenmiştir. Faktör yüklerinin 0,483 ile 0,789 değerleri arasında olduğu bu da kabul edilen değer olan 0,32'nin üzerinde olması nedeniyle faktörlerin anlamlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Maddelere ilişkin özdeğerler incelendiğinde 1'in üzerinde değerler olması nedeniyle anlamlı olduğunu kanıtlamaktadır.

3.4 Hipotez Testi

Araştırma hipotezlerinin testi için korelasyon analizden yararlanılmıştır. Hipotezlerde dijital dönüşüme hazır olma durumu ile diğer faktörlerin arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Tablo 4 Teknolojik değişime hazır olma durumu ve algılanan özyeterlilik Korelasyon tablosu

		Hazır Olma	Özyeterlilik
Teknolojikdeğişimehazırolma	Pearson Correlation	1	,332**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	282	282
Teknolojikdeğişimdealgilananozyeterlilik	Pearson Correlation	,332**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	282	282
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

Yapılan korelasyon analizinde bireylerin dijital dönüşüme hazır olma durumu ile değişime yönelik algıladıkları özyeterlilik arasında anlamlı bir ilişki olduğu (p= 0,00 < 0,01) sonucu elde edilmiştir. Korelasyon katsayısının ,332 olması değişkenler arasındaki ilişkin pozitif ve zayıf olduğunu göstermektedir. Bu nedenle H_1 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 5 Teknolojik Değişime Hazır Olma Durumu ve Algılanan Değişim İhtiyacı Korelasyon Tablosu

		Hazır Olma	Algılanan İhtiyaç
Teknolojik değişime hazır olma	Pearson Correlation	1	,265**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	282	282
Teknolojik değişim algılanan ihtiyac	Pearson Correlation	,265**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	282	282
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

Bireylerin dijital dönüşüme hazır olma durumu ile algılanan değişim ihtiyacı arasında anlamlı bir ilişki olduğu (p= 0,00 < 0,01) sonucu elde edilmiştir. Korelasyon katsayısının ,265 olması değişkenler arasındaki ilişkin pozitif ve zayıf olduğunu göstermektedir. Bu nedenle H_2 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 6 Teknolojik Değişime Hazır Olma Durumu ve Algılanan Zarar Korelasyon

		Hazır Olma	Algılanan Zarar
Teknolojik degisime hazirolma	Pearson Correlation	1	,027
	Sig. (2-tailed)		,646
	N	282	281
Teknolojik degisim alginan zarar	Pearson Correlation	,027	1
	Sig. (2-tailed)	,646	
	N	281	281

Bireylerin dijital dönüşüme hazır olma durumu ile değişime yönelik algılanan zarar arasında anlamlı bir ilişki olmadığı (p= 0,646 >,001) sonucu elde edilmiştir. Bu nedenle H3 hipotezi reddedilmiştir.

4. SONUÇ

Bu araştırma bireylerin dijital dönüşüme yönelik algılanan hazır olma faktörü ve değişimde etkili olabilecek diğer faktörlerin tespiti amacına yönelik gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda dijital dönüşüme etkilediği öngörülen değişkenlerin 4 alt boyuttan oluştuğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılanların teknolojik değişime hazır olma düzeylerinin yüksek olması (Ortalama: 3,85) değişimin sorunsuz bir şekilde gerçekleşmesi için önem arz etmektedir. Öte yandan bireyler teknolojik değişimin taşıdığı riskler, zarar veya endişe hissetmeye yönelik algıları orta seviyede olduğu görülmektedir. Bu da araştırmanın gençler üzerinde uygulanması ile açıklanabilir. Teknolojiye yönelik hissedilen özyeterlilik seviyesinin de yüksek olduğu (Ortalama 3,80) tespit edilmiştir. Gençlerin teknolojiye olan yatkınlıkları göz önünde bulundurulduğunda elde edilen sonucun anlam kazanması sağlanabilir. Yaşamlarının büyük bir kısmında teknolojiyi adapte etmiş olmalarına rağmen halen dijitalleşmeye olan ihtiyaca vurgu yapılmıştır. Mevcut teknolojilerin gençlerin teknolojiyi kullanma özyeterliliklerinin yüksek olması nedeniyle hızlı ve kolay bir şekilde kullanılması onların daha hızlı eskimesine neden olmaktadır. Bu nedenle teknolojiye olan ihtiyacın halen var olduğu konusunda görüş bildirmelerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Dijital dönüşüme hazır olma durumları ile değişim ihtiyacı ve algılanan özyeterlilik arasında anlamlı ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir. Bireyler teknolojiye duydukları ihtiyaç kullanıma sunulacak olan yeni nesil teknolojileri kullanma konusunda hazır olmalarını desteklemektedir. Benzer şekilde teknoloji konusunda hissettikleri yetkinlikler bireyleri dijital dönüşüme hazırlar niteliktedir. Ancak dijital dönüşümünde beraberinde getireceği bazı olumsuzluklar onların bu değişime yönelik hazır olma düzeylerinde bir etki etmemesi olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Tüm sonuçlar çerçevesinde hızla adım attığımız dijital dünyada birey olarak değişime hazır hissetmemiz değişim sürecinde daha kolay ilerleyebilmemizi sağlayacaktır. Bu nedenle dijitalleşmeye ilişkin önyargıların ortadan kaldırılması için farkındalığı arttırıcı önlemler almakta yarar olacaktır. Bu araştırma ile elde edilen bulgular gelecekte genç neslin dijitalleşme sürecinde daha aktif olmasının gerekli yönlendirmeler ve eğitimler ile mümkün olabileceğine dair ilk ipuçlarını vermiştir. Kendilerini yetkin hissetmeleri, dijitalleşmeye ilişkin endişelerinin orta seviyelerde olması, değişime yönelik ihtiyaç hissetmeleri önümüzdeki günlerde yaşanacak değişimin ülke kalkınması, sosyal refahın artması, gibi makro boyuttaki getirilerini ülkemiz sınırları içerisinde sağlanabilmesi için önem arz etmektedir.

Araştırma kapsamının genişletilmesi çalışmanın genellenebilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] TUSİAD, 2017. Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüm yetkinliği

http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi

Son Erişim Tarihi: 20.02.2018

[2] Taşkıran, A.(2017). Dijital Çağda Yükseköğretim. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırma Dergisi. 3:1, 96-109.s

[3] Koçel, T. (2007). İşletme Yöneticiliği, 11. Basım, Arıkan Basım Yayın Dağıtım A.Ş., İstanbul

[4] Çınar,İ.(2005).İnsan Kaynağını Geliştirme Bağlamında Değişim Yönetimi. Ege Eğitim Dergisi. 2005 (6) 1: 81–93

[5] Ülgen H. Ve Mirze S.K. İşletmelerde Stratejik Yönetim .İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.

[6] Tunçer, P. (2013). Değişim Yönetimi Sürecinde Değişime Direnme. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi cilt 32 sayı 1

[7] Şahin A. (2011). Değişim Yönetimi ve Yenilikçilik. (Ed. Tuncay T. Turaboğlu), İşletmecilikte Güncel Konular içinde, s.305-330, Bursa: Ekin Yayınları.

[8] Tekin M., Güleş H. K., Öğüt A. (2007). Değişim Çağında Teknoloji Yönetimi, 4. Baskı, Ankara: Gazi Yayınları.

[9] Çetin C. (2008).Yöneticilerin Liderlik Stilleri: Değişim Yönetimi ve Ekip Çalışması Arasındaki İlişkilerin Çok Yönlü Olarak Değerlendirilmesi, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları.

[10] DUCK, Jeanie Daniel (1999). Değişim Yönetimi. Değişim, (Çev. Meral Tüzel), İstanbul:MESS Yayınları.

[11] Cunnigham, C.E., Woodward, C.A., Shannon, H.S., Macintosh, J., Lendrum, B. Ve Rosenbloom, D. (2002). Readiness for organizational change: A longitudinal study of workplace, psychological and behavioral correlates. Journal of Occupational and Organizational Psychology, 75: 377-392.

[12] World Economic Forum.(2017). Accelerating workforce reskilling fort he fourth industrial revolution an agenda for leaders to shape the future of education, gender and work. White paper.

https://www.weforum.org/whitepapers/accelerating-workforce-reskilling-for-the-fourth-industrial-revolution

Son Erişim Tarihi: 05.05.2018

[13] Kwahk, K.Y. ve Lee, J.N. (2008). The role of readiness for change in ERP implementation: theoritical bases and empirical validation. Information & Management, 45: 474-481.

[14] Holt, D.T., Armenakis, A.A., Feild, H.S., Harris, S.G. (2007). Readiness for organizational change. The systematic development of a scale. The Journal ofApplied Behavioral Science. 43(2): 232-255.

[15] Batur, Z. Ve Uygun, K. (2012). İki Neslin Bir Kavram Algısı: Teknoloji. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 5:1,74-88.s

[16] Batur, Z. Ve Uygun, K. (2012). İki Neslin Bir Kavram Algısı: Teknoloji. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 5:1,74-88.s

[17] Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan,S.(2007). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri.Ankara: Detay Yayıncılık.

[18] Nakip, M. (2006). Pazarlama Araştırmaları Teknikler ve (SPSS Destekli) Uygulamlar. 2. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Rapor linki: http://cdn.endustri40.com/file/997b726707494962941dc353aae22fa1/turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi.pdf

Nesnelerin İnterneti Standart Çalışmalarının Endüstriyel Dönüşüm Sürecine Olan Katkılarının İncelenmesi

İlker Bilik [1], Nurşen Topçubaşı [2]

[1] Turkcell Teknoloji Araştırma ve Geliştirme A.Ş, İstanbul, Türkiye

[2] Okan Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

ilker.bilik@turkcell.com.tr, nursen.topcubasi@okan.edu.tr

ÖZET

Nesnelerin interneti birçok alanda yaşamımızın bir parçası olmaya başlamıştır. Zamanla kullanımı artan nesnelerin interneti uygulamalarının ivmelenmesinin önünde bazı engeller bulunmaktadır. Birçok eski sistemin, önde gelen iletişim protokolleri kullanılarak diğer cihaz ve sunuculara bağlanması, nesnelerin internetinin yaygınlaşmasındaki temel problemlerdendir. Yeni geliştirilen sistemler arasında da benzer birlikte çalışamama sorunları oluşabilmektedir. Bazı standartların tanımlanması bu problemlerin oluşmasını engellemektedir. Bu konuda standart belirleme otoritelerinin önderliğinde onlarca kuruluş ortak yapılar kurmak için özellikle iletişim protokolleri, IoT cihazları ve uygulamaları üzerinde standartları belirleyici çalışmalar yapmaktadırlar. Amaç, nesnelerin interneti dünyasında yatay bir altyapı oluşturmak ve tüm uygulama alanlarını tek çatı altında toplamaktır.

Nesnelerin interneti standartlarının odak konularından birisi Endüstri 4.0 dönüşümüdür. Endüstride, uç birimlerden bulut sistemlerine kadar uzanan farklı uygulama katmanlarında standartlaşma çalışmaları yapılmaktadır. Endüstri 4.0, yeni nesil otomasyon sistemlerini nesnelerin interneti altyapısıyla birleştirmeyi hedeflemektedir. Endüstriyel saha ortamında toplanan verilerin analiz edilmesi ile üretim verimini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılarak, yeni veya iyileştirilmiş iş modellerinin oluşturulmasına katkı sağlanmaktadır. Endüstri 4.0 ile üretim ortamları akıllı bir yapıya dönüştürülerek mevcut sistemlere ilişkin süreçler gerçek zamanlı izlenebilecek, oluşan problemler raporlanabilecek, üretim verimliliğine yönelik analizler yapılabilecektir. Entegrasyonu 20 yıl içinde tamamlanması beklenen Endüstri 4.0 dönüşümünün, bu zaman zarfında firmalar tarafından kullanılabilir hale gelmesi beklenmektedir.

Çalışmamızda nesnelerin interneti konusunda standart belirleyen otoritelerin yaptığı çalışmalar araştırılarak Endüstri 4.0 dönüşüm sürecine olan katkıları incelenecektir.

Anahtar kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Endüstri 4.0, IoT Standartları, IoT Protokolleri

1. GİRİŞ

Nesnelerin İnterneti, sağlık, enerji, akıllı evler, araçlar arası iletişim ve üretim sektöründe kullanıcı gereksinimleri sonucunda ortaya çıkan ihtiyaçları karşılayacak çözümler üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Günümüzde kullanılmakta olan geleneksel yöntemler ile yeni yaklaşımların bir arada kullanılması bir takım zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu zorlukları aşmak amacıyla yeni yaklaşımların geleneksel yöntemler üzerinde nasıl uygulanacağı ile ilgili yol haritaları oluşturulmaktadır. Nesnelerin İnterneti konusunda bazı iletişim standartlarını oluşturan otoriteler problemleri tanımlayarak bunları aşmaya yönelik yenilikçi uygulama önerileri sunmaktadır. Başta sektörden bağımsız yatay altyapıların tanımlanması ile başlayan çalışmalar daha sonra dikeyde sektör bazlı özelleştirilmektedir. Üzerinde çalışılan önemli alanların başında üretim ve endüstri sektörü gelmektedir. [1]

İletişim standartlarını oluşturan otoritelerin, Nesnelerin İnterneti konusundaki çalışmalarının odak noktalarının başında Endüstri 4.0 gelmektedir. Endüstrideki dijital dönüşümün, dünyadaki üretimi, pazarı tamamen değiştirerek yeni teknolojilerin ve iş modellerinin çok hızlı bir şekilde sektöre

uygulanması, rekabeti arttırması ve globalleşmeyi desteklemesi beklenmektedir ve bu dönüşüm Endüstri 4.0 olarak isimlendirilmektedir. [2]

2. NESNELERİN İNTERNETİ STANDARTLARI

Nesnelerin İnterneti (IoT) terimi ilk olarak Kevin Ashton tarafından 1999 yılında tanımlanmıştır. Tanımlanmasından bu yana çok çeşitli ve sayıda aygıt internete bağlanmış, özellikle bu sayı son yıllarda milyarları bulmuştur. Çeşitli IoT platformlarının sağladığı alt yapılarla gerçekleşen bu gelişim beraberinde bazı problemleri de getirmiştir. Amazon, Intel, Google, Microsoft, IBM ve Cisco gibi büyük servis sağlayıcılar geliştirdikleri platformlar ile kendi ekosistemlerini oluşturmuşlardır. Birlikte çalışması ve entegre olması çok zor olan bu sistemler IoT'nin yaygınlaşmasının önündeki engellerden biridir. ETSI, IEEE, ISO/IEC, W3C, AIOTI ve OneM2M gibi standart otoriteleri odak çalışmalarına uygun katmanlarda sektör bazlı standartlar belirlemektedirler. [3]

ETSI – Avrupa Telekom Standartları Enstitüsü: Nesneleri İnterneti ve akıllı şehirler için M2M servisleri ve uygulama odaklı tanımlamalar geliştirmektedir. Ayrıca enerji, çevre ve inşaat alanları için temel ontoloji geliştirmektedir. Çalışmalar Smart M2M ve oneM2M olarak iki farklı grupta sürdürülmektedir.

IEEE – Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü nesnelerin interneti için mimari bir çatı oluşturma konusunda çalışmaktadır.

ISO/IEC – Uluslararası Standart Organizasyonu: Nesnelerin İnterneti konusunda bilgi güvenliğinin sağlanması için genel metotlar ve teknikler geliştirmektedir.

W3C – WWW Konsorsiyumu: Nesnelerin Ağı (WoT) ana çalışma alanında web standartları, veri anlamlandırma ontolojisi ve REST arayüzlerinin tanımlanması üzerinde çalışmaktadır.

AIOTI – Nesnelerin İnterneti İnovasyon Grubu: IoT'nin yaygınlaştırılması için standartlaştırma politikaları, akıllı yaşam, giyilebilir teknolojiler, akıllı şehirler, akıllı enerji ve akıllı binalar konularını ele almaktadır.

OneM2M – Sekiz farklı bilgi ve iletişim teknolojileri standart otoritesinin ve 200'den fazla katılımcının bulunduğu konsorsiyum, ortak servisler, ağ servisleri ve uygulama servisleri için standartları tanımlayan küresel boyuttaki en büyük oluşumlardan biridir. [4]

Standart belirlemede öncü sayılabilecek bu organizasyonların dışında farklı alanlarda standart çalışması yapan gruplar da bulunmaktadır.

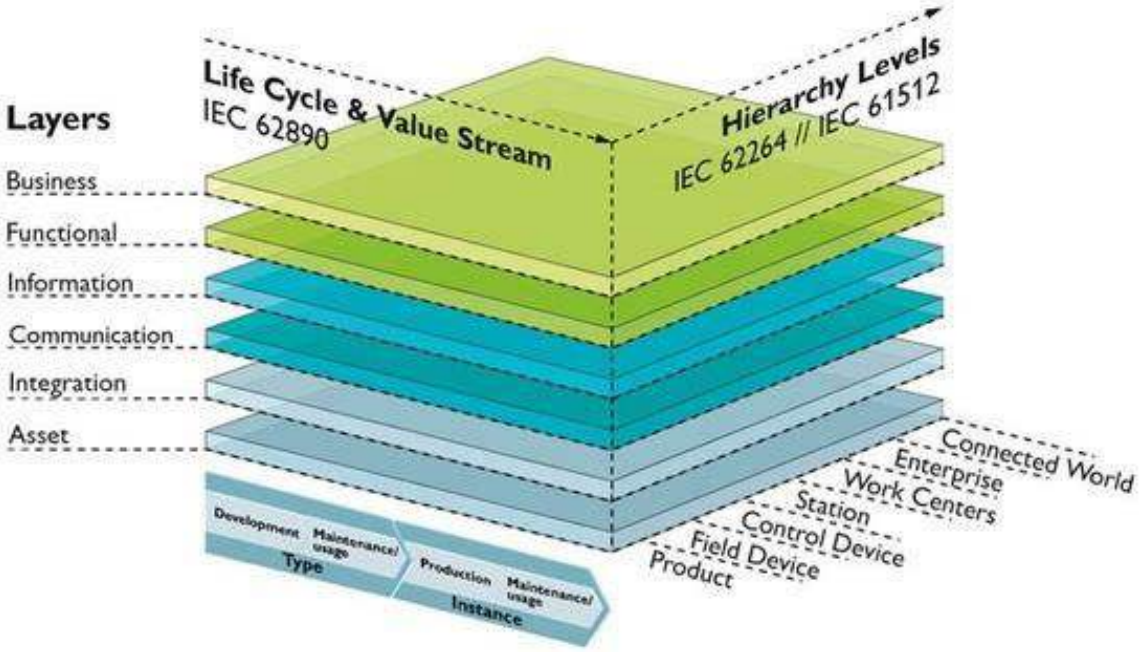
3. ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 Alman devlet kurumları tarafından önerilen, endüstrinin geleceğinin şekillendirildiği bir reform projesidir. [5] Alman Endüstri 4.0 girişimi, üretim sistemlerinin yatay ve dikey entegrasyonunu güçlendirerek, üretim sistemlerinin karmaşıklığının artmasına ve bunların yaşam döngülerine odaklanmaktadır. Almanya'da başlayan bu girişimlere benzer yaklaşımlar Avrupa ve hatta dünyada da bulunmaktadır. Amerika'daki endüstriyel internet konsorsiyumu Fransa, İngiltere ve Çin'deki geleceğin fabrikaları yaklaşımı diğer mevcut girişimler olarak söylenebilir. [6]

Akıllı makinaları ve aygıtları temel alan üretim sürecinin dijital dönüşümü olan Endüstri 4.0'ın Alman Endüstri 4.0 komitesinin tanımına göre en önemli özellikleri şunlardır. [7]

- Yeni bir organizasyon katmanı ile ürünün yaşam döngüsü (konsept geliştirme, üretim, sipariş, geri dönüşüm, nakliye ve bunlarla ilgili hizmetler dahil olmak üzere) boyunca tüm kurumsal sürecin kontrolü
- Kişiselleştirilmiş müşteri isteklerine odaklanma
- Maliyet, kaynak kullanımı ve erişilebilirlik gibi çeşitli durumlara göre optimize edilebilme
- Tüm gerekli bilgiye gerçek zamanlı erişilebilirlik
- Bilgiye dayalı olarak herhangi bir zamanda optimize edilmiş bir süreç belirleme kapasitesi
- İnsanların, nesnelerin ve sistemlerin entegrasyonu

Endüstri 4.0'in odaklarından biri de üretim teknolojileri içinde otomasyon ve veri alışverişidir. Bu konsept Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti, İnternet Servisleri ve Bulut Bilişimi kapsamaktadır. Ayrıca, Siber-Fiziksel Sistemlerin, fiziksel süreçleri gerçek dünyanın bir sanal kopyasını oluşturarak izlediği ve merkezi olmayan kararların verildiği, modüler yapılandırılmış akıllı fabrikalar ile ilgili kavramları da içerir. Nesnelerin İnterneti üzerinden Siber-Fiziksel Sistemler diğer sistemler ve insanlar ile iletişim kurar ve işbirliği yapar. [8]



Şekil 1 RAMI Model Katmanları

Endüstri 4.0'ın detaylı mimari özelliklerini içeren ilk standardizasyonu 2016 yılında Referans Mimari Model Endüstri 4.0 (RAMI 4.0) ismi ile yayınlanmıştır. Burada fiziksel ve sayısal bileşenler ile bu bileşenlerin kendi aralarındaki ve insanlarla olan ilişkileri tanımlanmaktadır. Bu yüzden modelde fiziksel dünyanın ve/veya sayısal dünyanın bir parçası olabilen varlık terimi bulunmaktadır. Bu varlıklar belirli bir şekilde yönetilebiliyorsa Endüstri 4.0 bileşenleri olarak ele alınabilmektedir. Ek olarak, daha soyut Endüstri 4.0 sistemlerine nasıl entegre edilecekleri belirtilmektedir. Endüstri 4.0 bileşenlerinin gerçekleştirilmesi için aşağıdaki gereksinimlere ihtiyaç duyulmaktadır. [9]

- Benzersiz olarak tanımlanabilmeli
- Yaşam döngüsü içerisinde "Tip" veya "Örnek" durumlarından birine sahip olmalı
- Aktif veya pasif olarak Endüstri 4.0 ile uyumlu etkin iletişime açık olmalı
- Teknik fonksiyonlar sağlamalı
- Varlığın temsili için bir bilgi içermeli

4. IoT STANDARTLARI VE ENDÜSTRİ 4.0

IoT uygulamalarının geniş alanlara yayılması ve farklı uygulamaların beraber çalışabilmesi için standartlar gerekmektedir. IoT teknolojilerinin bütünü ile kullanılabilmesi, nesnelerin ve bunların diğer arayüzlerle etkileşimlerinin, hem teknik anlamda hem de uygulama seviyesinde tanımlanmasıyla mümkün olmaktadır.

IoT standartlaşma çalışmaları çok farklı alanlarda yapılmaktadır. Yapılan bir literatür araştırmasında aşağıda belirtilen organizasyonların standardizasyon çalışmaları verilmektedir. [10]

Tablo 1 IoT Standart Organizasyonları ve Aktiviteleri

IoT Standart Çalışması Yapan Organizasyonlar	**Standart Aktiviteleri**
Allseen Alliance https://allseenalliance.org/	AllJoyn IoT cihazlarının ve uygulamalarının kolayca birbirini bulup iletişim kurabilmelerini sağlamak amacı ile geliştirilen bir açık kaynak kodlu yazılım çatısıdır.
AIM (Association for Automatic Identification and Mobility) http://www.aimglobal.org/	Bir IoT komitesi olarak, üyelerine, bağlı ürünler ve servisler ile ilgili hızlı değişimler ile ilgili bilgiler sağlamaktadır. Özellikle IoT dünyasında otomatik tanımlama ve mobil teknoloji çözümleri için barkod, RFID ve mobil hesaplama çözümleri ile ilgili çalışmalar yürütmektedir.
Bluetooth Special Interest Group (SIG) https://www.bluetooth.com/	Bluetooth iletişim teknolojisinin IoT pazarında büyük bir oyuncu olmasını hedeflemektedir.
CCSA (China Communications Standards Association) http://www.ccsa.org.cn/engli sh/	OneM2M, M2M ve IoT için teknik şartnameler geliştiren global standart girişimidir. CCSA'da bu organizasyon içerisindeki bilgi iletişim teknolojileri standart otoritelerinden biridir.
Eclipse Foundation http://iot.eclipse.org/	IoT çalışma grubu CoAP, ETSI SmartM2M, oneM2M, MQTT ve LwM2M gibi IoT protokolleri için açık kaynak uygulamalar geliştirerek nesnelerin interneti standartlarını desteklemektedir.
ETSI (European Telecommunications Standards Institute) http://www.etsi.org/	OneM2M, M2M ve IoT için teknik şartnameler geliştiren global standart girişimidir. ETSI bu organizasyondaki öncü bilgi ve iletişim teknolojileri standart otoritesidir.
GISFI (Global ICT Standardization Forum for India) http://www.gisfi.org/	Hindistan'da kurulmuş olan global bilgi ve iletişim teknolojileri standardizasyon forumudur.
GS1 / EPCGlobal http://gs1oliot.github.io/oliot/	Oliot (IoT için açık dil) IoT altyapı platformu temelli bir uluslararası standartların geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Barkod, RFID, ZigBee, 6LoWPAN gibi çeşitli bağlantı ve protokollerin geliştirilmesini desteklemektedir.
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) http://standards.ieee.org/inn ovate/iot/	IEEE standartları grubu aktif bir IoT ortamının oluşturulması ile ilgili doğrudan birçok standart, proje ve etkinliğe sahiptir.
IETF (Internet Engineering Task Force) https://www.ietf.org/	IETF IoT direktörlüğünün amacı IoT grupları arası koordinasyonu sağlamak ve standartların diğer kuruluşlar için ulaşılabilir ve kullanılabilirliğini artırmaktır.
IIC (Industrial Internet Consortium) http://www.iiconsortium.org/	Endüstriyel internet sistemleri için referans mimari tanımlamaktadır. Aynı zamanda endüstriyel internetin geliştirilmesinde, belgelerin oluşturulmasında ve iletişimde yardımcı olacak bir çerçeve belirlemektedir.
INCITS (InterNational Committee for Information Technology Standards) http://www.incits.org/	IoT üzerine teknik bir komitedir.
IPSO Alliance (The Internet Protocol for Smart Objects Alliance) http://www.ipso-alliance.org/	Akıllı objelerin ağı için internet protokolünün kullanılması amacı ile geliştiricilere bilgi sağlamaktadır.
ISA (International Society of Automation) https://www.isa.org/	Otomasyon için standart belirleyen bir otoritedir.
ISO (International Organization for Standardization) ISO/IEC JTC 1 Information technology http://www.iso.org/	IoT için standart gereken boşlukları ve pazar gereksinimlerini belirler. IoT için ISO/IEC standartlarının oluşturulmasını teşvik eder. Geliştirilen standartların tanınmasını, endüstri kuruluşları ve diğer standart organizasyonları tarafından kullanılmasını teşvik eder. IEC, ISO, ITU diğer organizasyonların geliştirdiği IoT standartlarının koordinasyonunu kolaylaştırır ve periyodik olarak çalışmanın sonuçlarını ve önerileri düzenli olarak raporlamaktadır.
ITU (International Telecommunication Union) http://www.itu.int	IoT küresel standart girişimi, nesneleri interneti için genel bir bakış sağlar. IoT'nin kapsamını ve konseptini açıklar temel özellikleri ve üst seviye gereksinimleri tanımlayarak bir referans model oluşturmaktadır.

NIST (National Institute of Standards and Technology) http://www.nist.gov	Nesnelerin İnterneti taslak çerçevesi ile, akıllı enerji şebekeleri, giyilebilir aygıtlar ve bağlı araçlar gibi çeşitli sistemler için güvenli ve birlikte çalışabilir yapılar geliştirebilmesini sağlayan Siber-Fiziksel Sistemler için yol haritaları oluşturmayı amaçlamaktadır.
OIC (Open Interconnect Consortium) http://openconnectivity.org/	IoTivity mimarisi servis sağlayıcılar ve üreticiler için bir yol haritası sağlamaktadır.
OMA (Open Mobile Alliance) http://openmobilealliance.org/	Mobil ve nesnelerin interneti teknolojilerinin geliştirilmesi, sağlık, otomotiv ve ev otomasyonu gibi sektörlerin çeşitli pazarlarında, bu teknolojilerin kullanılması konusunda çalışmalar yürütmektedir. LwM2M(Lightweight M2M) OMA'nın M2M ve sensör ağları için geliştirdiği bir aygıt yönetim protokolüdür.
OMG (Object Management Group) http://www.omg.org/	OMG endüstriyel IoT'de veri dağıtımı, tehdit modellemesi, güvenilirlik güvencesi, yapılandırılmış güvence modeli, bileşen modeli ve otomatikleştirilmiş kalite ölçüleri gibi konularda aktivitelere sahiptir
OneM2M http://www.onem2m.org/	OneM2M, M2M ve IoT için teknik şartnameler geliştiren global standart girişimidir.
OPC Foundation https://opcfoundation.org/	Endüstriyel IoT ve Endüstri 4.0 alanlarında güvenli ve güvenilir veri değişimi için birlikte çalışılabilme standartları tanımlamaktadır.
Open Group http://www.opengroup.org/	Nesnelerin İnterneti için açık standartlar geliştirmektedir. En önemli iki çalışması açık veri formatı (O-DF) ve açık mesajlaşma arayüzüdür. (O-MI)
Thread Group http://www.threadgroup.org/	Evde kullanılan ürünlerin bağlantısı ve kontrolü için en iyi yolları oluşturmayı hedefler. IPv6/6LoWPAN protokolleri ve açık standartlar üzerinde geliştirmeler yapmaktadır.
TTA (Telecommunications Technology Association) http://www.tta.or.kr/English/	OneM2M, M2M ve IoT için teknik şartnameler geliştiren global standart girişimidir. TTA'da bu organizasyon içerisindeki bilgi iletişim teknolojileri standart otoritelerinden biridir.
W3C https://www.w3.org	Web of Things Community Group, Nesnelerin İnterneti için araştırma, prototip ve çalışma sistemleri oluşturmak için resmi olmayan bir ön standart tartışma forumu sağlar.
XMPP Standards Foundation http://xmpp.org	Anlık mesajlaşma protokolü olan XMPP'nin IoT içinde kullanılmasını hedefleyen bir kuruluştur.

Sitelere Erişim: [08.04.2018]

Tablo 1'den anlaşılacağı üzere Nesnelerin İnternetinin farklı alanlarının standartlaştırılmasında çok sayıda kuruluşun çalıştığı görülmektedir. Ölçeklenebilirlik ve esneklik amaçları doğrultusunda IoT'nin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için standartlara ihtiyaç vardır. Standardizasyon, çeşitli IoT uygulamalarının ve çözümlerinin kalitesi, maliyeti ve fonksiyonelliği arasında optimizasyona da izin verir. Standardizasyon, şirketlerin cihazlarını ve uygulamalarını daha hızlı pazara sunma konusunda yardımcı olur. [10]

Bir Endüstri 4.0 standardı olarak RAMI 4.0 modeli katmanları, yaşam döngüsü ve hiyerarşi seviyeleri olmak üzere iki ayrı boyutta tanımlanmaktadır. Şekil 1'de görülen sol taraf yaşam döngüsü değer akışı olarak adlandırılmakta ve yaşam döngüsü sırasında veri toplanması gibi niceliklere atıfta bulunmaktadır. Verilen içerikte, geliştirmeden satışa kadar olan süreçlerin dijitalleştirilmesi için, yaşam döngüsü içerisindeki ürün, makine ve diğer Endüstri 4.0 seviyelerinde büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu içerik IEC 62890 standardında açıklanmaktadır. [8]

Şekil 1'de görülen sağ kısım ise Endüstri 4.0'daki bir bileşenin fonksiyonlarını göstermektedir. Gösterilen fonksiyonel özellikler, uygulamadan çok tüm bir grup için ilgili fonksiyonlarının açıklaması olarak düşünülebilir. Bu bölüm de IEC 62264 ve IEC 61512 standartları ile uyumludur. [11]

RAMI 4.0 katmanlarını incelediğimizde mevcut IoT standart çalışmalarının, bu katmanları ve bileşenleri desteklediğini görmekteyiz. IoT standartları sensörlerden başlayarak, uç cihazlar, orta saha bileşenleri ve merkezi yönetim yapılarını ele almaktadır. Bu, modelin seviyeleri ile benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde entegrasyon, iletişim protokolleri ve ortak fonksiyonların tanımlanması,

yaşam döngüsü içerisinde yer alan katmanlar ile IoT standartlarının odağı arasındaki ortak noktalardandır. [11]

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 referans mimari modeli ile IoT standart otoritelerinin çalışmalarını incelediğimizde birçok açıdan birbirlerini desteklediğini söylemek kesinlikle yanlış olmaz. IoT standartlarının sensörler, cihazlar, cihazların yönetimi, veri dönüşüm ve iletim teknolojileri, iletişim protokolleri, veri saklama yapıları vb. birçok alanda yaptığı çalışmalar, IoT'nin dünyada yaygınlaşmasını sağlamanın yanında, endüstri alanının dijital dönüşümüne de büyük katkılar sağlamaktadır. Özellikle dünyadaki en önemli IoT standart belirleme oluşumlarından biri olan oneM2M organizasyonu, yayınladığı bir teknik rapor ile endüstrideki kullanım durumlarını ve bunları desteklemek için ihtiyaç duyulan gereksinimleri toplamaktadır. Bu teknik rapor aynı zamanda oneM2M standartlarının gelecekte sahip olması gereken özelliklerini adresleyen gerekli teknik çalışmaları da tanımlamaktadır. Bu da IoT standartlarının odak konularından bir tanesinin endüstri olduğunun somut kanıtıdır. [12]

KAYNAKÇA

[1] Gezer, C., Taşkın, E. 2016. An overview of oneM2M standard. 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). Zonguldak, Türkiye, 16-19 Mayıs. 1705 - 1708.

[2] Rajnai, Z., Kocsis, I. 2018. Assessing industry 4.0 readiness of enterprises. IEEE 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI). Kosice, Slovakia, 7-10 Şubat. 000225-000230.

[3] Žitnik, S., Janković, M., Petrovčič, K., Bajec, M. 2016. Architecture of standard-based, interoperable and extensible IoT platform. 24th Telecommunications Forum (TELFOR). Belgrade, Serbia , 19 Ocak. 1-4.

[4] Mynzhasova, A., Radojicic, C., Heinz, C., Kölsch, J., Grimm, C., Rico, J., Dickerson, K., García-Castro, R., Oravec, V. 2017. Drivers, standards and platforms for the IoT: Towards a digital VICINITY. Intelligent Systems Conference (IntelliSys). United Kingdom, United Kingdom, 7-8 Eylül. 170-176.

[5] Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. 2013. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Nisan. http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

[6] Lüder, A., Schleipen, M., Schmidt, N., Pfrommer, J., Henßen, R. 2017. One step towards an industry 4.0 component. 13th IEEE Conference on Automation Science and Engineering (CASE). Xi'an, China, 20-23 Ağustos. 1268 – 1273.

[7] Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E., Schröter, M. IMPULS - Industrie 4.0-Readiness. Impuls-Stiftung des VDMA. Aachen-Köln, 2015.

[8] Marcon, P., Zezulka, F., Vesely, I., Szabo, Z., Roubal, Z., Sajdl, O., Gescheidtova, E., Dohnal, P. 2017. Communication technology for industry 4.0. Progress In Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS). St. Petersburg, Russia, 22-25 Mayıs. 1694 – 1697.

[9] Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI 4.0). Nisan 2016. DIN Spec 91345. Beuth Publisher. https://www.din.de/en/about-standards/din-spec-en/current-din-specs/wdc beuth:din21:250940128

[10] Kess, P., 2016. Standardization With IoT(Internet Of Things). Joint International Conference. Timisioara, Romania, 25-27 Mayıs. 1069-1076.

[11] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE. 2016. German Standardization Roadmap Industry 4.0. https://www.dke.de/resource/blob/778208/a04ee402cf65f1406daad2bd832b3229/german-standardization-roadmap-industry-4-0-version-2-data.pdf

[12] oneM2M Technical Report. 2018. Industrial Domain Enablement. TR-0018-V-2.5.2. 12 Mart. http://onem2m.org/images/files/deliverables/Release2A/TR-0018-Industrial_Domain_Enablement-v_2_5_2.pdf

Endüstri 4.0'ın Stok Kontrolüne Etkisi

Gözde Hilal Zorlu[1], Melis Gizem Öztürk[2], Ahmet Murat Köseoğlu[3]

[1] Lojistik Yönetimi/ Lojistik Yönetimi /Okan Üniversitesi/
[2] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi
[3] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi
Uzunçayır, İstanbul, 34959, Türkiye
gozdehilalkilic0@gmail.com, melis.ozturk@okan.edu.tr, murat.koseoglu@okan.edu.tr

ÖZET

Günümüzde endüstriyel uygulamalar otomatik kontrol sistemleri ile yürütülmektedir. Otomatik kontrol sistemlerinin kullanılmasındaki temel amaç, kullandığımız sistemleri ve fabrikaları akıllı hale getirmektir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, akıllı fabrikalar hayata geçtiğinde yüksek düzeyde verimlilik elde edilmesini öngörmekte ve özellikle otomasyon sektörünün endüstri 4.0 olarak bilinen sanayi devrimine hazırlandığını göstermektedir. Günümüzde endüstri 4.0 uygulamaları endüstri ile bilişim teknolojilerini bir araya getirmeyi amaçlamaktadır. Endüstri 4.0 uygulamaları ile üretim bölümündeki ekipman ve sistemler birbiriyle haberleşebilecek, bütün verilere anlık olarak ulaşılabilecek ve bu veriler sayesinde lojistik faaliyetler daha verimli hala gelebilecektir. Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelerdeki stok kontrol süreçlerinde ne gibi değişiklikler yapabileceğini değerlendirilmektir. Bu kapsamda çalışmada stok kontrolü ile ilgili Endüstri 4.0 uygulamalarının amaçları, şekilleri, kısıtlamaları ve işletmelerin kullanımı ile ortaya çıkacak faydalar incelenmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür incelemesi yöntemi kullanılmış ayrıca işletmelerin stok kontrol süreçlerindeki problemleri ve endüstri 4.0 uygulamaları incelenmiştir. Çalışma sonuncunda Endüstri 4,0'ın stok kontrolüne etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Fabrikalar, Endüstri 4.0, Lojistik, Stok Kontrol Süreçleri, Tedarik Zinciri Yönetimi

ABSTRACT

Today, industrial applications are being carried out with automatic control systems. The primary purpose of using automatic control systems is to make the systems and factories we use more intelligent. Recent work suggests that smart factories are expected to achieve high levels of efficiency when the past is over, and show that the automation industry is specially prepared for the industrial revolution, known as industry 4.0. Today, industry 4.0 applications aimed at bringing together industry and information technology. With the implementation of Industry 4.0, the equipment and systems in the production department will be able to communicate with each other, all data will be available instantly, and logistical activities will still be more efficient thanks to these data. The purpose of this study is to assess how industry 4.0 applications can make changes in inventory control processes in the enterprise. In this context, the objectives, forms, limitations and the benefits that will arise from the use of the industry 4.0 applications related to stock control are examined in the study. In the study, literature review method of qualitative research methods was used, and problems of enterprises inventory control processes and industry 4.0 applications were discussed. At the end of the study, the effects of inventory control of the Industry 4.0 were assessed.

Keywords: Industry 4.0, Logistics, Smart Factories, Stock Control Methods, Supply Chain Management

1. GİRİŞ

Hızla gelişen toplumumuzda, nüfus artışı ile birlikte teknolojiye olan ihtiyaç da artmaktadır. Teknolojinin hızlı gelişimi ile birlikte bilgisayar sistemleri ve akıllı cep telefonları hayatımıza girmiş ve son yıllarda kullanımı çok hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Ayrıca akıllı cihazlar, akıllı ürünler, akıllı binalar, akıllı şehirler, akıllı fabrikalar da hayatımızda yer almaya başlamıştır. Akıllı sistemler öncelikle otomotiv ve savunma sanayisi olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, otomasyon sektörünün endüstri 4.0 olarak bilinen sanayi devrimine hazırlandığını göstermektedir. Yakın gelecekte; Endüstri 4.0 uygulamalarının, üretim sistemleri ile müşteri yönetim sistemleri gibi birçok farklı kaynaktan verileri toplayarak ve toplanan verilerin kısa zamanda kapsamlı değerlendirmesi ile operasyonlarda gerçek zamanlı karar vermeyi desteklemek için standart hale gelmesi beklenmektedir. Bu kapsamda; endüstri 4.0 teknolojilerinin işletmeler için büyük önem arz eden stok kontrol süreçlerinde etkili şekilde kullanılabileceği öngörülmektedir.

Endüstri devriminin başlangıcından günümüze kadar olan süreçte teknolojik gelişmeler, özellikle bilgi teknolojileri, mobil iletişim ve e-ticaret ile karşılaştırıldığında işletmelere büyük maliyetler getirmiştir. Çağımızın ihtiyaçlarını karşılamak ve aynı zamanda maliyet kazancı ve güvenilirlik sağlamak, kısa zamanda doğru bilgiye ulaşmak maksadıyla işletmelerin endüstri 4.0 uygulamalarından faydalanmaları doğru bir seçenek olarak gözükmektedir.

Geleneksel yöntemlerden dijital yöntemlere doğru geçiş yaşadığımız süreçte, bilgi teknolojilerinin çoğu birbiri ile bütünleşmiş değildir. Sadece şirketler, tedarikçiler ve müşteriler kısmen yakından bağlantılıdır. Endüstri 4.0 uygulamaları ile üretim ve hizmet bölümleri de birbiri ile bütünleşmiş hale gelerek, stok kontrol aşamalarında yatay ve dikey sistem uyumunun sağlanabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelerdeki stok kontrol süreçlerinde ne gibi değişiklikler yapabileceğini değerlendirilmektir. Bu kapsamda çalışmada stok kontrolü ile ilgili Endüstri 4.0 uygulamalarının amaçları, şekilleri ve işletmelerin kullanımı ile ortaya çıkacak faydalar incelenmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür incelemesi yöntemi kullanılmış ayrıca işletmelerin stok kontrol süreçlerindeki problemleri ve endüstri 4.0 uygulamaları incelenmiştir. Çalışma sonuncunda Endüstri 4,0'ın stok kontrolüne etkileri değerlendirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Çalışmanın başlangıcında stok yönetimi ve endüstri 4.0 uygulamaları konularında araştırmalar yapılmıştır. Endüstri 4.0 diğer bir adıyla sanayi 4.0, şu anki ismini alana kadar çeşitli aşamalardan geçmiştir ve son zamanlarda endüstri alanında meydana gelen gelişmelerle birlikte dördüncü endüstri devrimi (endüstri 4.0) olarak adlandırılmıştır.

İnsan gücüne dayanan üretimden, makine gücüne dayalı üretime geçiş olarak kabul edilen sanayi devrimi, 18. yüzyıldan bu yana yaşanan gelişmelere bağlı olarak çeşitli safhalara bölünmüştür. Endüstri devrimlerini beş ana, bazı kaynaklara göre dört, başlık altında incelemek mümkündür. Bazı kaynaklar sanayi devrimini birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sanayi devrimi olarak bölümlere ayırırken, bazı kaynaklar bunlara ilave olarak endüstri sıfırı da eklemişlerdir.

Başlangıç seviyesi olarak kabul edilen Endüstri 0, üretimde basit el aletlerinin kullanımı ile başlamış ve buharlı makinelerin kullanımının başlaması ile son bulmuştur. Buhar makinesinin icadı ile başlayan endüstri devrimleri son iki yüz yıl içerisine dağılmıştır.

İlk olarak Birleşik Krallık'ta ortaya çıkan ve 18 yy. da başlayıp 19 yy. ortalarına kadar süren Endüstri 1.0 devriminde demir ve kömür enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. 18. yy. da buhar makinesnin icadıyla, el aletleri ile üretim, yerini buhar makinesi ile toplu üretim yaparak çalışan fabrikalara bırakmıştır. Birinci endüstri devriminde ilk sanayileşme ve buhar makinesi ile fabrika üretimi başlamıştır. Birinci endüstri devrimi Birleşik Krallıktan sonra Avrupa, Amerika ve Japonya'da yayılmıştır. Yeni fırsatları beraberinde getiren endüstri 1.0 ile toplu üretime geçilmiş ve buna bağlı olarak üretimde kar miktarlarında artış yaşanmıştır. Ayrıca, işçi sınıfı doğmuş, üretimde arz fazlası oluşmuş, işçi ve işveren arasında gelir farkları artmıştır. Böylece sosyal sınıfsal sorunlar da yaşanmaya başlamıştır.

Endüstri 2.0 devrimi, Henry Ford'un araba üretimi için kitlesel üretimi benimsendiği Fordist olarak ta tanımlanan dönem ile başladığı kabul edilmektedir Henry Ford ilk defa 20. yy.da seri üretime

başlamış ve endüstri mühendisleri tarafından gerçekleştirilen bir devrim olarak kabul edilen endüstri 2.0 ortaya çıkmıştır. Üretimin temel mantığının temellerinin atıldığı bu devrim ile ihtiyaç duyulan otomobiller standartlaştırılarak üretim yapılmıştır. (Alçın, 2016).

1970 yılından itibaren bugüne kadar süren dönemde endüstri 3.0 devrimi hâkim olmuştur. Post Fordist dönem olarak da kabul edilen endüstri 3.0 devrimi ile elektronik, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak programlanabilir makineler tasarlanmış ve üretim sistemlerine dahil edilmiştir. Programlanabilir makinelerin kullanımından sonraki süreçlerde modern ve yüksek kapasitede üretim yapan otomatik üretim sistemleri geliştirilmiştir.

Çok yeni bir kavram olmasına rağmen endüstri 4.0, ilk olarak Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF) tarafından sürdürülebilir kalkınma stratejisini devam ettirmek ve geliştirmek amacı ile yapılan çalışmalarından biridir. Bakanlık sürdürülebilir kalkınma projesinde değişik alanlar ve temalar belirlemiş ve bunlardan birisine de Almanca da "Industrie 4.0" olarak adlandırılan "Endüstri 4.0" adı verilmiştir. Bu çalışmaların devamında Almanya Federal Ulusal Bilim ve Araştırma Akademisi (ACATECH) öncülüğünde yapılan endüstri 4.0 strateji belgesi sanayinin en önemli fuarlarından biri olan 2013 Hannover Messe fuarında yayınlanmıştır. (Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, 2017)

Endüstri devriminin gelişim aşamaları incelendiğinde, endüstri 1.0 olarak kabul edilen süreçte; üretimin makinelerle yapıldığını, endüstri 2.0 sürecinde; artan ihtiyaçlardan dolayı seri üretime geçildiği, endüstri 3.0 sürecinde ise dijital teknolojilerin kullanıldığını görmekteyiz. Bu süreçleri kısaca, insan gücünden, makine gücüne geçiş olarak da tanımayabiliriz. Diğer endüstri devrimleriyle kıyaslandığında, endüstri 4.0 devrimi siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti teknolojilerine dayanarak akıllı üretimi amaçlandığı görülmüştür.(Ekonomik Forum Dergisi Sayı, 2016).Endüstri 4.0 sürecinin başlamasıyla birlikte sadece makine gücü değil, üretim teknolojisinin gelişmesinde etkili bir rol oynayan internetin de kullanılarak üretim safhaları dijitalleşmeye başlamıştır.

Endüstri 4.0 devrimi ile, robotlar, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, büyük veri analitiği, bulut bilişim, yatay ve dikey entegrasyon, katmanlı üretim, arttırılmış gerçeklik, siber güvenlik gibi teknolojiler önem kazanmıştır. Endüstri 4.0 bölümünde bu teknolojiler açıklanacaktır. Ayrıca endüstri 4.0 ile kullanılmaya başlanan teknolojilerin yanı sıra akıllı fabrika ve yapay zeka kavramları da son zamanlarda gündeme gelmeye başlamıştır.

İşletmelerin anlık olarak karar vermesini sağlayacak olan endüstri 4.0 teknolojilerinden, üretim safhalarının yanı sıra işletmelerin önemli bir maliyet kalemini oluşturan stokların yönetiminde de yararlanılabilir Stok kontrol süreçlerine endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanabilirliğini kapsamlı bir şekilde değerlendirebilmek maksadıyla, stok kontrollerinin amacı, stok kontrolünde kullanılan yöntemler ve metotlar üzerinde durulmuştur.

2.1 Stok Kontrolü

2.1.1 Amacı ve Önemi

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte işletmelerin rekabet ortamına ayak uydurması, pazardaki konumlarını koruyabilmesi, ürünlerini daha iyi sunması ve bunlara bağlı olarak daha hızlı üretim ve daha çabuk teslimat yapması gibi ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda stok yönetim süreçleri, bu ihtiyaçların optimum şekilde karşılanmasında önemli bir yere sahiptir.

Stok, üretim sisteminde yer alan mal ve hizmete doğrudan ve dolaylı olarak katılan tüm fiziksel nesnelerin maliyeti olarak da tanımlanmaktadır. (Tekin, 2003) Başka bir ifade ile; depolanan her nesne stok olarak kabul edilir. Stoklar söz konusu nesnelerin parasal karşılığı ve miktarı ile ölçülür.(Kobu,2014:327)

Stoklar; genel olarak hammadde, yarı mamul ve nihai mamul olmak üzere üç kategoride sınıflandırılır. Ayrıca üretilen ürünlere doğrudan katılmayan yardımcı malzemeler ve hazır parçalar bulunmaktadır.

a. Hammaddeler: Hammadde stokları nihai ürün oluşturmak için satın alınan tüm parça ve malzemeleri içerir. Bu tür stoklar ürünün içeriğine değer katan bileşenler, alt bileşenler ve nihai ürünün içine katılan parçalardan oluşur. (Viale, 1996) İşletmenin ana fonksiyonunu oluşturan hammaddeler, işletmelerin özelliklerine ve üretimde hangi aşamada kullandığına göre değişebilmektedir. Bu durum; bir demir çelik işletmesinde demir filizi hammadde iken, pikin mamul

olarak kabul edilmesiyle açıklanabilir. Fakat radyatör üreten bir işletmede pik hammadde iken, radyatör mamul olarak kabul edilir. (Kobu, 2014)

b. Yarı Mamuller: Üzerlerinde yapılması gereken işlemler henüz tamamlanmamış bulunan ve iş istasyonları arasındaki ara depolarda biriktirilen varlıklardır. Yarı mamuller belirli işlemlerden sonra bir sonraki adım olan mamul haline getirilir. (Sulak, 2008)

c. Nihai Mamul: Tüm üretim aşamalarından geçerek tamamlanmış ve satışa hazır olan varlıklar mamul stokları olarak ifade edilir. Bu mamuller, perakendeci, toptancı gibi farklı satış yerlerine gönderilmek üzere stokta bulundurulur.(Tanyaş ve Baskak, 2006)

ç. Hazır Parça Stoklar: Mamullerin bir bölümünü oluşturan ve çoğunlukla dışardan tedarik edilen nesnelerdir. Bu mamüller; sık kullanılan parçalar olabileceği gibi sadece belirli zamanlarda ihtiyaç duyulan mamüller de olabilir (Kobu, 2014).

d. Yardımcı Malzemeler: Üretim sistemlerinde, bir ürünün oluşturulmasında kullanılan, ancak ürünün ana parçalarını oluşturmayan nesneler ise yardımcı malzemelerdir. Bu malzemeler, üretim sisteminde hammaddeden başlayarak malın son halini alana kadar geçen tüm süreçlerde kullanılır. Yardımcı malzemeler; işletmelerin faaliyet türlerine ve sektör niteliklerine göre farklı özellikler gösterir. (Tekin, 2003).

Hammadde, yarı mamul ve mamul stokları, işletmenin üretimini yaptığı mamule göre değişkenlik gösterebilir. Örneğin; bir işletme için hammadde stoğu olan bir malzeme diğer bir işletme için mamul olabilir. Bu durum işletmenin elindeki stoka herhangi bir katma değer ekleyip yeni bir mamul elde edip etmemesine göre değişir.

Stok kontrolü, genel olarak dört gruba ayrılan hammadde stokları, yarı mamul stokları, ürün stokları ve yardımcı madde stokları ile elde edilen ürün/ hizmet için kullanılan her türlü malzemeye uygulanabilir. Stok kontrol sürecinin temel amacını, stoklara yapılacak en optimum yatırımı belirleyerek, en düşük maliyetle müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak şeklinde açıklayabiliriz. Diğer bir ifade ile stok kontrolü, hammaddelerin kullanılmasından başlayarak, son ürünün tüketilmesine kadar üretim sürecinde yer alan tüm yarı mamul ve mamul vb. maddelerin izlenmesi, bunların her aşamada işleri aksatmayacak kadar çok ama gereğinden de fazla olmamasını sağlamak maksadıyla yapılan işlemlerdir.(Günay, 2005) Bu kontrol sayesinde; toplam stok maliyetlerini minimize edebilecek bir stok düzeyine erişme olanağı elde edilmektedir. Bu sebeple tüm işletmeler; kendi yapısına, mali gücüne, ürettiği mal ve hizmetin çeşidine göre bir stok kontrol sistemi belirler ve uygular. (Ayanoğlu, 2005)

İşletmelerin etkin bir stok kontrolü gerçekleştirebilmeleri için üretim sürecinde yer alan bütün yarı mamul ve mamul vb. maddelerin uygun miktarlarda stoklarda bulundurulması, izlemesi ve üretimin aksatmadan sürdürülebilmesi fakat gereğinden fazla stok bulundurulmaması gerekmektedir. (Koç, 1999). Ancak stok kontrolü; stok miktarını düşük tutmak anlamına gelmez; genellikle gereken her duruma yetecek stoku en düşük maliyetle bulundurabilme anlamındadır. (Doğan, 1995)

Miktarları büyük siparişler, sipariş maliyetini azaltır fakat bu durum stoklama maliyetini arttırır. Stok maliyetlerini önlemek için düşük miktarlarda sipariş verilmesi halinde sipariş maliyetleri artar, bunun yanında değişen durumlara reaksiyon göstermede sorunlar yaşanabilir. Beklenmeyen taleplere cevap verilemeyebilir ve stok bulundurmama maliyetleri söz konusu olabilir. Bu yüzden özellikle talebin dalgalanan bir yapıda olduğu durumlarda, ani gelişen talebi karşılayacak düzeyde bir stoğun bulunması esastır. Böylece stok bulundurmama maliyetleri geçerli olmaz.(Çevik, 2012)

Tedarik zinciri içerisinde stok, en basit ifade ile işletmelerin sipariş vermesi gereken malzemelerin zamanını ve miktarını tam olarak belirleyememesine ilişkin problemleri içerir. Fakat stok yönetimi ile ilgili problemler, üretim aşamalarındaki çeşitlilikler, talepteki belirsizlikler, tedarik zincirindeki birimler arasındaki sevkiyat sürelerindeki aksamalar ve değişkenlikler nedeniyle oldukça kompleks hale gelebilmektedir. Her ne kadar, farklı tedarik zinciri yapıları ve stok modelleri için en iyi (optimum) çözümü getiren matematiksel modeller geliştirilmiş olsa da, stok modellerinin karmaşıklığı ve gerçek hayata yakınlığı arttıkça bu duruma bağlı olarak matematiksel yaklaşımların karmaşıklığı da o derece artmakta ve anlaşılması güçlenmektedir. (Sezen. 2004)

Bazen mali sıkıntı yaşayan işletmelerin, üretim birimleri arasında, nakit ihtiyacını karşılayacak miktarda gereğinden fazla yarı mamul stoklarının bulunduğu görülmektedir. Bazı işletmelerde ise, yeterli miktarda hammadde stoğu olduğu halde, birkaç önemsiz parça yüzünden üretim aksayabilmektedir. Bu ve benzer durumlar, öncelikle planlama, üretim, kontrol ve satış olmak üzere, tüm birimlerin katkısıyla stok kontrol sisteminin oluşturulmasıyla önlenebilir. Etkin bir stok kontrol

sisteminin işletme ekonomilerine sağlayacağı faydalar şöyle sıralanabilir:(Kobu, 2014) Üretim faaliyetlerinin düzgün, insan-makine malzeme imkânlarından en verimli şekilde yararlanmasını sağlar. Malzeme ve parçanın bulunmaması sebebi ile oluşan bekleme süreleri ve muhasebesi siteminin ihtiyaç duyduğu bilgiler kolayca toplanır. Dikkatsizlikten dolayı kaybedilen mamul ve malzeme miktarı azaltılır, düzeltme için müdahale edilebilir.

2.1.2 Metotlar ve Modeller

Stok yönetimi, işletmelerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Stok yönetiminde, stokun ihtiyaç duyulduğu zaman tedarik edilmesi ve aynı zamanda stokların elde tutma maliyetlerinin artmaması sağlanmalıdır. İşletmelerin bu durumu sağlayabilmesi için, toplam maliyeti minimum yapacak şekilde her bir üründen ne zaman ve ne kadar sipariş vereceğini belirlemesi gerekmektedir. İşletmeler için oldukça karmaşık gözüken bu soruları yanıtlamak için çeşitli stok kontrol yöntemleri ve modelleri ortaya çıkmıştır. Talep değişkeni, stok kontrol modellerinin sınıflandırmasında temel belirleyicidir. Talep türüne göre; stok kontrol modelleri, olasılıklı modeller ve deterministik ve olarak ikiye ayrılmaktadır.(Sulak, 2008)

İşletmeler tarafından talep miktarının net olarak bilindiği durumlarda deterministik modeller, talebin olasılıksız diğer bir deyişle bağımsız olduğu durumlarda, olasılıklı modeller uygulanmaktadır. Stok yöntemi; stok kaleminin miktarı, değeri, stok bulundurma maliyeti, stokta kaldığı sürenin uzunluğu gibi faktörlerin iyi anlaşılmasını gerektirir.(Ertuğrul ve Tanrıverdi, 2013)

Her işletme tepe yönetim politikalarına, büyüklüğüne, üretim türüne, mali imkanlarına vb. faktörlere göre oluşturduğu bir stok kontrol sistemi uygular. Bu sistemlerde uygulanan yöntemler gözle kontrolden, basit sayma ve bilgisayarın desteğinde karmaşık probabilistik modellere kadar değişenlik gösterebilir. İşletmeler uygulayacağı stok kontrol yöntemini seçerken bu faktörlerin yanı sıra bilgi işlem, personele ilişkin olanaklar ve haberleşmeyi de göz önünde bulundurmalıdır.(Kobu, 2014)

Stok kontrolü; stok çeşitleri ve miktarının, işletmenin tedarik, imalat, satış ve maddi olanaklarına göre maliyet açısından uygun olarak belirlenmesidir. Stok kontrolü ile izlenecek yol şudur: İşletmeler malzeme ihtiyaç planı oluşturarak, malzeme ihtiyaçlarını belirlemelidir. Hangi malzemelerin stoğunun yapılacağına karar vermelidir. Üretimin sürekliliğini sağlamak için sipariş verme zamanını ve elde bulundurulması gereken stok miktarını belirlemelidir. Stok kayıt işlemleri planlamalıdır. Elde tutulan stoklara ayırması gereken minimum maliyet hesaplamalı, ayrıca elde tutulan stokları zaman ve emek açısından en etkili şekilde kullanmak üzere depolanmasını sağlanmalıdır.(Günay, 2005)

Stok yönetim sistemleri sayesinde stok maliyetleri daha yakından takip edilmekte ve stok maliyetleri kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Bu geleneksel sistemlerden biri de tam zamanında üretim (Just-in-time, JIT) sistemidir. Toyota firması bu üretimi 1970'lerde geliştirmiş ve uygulanmaya başlamıştır. Bu üretime göre; Müşteriler istediği (sipariş ettiği) kadar üretilmelidir. Üretim hızı talep değişimlerine tam uymalıdır. Hazırlık süreleri çok kısa olmalıdır. İşçilik, malzeme ve kapasite kaybı sıfır olmalıdır. İnsan gücünün eğitimine ve gelişmesine önem verilmelidir.(Kobu,2014)

Her işletmenin yönetim ve organizasyon durumuna, büyüklüğüne, üretim tipine, mali durumuna ve daha birçok faktörü göz önünde bulundurarak oluşturduğu bir stok kontrol yöntemi vardır. Uygun stok kontrol sisteminin belirlenmesinde, işletmenin stoklarla ilgili karşı karşıya kaldığı talebin yapısı ayırt edici rol oynamaktadır. Yaygın olarak kullanılan stok kontrol yöntemleri şu şekilde sıralanabilir.(Dilworth,1993) Tek kutu yöntemi, gözle kontrol yöntemi, maksimum-minimum stok kontrol yöntemi, çift kutu yöntemi, ABC yöntemi, yapay zekâ (uzman sistemler).

a. Gözle Kontrol Yöntemi: Bu yöntem deneyimli bir depo sorumlusunun belli sürelerde stokları kontrol etmesi ve azalan stok kalemleri için sipariş vermesidir. Ekonomik ve basit bir kontrol yöntemidir. Ancak, deneyimli personel gerektirdiğinden ve küçük işletmeler tarafından kullanabileceğinden kullanım alanları sınırlıdır. Perakende satış mağazaları ve küçük üretim işletmeleri gibi yerlerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Stok kontrolü tamamen görevli personelin inisiyatifine bırakıldığından, talep ve tedarik süresindeki ani değişimler karşısında hata yapma olasılığı yüksek olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.(Kobu, 2014)

b. Tek Kutu Yöntemi: Tek kutu yönteminde, kutu olarak nitelenen raf veya yer belli aralıklarla kontrol edilmekte ve doldurulmaktadır. Bu yöntemde stok giriş ve çıkışı için herhangi bir kayıt yapılmamakta, kutu veya raflar periyodik olarak aldığı kadar stokla doldurulmaktadır. Bu yöntemde

stoksuzluğa düşme ihtimali çok yüksektir ve gözle kontrol yöntemi gibi uygulaması basit ve ucuzdur.(Schroeder, 1993).

c. Çift Kutu Yöntemi: Çift Kutu Metodu ile stok kontrolünde depodaki her malzeme iki farklı kutuda tutulur. Büyük kutu boşalıncaya kadar malzeme kullanılır. Büyük kutunun yakınında, malzeme siparişi için bir talep formu vardır. Yenileme talebi gönderilir ve bu esnada küçük kutudaki malzemeler kullanılır. Küçük kutuda, yeni malzeme siparişi teslim alınana kadar yetecek miktarda emniyet stoku vardır. Stok yenilenmek istendiğinde, talep formu tekrar büyük kutunun altına konur, her iki kutu doldurulur ve döngü tekrar başlar. Bu metotla stok kontrolü basittir ve her stok kullanımında kayıt tutmaya lüzum yoktur. Ancak, standart bir çift kutu sistemi olmaması ve malzemelerin herhangi bir uyarı yapılamadan kullanılamaz hale gelmesi veya demode olması ihtimali vardır.(Doğruer, 2005)

ç. ABC Yöntemi: Bu yöntemde stoklar kendi içinde gruplandırılır ve bu şekilde kontrol edilir. Bu gruplandırma stokların değerine göre yapılmaktadır. Yüksek değerde olan ürünler en önemli olarak belirlenip daha çok kontrol edilirken, değeri daha düşük ürünler daha az önem arz etmektedir. Ürünleri bu şekilde gruplandırma yaparak kontrol etmek, işletmelere hem zamandan hem maliyetten tasarruf etmelerini sağlar. ABC yöntemi ile, işletmelerin bir çok çeşit ve ebatta, değişik önem derecesinde mallardan oluşan stok kalemlerinin toplam içindeki kümülatif yüzdelerine oranlarına göre sınıflandırılmasından ibarettir. Stoklar, stok değerine göre A, B ve C biçiminde üç grupta toplanmaktadır:

A Grubu: A grubuna giren stoklar, toplam stok miktarının % 20'sini, yıllık toplam stok değerinin de %80'ini oluşturur.

B Grubu: Bu gruba giren stoklar, toplam stoklar içinde ne çok yüksek ne de düşük orana sahiptir. Toplam stok miktarının %40'ını, stok değerinin de % 15'ini oluşturmaktadır.

C Grubu: Stoklar, toplam stok miktarı içindeki payı %50, toplam stok değeri içindeki payı %5-10 olan stoklardır.(Demirdöğen, 2009)

d. Maksimum-Minimum Stok Kontrol Yöntemi:Bazı durumlarda sabit sipariş döneminde belli aralıklarla sipariş verilmesi nedeniyle sipariş miktarı çok az olabilmektedir. Bu durumu önlemek için uygulanan maksimum-minimum sisteminde sabit sipariş dönemi sistemi ve sabit sipariş miktarı sistemi birleştirilebilmektedir. Aynı zamanda (S, s) sistem olarak da adlandırılan bu sistemde arzu edilen maksimum stok seviyesi (S) ile minimum stok seviyesi (s) belirlenmektedir. Stoklar belirli zaman aralıklarında, gözden geçirilmekte ve stok miktarı önceden belirlenen stok seviyesinin altında ise sipariş verilmektedir. Eğer stok miktarı belirlenen stok seviyesinin altında değilse eldeki stok miktarının bir sonraki döneme yeteceği değerlendirildiğinden sipariş verilmemektedir. (Dilworth, 1993)

e. Yapay Zeka (Uzman Sistemler):Yapay zekâ çalışmalarındaki esas neden, yorum yapmak ve karar vermek gibi insana ait özelliklere sahip bilgisayar programları geliştirmektir. Çalışmaların tamamı bu amaca uygun olarak yapılmaktadır. Günümüzde optimum seviyedeki üretim koşullarını sağlayabilmek için bir çok yapay zekâ sistemi kullanılmaktadır. Uzman sistemler diye de adlandırılan istatistiksel yöntemler ve yapay zekâ yöntemleri bunlardan bazılarıdır. Yapay zekâ faaliyetlerinin en büyük avantajı işlemlerin daha kısa sürede gerçekleştirilmesini sağlamasıdır. Böylece işletmeler için aynı zamanda daha az gider anlamına gelen zaman kazancı sağlanmış olmaktadır. Bu sebeple yöntem olarak çok rağbet gören çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan verilerin belirlenerek çözüm yönteminin çerçevesi çizilmelidir.(Yıldız ve Kesici, 2016) Bu açıdan baktığımızda uzman sistem teknolojilerinden, stok kontrol süreçlerinde faydalanılabilir. Uzman sistemler stok kontrol süreçlerinde şu faaliyetlerde kullanılmaktadır; günlük olarak stok kayıtlarının kontrol edilmesi, eklenen stokların güncellenmesi ve bütün stok kalemlerini sınıflandırılması, stok kontrolü esnasında, malzeme sayım sonuçlarında oluşabilecek problemlerin araştırılması ve sonuçlarının tespiti, problemleri araştırmak maksadıyla veri taban oluşturulmasıdır. (Hılkın, 2002)

2.2. Endüstri 4.0

Günümüzde modern üretim özellikle Avrupa ülkelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda Avrupa ülkeleri endüstrileri yaşlanan nüfus ve gelişmekte olan ülkelerden gelen rekabet gibi birçok problemle karşı karşıyadır. Ekonomik Politika Komitesi ve Avrupa Komisyonu'na göre, çalışma çağındaki nüfus yaklaşık 48 milyon (% 16) azalacak ve 2050 yılına kadar 58 milyon yaşlı insan olacaktır. 2011'de, gelişmekte olan ülkelerin (Çin, Hindistan ve Brezilya gibi) sanayi değeri payı, 1990'da % 179 artmıştır. Buna karşılık, Batı Avrupa ülkelerinde endüstriyel değer payı;

Almanya, Fransa, Birleşik Krallık olmak üzere toplamda % 36 oranında azalmıştır. Bu sorunlar, iş gücünün azaltılması, ürün geliştirme süresinin kısaltılması, kaynakların verimli bir şekilde kullanılması, siber fiziksel sistem (CPS) ve nesnelerin interneti (IoT) gibi endüstri teknolojilerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu teknolojilerin geliştirilmesiyle, dördüncü endüstriyel devrimin başlangıcını simgeleyen 2011 yılındaki Hannover Fuarı etkinliği sırasında Almanlar tarafından yeni bir konsept olan endüstri 4.0 tanıtılmıştır. İlk yayınlanmasından bu yana birçok Avrupa üretim araştırma organizasyonu ve şirketi, endüstri 4.0 altında imalatın bilgi takas eden ve kontrollü makineler ile birlikte çalışabilen özerk ve akıllıca hareket eden üretim birimlerinden oluşacağını vurgulayan bir çalışma hazırlamıştır.(Qina vd. , 2016)

Teknolojinin hızla ilerlemesi ile ürünlerin üretim aşamaları değişmeye başlamıştır. Bu değişime bağlı olarak akıllı ürünlerin müşteri ihtiyaçlarına göre planlanması sağlanmış ve bu durum endüstri alanında rekabetle birlikte ürünlerin yaşam döngülerinin kısa zamanda tamamlanmasını da beraberinde getirmiştir. Bu karmaşık düzen, üretimde yer alan ana unsurlarla internet, mobil cihaz, sensörler ve diğer akıllı cihazları birleştirme fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu fikir neticesinde endüstri 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır.(Bozkurt ve Durdu, 2016)

Ayrıca günümüzde mevcut üretim paradigması sürdürülebilir değildir. Bir taraftan endüstriyel üretim, küresel iklim ısınması ve çevre kirliliği gibi çevresel bozulmaların çoğuna neden olmakta, öte yandan petrol ve kömür gibi yenilenemez kaynaklardan çok fazla tüketilmektedir. Buna ek olarak, nüfusun yaşlanmasından ötürü işgücü arzı azalmaktadır. Bu nedenle, endüstrinin radikal bir değişime ihtiyacı vardır ve bu değişikliği Endüstri 4.0 ele almaktadır. (Wang vd. , 2015)

Endüstri 4.0 genel olarak dört yönü kapsamaktadır.

a.Fabrika: Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerinden biri olarak gelecekteki fabrika, sadece sensörler, aktuatörler, makineler, robotlar, konveyörler gibi bütün imalat kaynaklarıyla bağlantılı olan ve otomatik olarak bilgi alışverişi yapan değil, aynı zamanda üretim sürecini kontrol etmek ve fabrika sistemini yönetmek için bilinçli ve akıllı olacaktır. Buna ek olarak üretim süreci; ürün tasarımı, servisler, üretim planlaması ve mühendisliği gibi pek çok alanda modüler olarak benzerini yapacak ve uçtan uca birbirine bağlanacaktır. Bu sebeple, bu süreçlerin sadece merkezi olmayan bir sistem tarafından komuta edilmesi değil, aynı zamanda bağımlı olarak kontrol edilmesi demektir. Geleceğin bu tür fabrikaları Akıllı Fabrika olarak bilinir. (Qina vd. , 2016.)

Sabun tesisi, herhangi bir sayıda kişiselleştirilmiş renkli sıvı sabun şişesi üreten akıllı fabrikaların ilk gösterimidir. Müşteriler herhangi bir sayıda farklı sıvı sabun renkleri seçebilirler ve bu üretim tesisi insan kontrolü olmaksızın sabunu üretebilir. Bu üretim tesisi, merkezi olmayan sistemler tarafından kontrol edilen çeşitli iletişim sistemlerinin bir entegrasyonu olarak tasarlanmıştır.(Zuehlke, 2010)

Bu sanayi devriminin ana fikrinde işletmelerde üretim sistemleri bilgisayar, makine, sensör, ve birbirine entegre diğer sistemler üzerine kurulacak ve bu sistemler birbiri ile bilgi alışverişinde bulunarak, insanlardan bağımsız olarak kendilerini koordine edip karar verebileceklerdir. Bu sayede maliyetler, üretim süresi, ihtiyaç duyulan enerji miktarı azalırken; üretim miktarı ve kalitesi artacaktır. Günümüzdeki uygulamalardan uzak olarak yeni sistemlerde, üretilen ürünler benzersiz bir seri numarasına diğer bir deyişle bir kimliğe sahip olacak, bu kimlik sayesinde bir takım bilgileri belleklerinde tutacaklardır.(Ege,2014).

Ürünlere tanımlanan kimlik, RFID teknolojileri sayesinde okunur veya takibi yapılabilir. İngilizce isminin kısaltması olarak bilinen "RFID" Türkçe karşılığı olarak Radyo Frekansı ile Tanımlama olarak adlandırılır. RFID'nin yapısında bulunan bileşenler radyo frekansı ile haberleşmektedir. Okuyucu, etiket ve anten RFID'nin 3 temel parçasıdır. Okuyucuların görevi; ürünlere yerleştirilmiş etiketler yardımıyla ürüne ait bilgileri okumak ve radyo dalgaları vasıtasıyla sayısal bir kod şeklinde almaktır. Etiketlerin görevi, bilgileri saklamaktır. Okuyucu ve etiket arasındaki iletişim antenler vasıtasıyla gerçekleşir ve bu olay bağlama olarak adlandırılır. Okuma mesafesi ekstra antenler ile genişletilebilir.(Maraşlı ve Çıbuk, 2015)

RFID sistemlerinde insan faktörü olmaksızın bilginin oluşturulması ve toplanması amaçlanır. Tüm işletmeler takip etmek istedikleri araba, ürün, taşıyıcı, insan vb. nesneleri uygun nesnelerle eşleştirerek üzerine bilgilerini kaydedebilir ve bu bilgiler belirli mesafelerde okunabilir.

RFID tanımlama sistemleri, Otomatik Tanıma ve Veri Toplama (OT/VT) sektöründe yaygınlaşmıştır. Bu durum tedarik zincirindeki tüm faaliyetlerde malzeme bilgilerinin otomatik olarak okunması ve kaydedilmesini hedeflemektedir. Başta ABD olmak üzere tüm dünyada, RFID

sistemlerden Pasif RF sistemleri etiket maliyetlerinin düşmesi nedeniyle ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.(Çiftçibaşı, 2009)

b. İş: Endüstri 4.0; çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçi, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında var olacak tam bir iletişim ağı anlamına gelir. Her bölüm, ağdaki ilgili bölümlerin talep ve durumlarına bağlı olarak gerçek zamanlı olarak yapılandırmalarını optimize eder. Buna ek olarak, maliyetler ve kirlilik, hammaddeler, CO2 emisyonları, vs. azaltılacaktır. Yani, gelecekteki iş ağı, kendiliğinden organize bir statüye ulaşabilen ve gerçek zamanlı cevapları iletebilen her bir işbirliği bölümü tarafından etkilenen bir yapıda olacaktır.(Qina vd. , 2016)

Ayrıca, endüstri 4.0 teknolojilerinin fabrikalar, tedarikçi, lojistik vb. alanlarında kullanılmasıyla, iş süreçlerinde yaşanan problemler anlık olarak çözülebilecektir. Böylece çalışan personel için zaman ve emek tasarrufu da sağlanabilecektir.

c. Ürünler: Akıllı ürünlerin üretiminde; endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanılacak ve sonuçta yeni bir ürün türü oluşturulacaktır. Oluşturulan bu ürünler; bilgi taşıyan işlemci, tanımlanabilir bileşenler ve gömülü detektörler sayesinde üretim süreçlerinde ve üretim sonrası süreçlerde de izlenilebilecektir. Bu sayede; ürünlerden geri bildirim alınabilecektir.Üretim sürecinin nihai sonucu olarak, ürün kalitesinin geriye doğru akıl yürütme algoritmaları aracılığıyla makine koşulları hakkında daha fazla bilgi sağlanabilir. Günümüzde, böyle bir geribildirim döngüsü mevcut değildir ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır.(Lee vd. ,2014)

Ayrıca müşteriler açısından fonksiyonel rehberlik sağlama gibi faydaları da söz konusu olabilir. Akıllı ürünlere tanımlanacak olan kimlikler sayesinde kullanıcı durumlarının ölçülmesi ve buna bağlı olarak ürüne oluşacak talebin de ölçülmesi, ürün yaşamının izlenmesi gibi bir çok fonksiyon mümkün olabilir.

ç. Müşteriler: Ürünlerin akıllı olarak üretilmesi müşterilere birçok avantaj sağlayacaktır. Belki de gelecekte tamamen akıllı bir üretime geçilmesiyle yeni bir satın alma modeli ortaya çıkacaktır. Müşteriler siparişlerini verdikten sonra üretimin herhangi bir aşamasında, siparişlerini değiştirebilecek veya ürüne ilave özellikler ekleyip, çıkarabilecektir. Bu durum birçok faydayı da beraberinde getirecektir. Özellikle; müşteriler ürünün üretim bilgisine de sahip olabileceklerdir. Müşterin yaptığı değişiklikler sayesinde üreticiler ürünlerin kullanım tavsiyeleri hakkında bilgi sahibi olacaktır. En önemlisi; üreticiler yüzde yüze yakın bir müşteri memnuniyeti sağlayabilecektir.

Endüstri 4.0 ile birlikte birçok teknoloji gündeme gelmiştir. Günümüzde bu teknolojilerin sadece bir kaçı imalat sanayisinde kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte anılan teknolojiler;

a. Siber Fiziksel Sistemler: siber alan, internet ve fiziksel dünyayı birbirine bağlayan sistemler siber-fiziksel sistemler olarak adlandırılmaktadır. Sahip olduğu sensörler vasıtasıyla bu sistemler fiziksel ortamdaki hareketleri internet ortamına aktarmakta ve genel olarak nesnelerin etkileşimini içermektedir.(Geisberger ve Broy, 2012) Üretim sistemlerinde, endüstri 4.0 ve siber-fiziksel sistemlerin başarılı entegrasyonu önemli fayda sağlayacaktır. Siber fiziksel sistemler ile elde edilen kazanımlar akıllı fabrikalarda görülmektedir. Akıllı fabrikaların ortaya çıkması, internetin insanların bilgi ile etkileşime girme şeklini değiştirdiği gibi, mühendislik sistemlerinin etkileşimini de değiştirmesi beklenmektedir.

Siber fiziksel sistemler ile her fiziksel bileşen ve makine, siber uzayda, sensör ağlarından ve manuel girişlerden üretilen verilerden oluşan ikiz bir modele sahip olacaktır. Akıllı algoritmalar verileri siber uzayda işleyecek, böylece fiziksel bileşenlerin sağlık koşulları, performansı ve riskleri hakkındaki bilgileri gerçek zamanlı olarak hesaplanacak ve senkronize edilecektir. Bu ortamda üretim sistemi aynı zamanda bireysel makineler için performanslarına göre özelleştirilmiş imalat kriterleri de programlayabilir. Sonuç olarak, üretim sistemi, her bir ürünün üretimini, yüksek bir garanti sağlamak için üretim hattında yer alan tüm makinelerin mevcut durumuna göre kişiselleştirecek şekilde konfigüre edebilir. Optimum işletme maliyetleri ile kaliteli üretim böylesine akıllı bir fabrikada imalatçı, üretimdeki son dakika değişikliklerini ve geleneksel fabrikalarda elde edilemeyen diğer esneklikleri destekleyerek müşteri şartnamesini karşılayabilmektedir.(Lee, 2015)

b. Öğrenen Robotlar: Robotik sistemlere altyapı oluşturacak birçok çalışma daha önceki süreçlerde yapılmıştır. Bu çalışmalara, El-Cezeri tarafından 1100'lü yıllarda gerçekleşen robotik sistemler örnek verilebilir. Fakat bugünkü anlamıyla robot kelimesi ilk kez 1920 yılında yazılan "Rossum's Universal Robots" adlı oyunda yer almaktadır. 1940'lı yıllardan sonra endüstriyel robotların farklı çeşitleri geliştirilmiş ve endüstri alanında kullanılmıştır. Otomatik olarak iş yapma yeteneği olan makineler olarak kabul edilen robotlar, hâlihazırda endüstri alanında önemli bir

yere sahiptir. Robotik sistemler ile birlikte John McCarthy 1956 yılında Yapay Zeka'yı (Artificial Intelligence) bir bilim olarak tanımlamıştır. John McCarthy'nın tanımına göre yapay zeka ile akıllı makineler yapılabilir. Bu tanımın ilk örneği; 1966 yılında geliştirilen, algılama ve algılar sayesinde karar vererek hareket eden SHAKEY adlı gezgin robottur. Üçüncü nesil robotlar ise 1980 yılında çevresindeki olayları algılamasının yanı sıra algılarına bağlı olarak bir plan üreten ve bu plana uygun davranan olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım otonom robot tanımının da temelini oluşturmaktadır. Ancak yine de 90'lı yıllara kadar robotik alanındaki uygulamalar endüstriyel robotlardır. (Yazıcı, 2016)

Robotlar daha fazla yarar sağlamak için her geçen gün gelişmekte ve daha özerk, esnek ve kooperatif haline gelmektedirler. Endüstri 4.0 ile, bu robotlar bugün daha az maliyetle üretilecek ve üretimde kullanılanlardan daha geniş bir yetenek yelpazesine sahip olacaklar. Örneğin, Avrupalı bir robot üreticisi olan Kuka, birbirleriyle etkileşime giren özerk robotlar sunmaktadır. Bu robotlar birbirlerine entegre şekildedir, böylece birlikte çalışabilir ve eylemlerini kendilerini bekleyen bir ürüne göre otomatik olarak ayarlayabilirler. Kontrol üniteleri ve üst düzey sensörleri, insanlarla yakın çalışma olanağı sağlayabilir.(Rüßmann vd. , 2015)

c. Nesnelerin interneti kavramı; İlk kez 2011 yılında Kopetz tarafından bir işletmede bulunan farklı kaynaklardan verilerin toplanılabilmesi, çoğaltılabilmesi ve organize edilebilmesini anlatmaktadır. Nesnelerin İnterneti, süreç kontrollerini hızlandırmakta ve bağlantısız bir veri yönetimi sağlamaktadır. Bu teknoloji, büyük veri kullanılarak bu verinin siber-fiziksel sistemi harekete geçirebilecek bilgiye dönüştürülmesinde kullanılır. (Lee vd.,2015)

Günümüzde sadece bir üretici sensörlerinin ve makinelerinin bir kısmı ağa bağlanmış ve gömülü bilgi işlem uygulamalarını kullanmaktadır. Bunlar genellikle, sınırlı bilgi ve otomasyon denetleyicilerine sahip sensörlerin ve alan aygıtlarının üzerinde bulunan bir üretim-işlem kontrol sistemine girdiği dikey bir otomasyon piramidinde düzenlenir. Ancak nesnelerin interneti ile, bazen tamamlanmamış ürünler de dahil olmak üzere daha fazla cihaz gömülü bilgi işlem ile zenginleştirilecek ve standart teknolojiler kullanılarak bağlanacaktır. Bu, alan aygıtlarının birbirleriyle iletişim kurmasına ve birbirleriyle etkileşime girmesine ve gerekirse daha merkezi denetleyicilerle etkileşime girmesine izin verecektir. Aynı zamanda analitik ve karar vermeyi merkezîleştirir ve gerçek zamanlı yanıtlar sağlar.(Rüßmann vd. , 2015)

Nesnelerin interneti kavramının, endüstri alanındaki karşılığı nesnelerin endüstriyel interneti olarak karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin endüstriyel interneti, büyük veri teknolojisi içerisinde, makineden makineye (M2M) bilgi akışını ve endüstriyel otomasyon teknolojilerini kullanmayı içerir. Bu kapsamda, akıllı cihazların insanlardan daha verimli olarak verileri doğru bir şekilde, birbirleriyle tutarlı ilettiklerini düşünmek mümkündür. Makineler arasındaki bu bilgi akışı, şirketlerin kaynaklarını güvende tutmalarını ve iş zekâsı çalışmalarını desteklemelerini sağlayabilir. Nesnelerin endüstriyel interneti, özellikle üretim ortamında kalite kontrol, faaliyetlerin devamlılığı, tedarik zincirinin izlenebilirliği ve verimliliği açısından önemlidir.

ç. Bulut Bilişim: Bulut bilişim 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. 2006 yılında Amazon, veri merkezlerini modern hale getirerek bulut bilişimin gelişmesine önemli katkı sağlamış ve bulut bilişim hizmeti olarak adlandırılan Amazon S3'ü hizmete geçirmiştir. Gartner (Danışmanlık ve Araştırma Şirketi) ise 2008'li yıllarda bulut bilişimi; bilgi teknoloji hizmetleri sektöründe kullanıcılar ve tedarikçiler arasındaki ilişkiyi değiştirebilecek bir potansiyel olarak nitelendirmiştir. (Bulut, 2018)

Bulut teknolojisinde ortaya çıkan yeni gelişmeler, Enformasyon Teknolojileri (IT) üreticileri ve bunların tüketicilerinin düşünce biçimini etkilemiştir. Bulut bilişim sistemleri, iş modellerinin temel yapısı, yazılımı ve internet servisleri konusunda köklü değişiklere neden olmuştur. (Wang vd. , 2015) Bulut bilişim sistemleri birçok kuruluş tarafından kurulur ve paylaşılır. Bulut sunucusu tarafından sağlanan bu teknoloji kişisel bilgisayarların yükünü azaltmak amacıyla kullanılır. Bulut teknolojileri sayesinde kullanıcıların, bilgisayarlarına indirmek ve yüklemek istemedikleri uygulamalar depolanabilir. Bu sayede, internete bağlanan cihaz ile her yerde bu bilgilere, programlara ve verilere kolaylıkla ulaşım sağlanabilir.

Bulut teknolojileri ile birlikte kullanılacak olan robotlar büyük bir işlem gücü gerektirir. Bulut sistemi, işlem gücüne ve depolamaya kolay erişim imkânı sağlar. Gelecekte robot üreticileri, nesnelerin interneti kavramının da gelişmesiyle operasyonel destek ve veri merkezi alanları gerektiren robotlar üretmek yerine bulut bağlantılı robotlar üreteceklerdir. Yeni bir döneme hızla geçiş yaptığımız

bu süreçte robotların da beraberinde getirdiği siber güvenlik sorunu dikkate alınmalıdır.(Kahraman, 2018)

d. Büyük Veri Analitiği: Büyük veri setlerine dayanan analiz, üretim kalitesini optimize eden, enerji tasarrufu sağlayan ve ekipman servisini geliştiren imalat dünyasında kısa süre önce ortaya çıkmıştır. (Rüßmann vd. , 2015) Büyük veri analitiği kavramı 2000'li yıllarda endüstri analisti Doug Laney' ın, "Büyük Veri"yi 3V olarak tanımlamasıyla büyük bir kazanmıştır. 3V; İngilizce volume (hacim), velocity (hız) ve variety (çeşitlilik) kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşmaktadır.(Eğer, 2018) Büyük veri genel olarak; programların saklama, yönetme ve işleme kapasitesinden ziyade veri kümelerini anlatmak için kullanılan bir terimdir.

Büyük verinin, boyutları ile analizlerin karmaşıklığının birleşmesi, yeni teknolojilerin ve bunları yönetecek araçların gelişmesine neden olmuştur. Aslında büyük veri, yönetilen verinin türünü, ve onu depolamak için kullanılan teknolojiyi açıklamaktadır. Bu teknolojiler; Google, Amazon, Facebook ve LinkedIn vb. şirketlerin büyük sosyal medya verileri sayesinde, kendileri için geliştirdikleri teknolojiden doğmuştur. (Cackett, 2013)

Büyük veriler gelecekte önemli değerler sağlayacaktır. Büyük verilerin kullanımı artık ölçeklenebilir bir depolama ve bilgi işlem yeteneği sağlayan bulut bilgi işlemi ile mümkün olacaktır. Hangi verilerin toplanacağı, bu verilerin nasıl toplanacağı, nasıl formüle edileceği, anlamının ne olduğu ve nasıl analiz edileceği hakkındaki soruların öncelikle yanıtlanması gerekmektedir. Çeşitli verileri toplamak ve bunları nasıl kullanacağını düşünmek yerine, pratik başlangıcın hangi bilgilerin kalite ve verimlilikle ilgili faktörleri ortaya çıkarabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, arıza makineleri, ürün kalitesini ve bitmiş ürün oranını düşüreceğinden, insanların önceden cevap verebilmesi için sorunları öngörmek için makine durumu ve çalışma geçmişi izlenmeli ve analiz edilmelidir. Verimliliği artırmak için, her işlemin imal (işlem) süresini ve her makinenin çalışma süresinin bilinmelidir. Bu işlemlerdeki performans darboğazını tanımaya ve makinelerin dengesizliğini yüklemeye yardımcı olur. (Wang vd. , 2015)

Endüstri 4.0 bağlamında, üretim sistemlerinden veriler toplanarak, kapsamlı değerlendirme ile gerçek zamanlı karar verme mümkün hale gelebilir. Bu sayede üreticiler, üretim sürecinin sonunda test aşamasında oluşan bir hatayı, üretimin başlayıcındaki süreçler ile ilişkilendirerek üretim sürecinin başlarında hataları belirleyip, ortadan kaldırarak üretim kalitesini artırabilir. Yeni iş modellerinin oluşturulabilmesi için endüstri 4,0'ın çeşitli paradigmalarından bahsedilmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte genel olarak üç boyuttan bahsedilir. Bunlar; değer yaratma ağları arasında yatay entegrasyon, ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik, imalat sistemlerinde bağlantı ve dikey entegrasyon.(Wang vd. , 2015)

a. Şirketlerin yatay entegrasyonu ve fabrikanın dikey entegrasyonu: Mühendislik sürecinin uçtan uca entegrasyonunun iki temeldir. Bunun nedeni, ürün yaşam döngüsü, farklı şirketler tarafından gerçekleştirilmesi gereken birkaç aşamadan oluşmasıdır. Bir şirket, hem diğer ilgili şirketler ile rekabet etmeli aynı zamanda işbirliği de yapmalıdır. Kurumlar arası yatay entegrasyon sayesinde ilgili şirketler etkili bir çevre oluşturabilirler. Bu şirketler arasında finans, bilgi ve materyal kolaylıkla dolaşabilir. Bu durum, yeni değer ağları ve iş modellerinin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilir.(Wang vd. , 2015)

b. Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik: Ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında ürünün hammaddesinin tedarik edilmesinden, üretilmesi, kullanılması ve tüketilmesinde kadar olan süreçlerde akıllı çapraz bağlantı ve dijitalizasyonu içermektedir. (Alçın, 2016) Ürün odaklı bir değer yaratma sürecinde, müşteri gereksinimi ifadesi, ürün tasarımı ve geliştirme, üretim planlaması, üretim mühendisliği, bakım, servisler, ve geri dönüşüm gibi bir dizi faaliyet gerçekleştirilir. Entegrasyon ile sürekli ve tutarlı bir ürün modeli her aşamada yeniden kullanılabilir. Ürün tasarımının üretim ve servis üzerindeki etkisi, güçlü yazılım zincirinin kullanılmasıyla öngörülebilir, böylece özelleştirilmiş ürünler etkinleştirilir. (Wang vd. , 2015)

c. Dikey entegrasyon ve ağ üretim sistemleri: Üretim merkezinden üretim hücreleri, hatları ve fabrikalar yoluyla bir değer oluşum modellinin, farklı birleştirme ve hiyerarşik seviyelerdeki akıllı çapraz bağlanması ve dijitalleştirilmesi olarak tanımlanır. Ayrıca; pazarlama, satış ve teknoloji geliştirme gibi değer zinciri ile ilgili faaliyetleri de entegre eder.(Stock ve Seliger, 2016) Bir fabrika; aktüatör, sensör, kontrol, üretim yönetimi, imalat ve kurumsal planlama gibi çeşitli fiziksel ve bilgi alt sistemlerine sahiptir. Esnek bir üretim sistemini etkinleştirmek için sensör ve aktüatör sinyallerinin farklı seviyelerden kurumsal kaynak planlaması (ERP) seviyesine

dikey olarak entegrasyonu için gereklidir. Bu entegrasyonla akıllı makineler üretim sürecini şeffaf hale getirmek için, dinamik olarak farklı ürün türlerine uyum sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılabilen ve kendi kendini organize eden bir sistem oluşturur. (Wang vd. , 2015)

d. Katmanlı Üretim: 1987 yılında UltraViole ışığına duyarlı polimerlerin lazer ile katman katman kürlenmesi ile başlayan hızlı prototipleme endüstrisi, yıllar sonra çok büyük bir endüstri haline dönüşmüştür. Bu sistemler ilk yıllarındaki gibi sadece hızlı prototipleme amaçlı kullanılmayıp doğrudan parça üretimi maksadıyla kullanıldığından, terminoloji de gelişerek Katmanlı Üretim Teknolojileri - KÜT (Additive Manufacturing Technologies) olarak anılmaya başlamıştır.(Kahraman, 2018)

Şirketler daha çok, çoğunlukla prototip oluşturmak ve tek tek bileşenler üretmek için kullandıkları 3 boyutlu baskı gibi ek üretim yöntemlerini uygulamaya başlamışlardır. Endüstri 4.0 ile bu toplu üretim yöntemleri, karmaşık ve hafif tasarımlar gibi inşaat avantajları sunan küçük ölçekli özel ürünler üretmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yüksek performanslı, merkezden bağımsız toplu üretim sistemleri nakliye mesafelerini ve eldeki stokları azaltacaktır. Mühendislik aşamasında, malzemelerin ürünlerin ve üretim işlemlerinin 3 boyutlu simülasyonları zaten kullanılmaktadır ancak gelecekte simülasyonlar kapsamlı şekilde kullanılacaktır. Bu simülasyonlar, gerçek dünyadaki verileri, fiziksel dünyayı, makineler, ürünler ve insanları içerecek şekilde sanal bir modelde yansıtmak için kaldıraç kuvveti uygulayabilecektir. Bu, operatörler fiziksel değişimden önce sanal dünyadaki ürünün makine ayarlarını test ederek optimizasyon sağlamalarını ve böylece makine kurulum sürelerini azaltarak kaliteyi artırmayı amaçlamaktadır. Günümüzde üreticiler, fiziksel makinedeki verileri kullanarak parçaların işlenmesini taklit edebilen bir sanal makine geliştirmişlerdir. Bu durumun, gerçek işleme sürecinin kurulum süresini yüzde 80'e kadar düşüreceği tahmin edilmektedir.(Rüßmann vd. , 2015)

Öte yandan, üç boyutlu yazıcılar üzerinde iyileştirme ve geliştirme çalışmaları hızla devam ediyor. Örneğin, metal tozlarını kullanıp lazer ile birleştiren özel amaçlı bir üç boyutlu yazıcı ile, bir savaş gemisi çeşitli boyutlarda ve türlerdeki yedek parça ihtiyacı için hiçbir limana uğramadan ve tedarik almadan, gemi içerisinde bulunan üç boyutlu yazıcıyı kullanarak istenilen parçaları istenilen karmaşıklık seviyesinde üretebilir hale gelmiş durumdadır. Benzer şekilde uluslararası uzay istasyonunda gerekli olabilecek bir üç boyutlu parça, uzay istasyonu içerisinde bulunan bir üç boyutlu yazıcıdan elde edilebiliyor.(Yıldız, 2017)

Katmanlı üretimin endüstri 4.0 çağında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Katmanlı üretim sayesinde, tasarımda değişiklikler ve üretimi güç olan parçaların kısa sürede kolaylıkla üretilmesi beklenmektedir.

e. Arttırılmış Gerçeklik: Son yıllarda bilişim teknolojileri alanında en çok yer alan teknolojide Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisidir. Birçok alanda çalışmanın yapıldığı artırılmış gerçeklik, günden güne hayatımıza daha fazla girmeye başlamış bir teknolojidir. Gerçeklik teknolojisi en basit anlamda, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik olarak ikiye ayrılabilir. Artırılmış gerçeklik; gerçek dünya ile bağlantısını devam ettiren, veri ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklenebildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlamaktadır. Sanal gerçeklik ise; bilgisayar kaynaklı üç boyutlu oyunlarda karşılaşılan, kullanıcının bu ortama girdiğinde dünya ile ilişkisinin tamamen yok olduğu bir ortam olarak ifade edilmektedir.(İçten, 2017) Artırılmış gerçeklik tabanlı sistemler, bir ambarda mobil cihazlar ve parça seçimi üzerinden onarım komutları gönderme gibi türde hizmetleri desteklemektedir. Hâlihazırda bu sistemler emekleme aşamasındadır ancak gelecekte şirketler, çalışanlarına karar vermek, çalışma usullerini iyileştirmek, gerçek zamanlı bilgiler sunmak için genişletilmiş gerçeklerden daha fazla yararlanacaklardır.(Rüßmann vd. , 2015)

f. Siber Güvenlik: Güvenlik olmaksızın akıllı fabrikalarımıza hizmet etmek pek mümkün görünmemektedir. Akıllı fabrikaların geleneksel internet uygulamalarına göre daha büyük güvenlik sorunlarıyla karşılaşabileceği tahmin edilmektedir. Özellikle müşteriler, tedarikçiler, ticari stratejiler ve teknik bilgiler hakkında bilgilerin korunması işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tür bilgilerin açığa çıkması bir takım hukuki sonuçlar doğurabileceği gibi büyük bir kâr kaybına da neden olabilir.

Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılırken, makineler ve diğer fiziksel nesneler ve hatta insanlar bir buluta bağlıdır. İşletmelerde, güvenlik sorunu yaşandığında, bu nesneler doğrudan mal kaybına neden olacak şekilde çalışabilir. Bu gibi sorunlar yaşamamak için işletmeler tarafından şifreleme ve yetkilendirme sistemleri endüstri 4.0 uygulamalarında kullanılabilir. Ancak bu sistemlerin siber

güvenliği tamamen sağlayıp sağlamayacağı değerlendirilmelidir. Akıllı fabrika için özel olarak tasarlanmış yeni yazılımlar geliştirilebilir. Birçok şirket hala bağlantısız veya kapalı yönetim ve üretim sistemlerine güvenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte gelen standart iletişim protokollerinin artan bağlantısı ve kullanımıyla önemli endüstriyel sistemlerin siber güvenlik tehditlerine karşı koruma ihtiyacı çarpıcı bir şekilde artmaktadır. Sonuç olarak, makinelerin ve kullanıcıların karmaşık kimlik ve erişim yönetiminin yanı sıra güvenli, güvenilir iletişim kurulması da önemlidir. (Rüßmann vd. , 2015).

3. Metodoloji

Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür incelemesi yöntemi kullanılmış ayrıca işletmelerin stok kontrol süreçleri ve endüstri 4.0 uygulamaları incelenmiştir. Çalışma sonuncunda Endüstri 4,0'ın amaçları, kapsamı ve paradigmaları incelenerek, stok kontrol süreçlerine etkileri değerlendirilmiştir. Literatür incelemesi kısmında öncelikle stok kontrol methodları belirlenerek methodların genel özelliklerinden bahsedilmiştir. Her bir methodun avantajları, dezavantajları ve uygulanma yöntemleri belirlenmiştir. Çalışmanın bu kısmının amacı kullanılan yöntemlerin güncel durumlarını belirleyerek konuya hakimiyet sağlamaktır. Araştırmanın ikinci kısmında Endüstri 4.0 nedir, hali hazırda var olan sistemler üzerindeki etkileri neler olacaktır sorularına cevap bulmak amacı ile ayrıntılı bir tarama yapılmıştır. Bulunan cevaplar ile Endüstri 4.0 ile gelecek olan değişiklikler belirlenmiştir. Çalışmanın son adımında ise stok kontrol methodları ve Endüstri 4.0'ın getirdiği değişiklikler karşılaştırılarak Endüstri 4.0 uygulamaları sonucunda ortaya çıkacak değişiklikler belirlenmiştir. Mevcut durumda henüz çok yaygın olmayan Endüstri 4.0 uygulamalarının getirmesi beklenen değişiklikler açıklanarak, bu değişiklikler ile ilgili çözüm önerileri belirlenmiştir.

4. Endüstri 4.0 ve Stok Kontrolün Etkileşimi

Yapılan literatür taramasında, endüstri 4.0 ve stok kontrol süreçleri ile ilgili birçok kaynağa rastlanmış ve ilgili bölümlerde genel bir çerçevede açıklamıştır. Genel olarak Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanacağı alan üretim sistemleri olarak öngörülmektedir. Endüstri 4.0 uygulamaları, üretim süreçlerinin tümünde, kas gücünü ortadan kaldırarak dijital sistemler üzerinden üretim yapmayı amaçlamaktadır.

Stok kontrol süreçleri ve endüstri 4.0 uygulamaları ortak bir payda da birleştirildiğinde; belki bugün kullandığımız bir çok sistem ve iş gücü ortadan kaldırılarak maliyet, zaman ve emek tasarrufu sağlanabilecektir. Söz konusu tasarruflar endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilebilir.

Üretim yönetimi miktar, kalite, zaman ve maliyet için en uygun değeri bulmaya çalışır. Farklı bir deyiş ile üretim yönetimi mamullerin; miktar, özellik, yer ve zaman açısından değerlendirildiğinde en düşük maliyeti sağlayan çözümü bulmaya ve bu sayede; tüketici isteklerini fiyat, zaman, miktar ve kalite açısından en iyi şekilde karşılamaya, mümkün olduğu kadar stok düzeyini düşük tutmaya veya stok devirlerini arttırmaya, işletmenin kas gücü ve makina kaynaklarından yararlanmasını arttırmaya çalışır. (Kobu, 2014)

Üretim yönetiminin amaçlarından da anlaşıldığı gibi, işletme faaliyetlerinin en uygun değerle gerçekleştirilmesinde stoklar üretim yönetiminde önemli bir yere sahiptir. Stok yönetimi açısından konuyu ele alacak olursak, üretim yönetiminin en uygun değere ulaşmasında, stok düzeylerinin minimum seviyede tutulması gerekmektedir.

Bu aşamada işletmelerin stok seviyelerini nasıl minimum düzeyde tutacağı sorusu akla gelmektedir. Bu soru, stok yönetimi süreçlerinde endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasıyla sağlanacağı düşünüldüğünde basitçe yanıtlanabilir. Stok kontrolleri yukarıda bahsedilen geleneksel yöntemlere benzer çeşitli yöntemlerin geliştirilmesinden ziyade, günümüzde birden fazla teknolojinin kullanılmasıyla oluşturulacak sistemler aracılığıyla yapılmalıdır.

Artık stok kontrol yöntemleri yerine oluşturulacak stok kontrol sistemleri araştırılmalı ve geliştirilmelidir. Şimdi oluşturulabilecek stok kontrol sistemlerinin hangi teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilebileceğini açıklamaya çalışalım. Talepler, işletmelerin bulunduracakları stok miktarını şekillendirir. Bu sebeple, işletmeler stok seviyelerini, minimum seviyede tutabilmek için öncelikle talep tahminlerini en doğru şekilde yapmalıdır. Dolayısıyla bir işletme stok miktarını belirleyebilmesi için, öncelikle oluşacak talep miktarını öngörmesi gerekmektedir. Ancak bu durum işletmeler için çözülmesi gereken karmaşık bir problemdir.

İşletmeler tarafından talep tahminlerinin yapılmasında veya gelişen teknolojilerle net olarak belirlenmesinde, RFID sistemlerinden yararlanılabilir. RFID sistemleri sayesinde ürünlerin içine

gömülü kimliklerin okunmasıyla depoda stoklanacak her türlü hammadde ve malzemeye var olduğu ilk andan itibaren izlenebilir. Bu sayede kullanıcı durumları ölçülebilir ve buna bağlı olarak ürüne oluşacak talep ortaya çıkabilir. Böylece işletmeler piyasada oluşacak talep dalgalanmaları da önceden tahmin ederek gerekli tedbirlerini alabileceklerdir. Bu durum aynı zamanda işletmelerin bulundurması gereken stok miktarını da net olarak bilmesini sağlayacaktır.

Stoklanacak hammadde veya malzemelere; deponun büyüklüğü, maliyet, okuma mesafesi gibi unsurlar göz önünde bulundurularak elektromanyetik ve manyetik bağlama yapılabilir. Depoda stokların kontrolü, stokların üzerindeki kimlik-etiket, etiket okuyucusunun yaydığı elektromanyetik dalgaların antenle buluşmasıyla ve etikette bulunan devreleri harekete geçirmesiyle gerçekleşir. Etikette bulunan kondansatör, etiket okuyucusundan gelen dalgalardaki enerjiyi alır, mikroçip bu enerjiyi kullanarak dalgaları okuyucuya geri gönderir, okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürür ve okuma işlemi gerçekleşmiş olur. (Maraşlıve Çıbuk, 2015)

Stok yönetim süreçlerinde toplam maliyeti minimize edecek şekilde doğru zamanda ve doğru miktarda sipariş verilmelidir. Aksi halde işletmeler bir takım stok problemleri ile karşı karşıya kalabilir. İşletmelerin bu problemlerle karşı karşıya kalmaması için endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak hem ürünler hem depolar akıllı hale getirilmelidir. Örneğin; yukarıda bahsettiğimiz gibi kimlik bilgisi ürüne gömülü olan bir ürün, nihai tüketici tarafından satın alındığında, alınan ürün ve ürünü oluşturan hammadde ve malzeme bilgileri fabrikaya tarafından görülebilir. Ürün satışı sonucu oluşan eksilmelere bağlı olarak stok seviyeleri yeniden güncellenerek, stok ihtiyacı belirlenebilir. Böylece fazla ya da eksik stok bulundurma gibi bir problem söz konusu olmaz.

Talep tahminleri yapılarak, stokun net olarak belirlenmesinden bir adım daha öteye gidersek, fabrikaların ihtiyaç duyduğu malzemelerin endüstri 4.0'ın getirdiği katmanlı üretim sayesinde gerçekleşebilir mi? Bu soru aslında endüstri 4.0 geleneksel yöntemlerden biri olarak sunulan tam zamanında üretimi destekleyecek mi sorusunu da beraberinde getirmektedir. Aslında, tam zamanında üretimin dayandığı görüşlere baktığımızda birbirlerini destekler nitelikte oldukları görülmektedir.

Ancak gelecekte her işletme için stok bulundurmama ya da gerektiğinde katmanlı üretimden faydalanılarak ihtiyaçların karşılanması gibi durumlar söz konusu olmayabilir. Bu durumda depo içinde stoklanan ürünlerin mutlaka stok kontrollerinin ve malzeme ihtiyaç planlamalarının yapılması gerekir. Yukarıda bahsettiğimiz talep tahminlerinde de bize yardımcı olması düşünülen kimlik belirleme yöntemiyle depo içine giren ve çıkan malzemelerin miktarına ve cinsine hakim olmak söz konusu olabilir.

Depo içindeki malzemelerin cinslerine ve miktarlarına hakim olduktan sonra malzemelerin ihtiyaç halinde hızlı bir şekilde kullanılabilmesi için depo içindeki yerlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Stokların depo içindeki yerlerinin bilgisi çeşitli teknolojilerin bir araya getirilmesi ile mümkün olabilir. Örneğin; depo, ürünlerin özelliğine göre çeşitli boyutlarda adalara bölünerek ürünler bu adalara yerleştirildikten sonra ürün kimlikleri ile ürünler sorgulandığında, depodaki yerleri bilgisayar ekranlarında güncel olarak gözükebilir. Bu sorgulama tek merkezden yapılabileceği gibi üretim sürecinde yer alan birden fazla birim tarafından da yapılabilir. Bu sayede doğru, net ve anlık bilgi akışı ile iletişim sağlanabilir.

Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak oluşturulacak tüm stok kontrol sistemlerinde mutlaka bir çok departman birbiri ile iletişim halinde olmalıdır. Endüstri 4.0 beraberinde getirdiği birçok teknoloji ile, tedarikçiden hammaddenin alınmasından, malzemenin yarı mamul veya mamul haline getirilip nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar olan süreçlerde anlık olarak bilgi edinmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Şirketler, fabrikalar, tedarikçi, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında yatay ve dikey entegrasyon ile oluşturulabilecek bir yapı sayesinde, tüm veriler bulutta toplanabilir. Bulut sayesinde bilgisayarların yükü hafifletilerek her türlü veri depolanabilir. Tüm departmanlar istedikleri veriye, istedikleri yer ve zamanda sahip olabilirler. Oluşacak bu yatay ve dikey entegrasyon sayesinde satışlar, stok seviyeleri, talepler vb. gibi bir çok bilgiye anlık olarak ulaşılabilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Özerk robotlar, yapay zekâ ile birlikte nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilgi işlem gibi birçok teknolojinin kullanılmasıyla Endüstri 4.0 çağının yaşanması beklenmektedir. Bu teknolojilerin üretimde; esneklik, üretkenlik, şeffaflık, karlılık, çalışan dostu ve enerji verimliliği gibi birçok fayda

sağlayacağı öngörülmektedir. Ancak bu teknolojilerin geliştirilmesine paralel olarak, birçok alanda da yenileştirme ve geliştirme yapılmalıdır.

Örneğin; endüstri 4.0'ın temel yapı taşlarından birini oluşturan yazılım konusu büyük önem arz etmektedir. Endüstri 4.0 çağının öngördüğü üretim ortamının hızla bir geçiş yapılabilmesi için yazılım konusunda araştırmalar yapılarak, uzman personel yetiştirilmelidir.

Gelecekte, Endüstri 4.0 ile öngörülen üretim ortamı sağlandığında belki de hayatımızda bir çok şey değişecek. Bugün geliştirmeyi düşündüğümüz stok kontrol yöntemleri yerini tamamen siber fiziksel sistemlerle donatılmış depolara bırakacak ve biz ihtiyaç duyduğumuz her bilgiye tek tuş ile ulaşabileceğiz.

6. Gelecekteki Araştırma

Endüstri 4.0 teknolojileri stok kontrol yöntemlerine şüphesiz büyük katkılar sağlayacaktır. Ancak üretim sistemlerinde hangi teknolojilerin kullanılacağı belirledikten sonra bu teknolojilerin ihtiyaç duyduğu detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Üretim sürecinde oluşabilecek beklenmedik durumlarda kendi kendine organize olan üretim sistemleri modellemeli, dinamik denklemlerini çıkarmalı ve uygun kontrol yöntemleri geliştirilmelidir. Hangi verilerin ne zaman, hangi makine tarafından nasıl bir formülle toplanacağı ve analiz edileceği araştırılmalıdır.

Tüm bu konuların dışında özellikler üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konu vardır ki o da güvenlik konusudur. Özellikle; akıllı fabrikalar, geleneksel fabrikalara nazaran daha fazla güvenlik sorunlarıyla karşı karşıya kalacaktır. Fabrikalar bir taraftan kendi sistemlerini korurken, aynı zamanda müşteriler, tedarikçiler, ticari stratejiler, teknik bilgiler gibi değerli bilgileri de korumalıdır.

KAYNAKÇA

[1] S. HILKIN, 2002,3"Lojistik ve Ulaştırma Hizmetlerinde Optimal Stok Planlama Yönetimi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi.

[2] Ege, 2014, "Endüstri 4.0 Devrimi Kapıda mı?, Bilim ve Teknik Dergisi", Mayıs Sayısı.

[3] KOBU, 2014, "Üretim Yönetimi" Beta Yayınevi, 17. Baskı İstanbul,

[4] B. SEZEN,392004, "Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi Problemleri için Elektronik Tablolar Yardımı ile Simülasyon Uygulaması" Yönetim ve Ekonomi Cilt:11 Sayı:1,MAKALE

[5] C.ÇEVİK,442012, "Lojistik Yönetiminde Stok Kontrolü Ve Dinamik Stok Kontrol Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak Bir İşletmede Analizi" Yüksek Lisans Tezi,Sayfa:57-58

[6 ZUEHLKE,632010, "SmartFactory—Towards a factory-of-things. Annual Reviews in Control".

[7] D.CACKETT, 2013,52"Information Management and Big Data, A Reference Architecture" White paper. Redwood Shores: Oracle Corporation.

[8] ÇİFTÇİBAŞI,162009, "RFID Sistemlerde Güvenlik Açıkları Ve Çözüm Yolları",STM A.Ş Elektrik Mühendisliği, Sayı: 437.

[9] 46GEISBERGER, M. BROY, 2012, "Agenda CPS, Integrierte Forschungsagenda Cyber- Physical Systems" (acatech Studie). acatech –Deutsche Akademie der Technikwissenschaften,Munich.

[10] Ekonomik Forum Dergisi, 2016, Sayı: 259, Sayfa: 17. DERGİ

[11] F.MARAŞLI, M.ÇIBUK, 2015, "RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları". DERLEME

[12] SULAK,202008, "Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi", Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

[13] İ. DOĞAN,641995, "Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları" İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.

[14] İ.ERTUĞRUL ve Y.TANRIVERDİ, 2013,35"Stok kontrolde ABC yöntemi ve AHP Analizlerinin İplik İşletmesine Uygulanması", Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, C :5, S :1, sayfa:41-52.MAKALE

[15] J.68B. DILWORTH, 1993, "Production and Operations Management: Manufacturing and Services"

[16] J. D. VİALE, 1996,67"Basics of Inventory Management: From Warehouse to Distribution Center"

[17] J.LEE, 2015, “Smart Factory Systems”. 20

[18] J. QİNA,51Y. LİUA, R. GROSVENORA, 2016, “ A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond”.

[19] 40J.LEE, H. KAO, S. YANG, 2014, “Service İnnovation And Smart Analytics For Industry 4.0 And Big Data Environment”.

[20] K.B.KOÇ,121999, “Otomotiv Bakım Onarım İşletmesinde Stok Kontrolü ve Optimizasyonu”, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt:3, Sayı: 2, Sayfa: 63-71.DERGİ

[21] M. AYANOĞLU, 2005, “Üretim Yönetimi (Ders Notları)”, Adapazarı: Sakarya Kitabevi, Sayfa:336

[22] M. DOĞRUER,712005, “Üretim Organizasyonu ve Yönetimi”, İstanbul: Alfa Basım Yayım.

[23] 37M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch, 2015, “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”.

[24] M. S. YILDIZ, B. KESİCİ,472016, “Kalite Kontrol Faaliyetlerinde Yapay Zekâ Kullanımı ve Bir Otomotiv Yan Sanayisinde Uygulanması”, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi,Sayı:12.

[25] M. TANYAŞ ve M. BASKAK, 2006,35“Üretim Planlama ve Kontrol”, 2. Yayın, İstanbul: İrfan Yayımcılık,

[26] M. TEKİN,722003, “Üretim Yönetimi”, Cilt 2, Günay Ofset, Konya.

[27] O. DEMİRDÖĞEN,202009, “Üretim Yönetimi”, Atatürk Üniversitesi İİBF Fındıkoğlu Araştırma Merkezi Yayınları, Erzurum.

[28] 62R. G. SCHROEDER, 1993, “Operations Management: Decision Making İn The Operations Functions”

[29] S. ALÇIN,49“Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal of Life Economics, sayı 8, s:19-30, 2016.DERGİ

[30] S. GÜNAY,202005, “Lojistik Yönetim ve Stok Kontrolünde Silver Meal Modelinin Uygulanması” Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.43

[31] S. WANG, J. WAN, D. LI, C. ZHANG, 2015, “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook”.

[32] 48Serpil GÜNAY, “Lojistik Yönetim Ve Stok Kontrolünde Sılver-Meal Modelinin Uygulaması”. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya, 2005.

[33] T.İÇTEN, 2017, “Güngör70BAL, Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi”

[34] 54T. STOCK, G. SELİGER, 2016, “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”.

[35] T. YILDIZ, 2017, “Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye'deki Mevcut Durum.”

[36] Ü. İ. BOZKURT, A. DURDU, 2016, “Akıllı Fabrikalarda Dağıtılmış Kontrol Sistemleri Uygulaması Ve RFID Yaklaşımı”.

[37] WEB_1, 02.04.2018,53Canan Bulut, Bulut Bilişim Nedir?, http://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/

[38] WEB_2, 2018, 05.04.2018, Hakan Kahraman, Bulut Bağlantılı Robotlar ve Endüstri 4.0 ,65http://www.endustri40.com/bulut-baglantili-robotlar-ve-endustri-4-0/

[39] WEB_3, 28.03.2018, Önder Eğer, Big Data’nın (Büyük Veri) Endüsriyel Kullanımı, http://www.endustri40.com/big-datanin-buyuk-veri-endustriyel-kullanimi/

[40] WEB_4, 31.03.2018, Hakan Kahraman,60Endüstri 4.0 ile Katmanlı Üretim, http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-katmanli-uretim/ /

[41] Y. LİAO.31F. DESCHAMPS, E. de F. R. LOURES, L.F.P. RAMOS, 2017, “Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal, International Journal of Production Research”, 55:12

[42] A.Yazıcı, 2016, “Endüstri 4.0 Ve Otonom Robotlar”,2Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ve Yapay Zeka ve Robotik Laboratuvarı”

[43] Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, 2017,Cilt: 2, Sayı:1, ,Sayfa 50-60 Online Yayın Tarihi:01.08.2017 DERGİ Commented [MGÖ1]

ENDÜSTRİ TARİHİNE KISA BİR YOLCULUK VE TÜRKİYE ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

Hazal Koray Alay[1]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi/İşletme Yönetimi

hazalkoraygenc@hotmail.com

ÖZET

Hızla küreselleşen dünyada, hızla artan ve değişen istek ve ihtiyaçlara cevap verebilmek için yenilikçi, güvenilir ve hızlı çözümler üretmeyi amaçlayan endüstriler, yepyeni bir sanayi reformu olan Endüstri 4.0 dönemine girmiş bulunmaktadır. Dördüncü yeni nesil endüstri devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0 konsepti, ilk kez 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Sanayi Fuarında gündeme gelmiş ve Alman hükümeti tarafından desteklenip geliştirilmiştir. Daha önceki sanayi devrimleri ile karşılaştırıldığında Endüstri 4.0, siber fiziksel sistemler, nesne ve hizmetlerin İnterneti olarak bilinen ilkelere sahip, akıllı üretimi temsil etmektedir. Endüstri 4.0, yapay zeka ile yapılandırılmış akıllı fabrikalarda, fiziksel işlemlerin siber sistemler ile izlenebileceği, nesnelerin kendi arasında ve insanlarla iletişime geçebileceği bir sistem kurmayı hedeflemektedir. Bu çalışmada endüstri devrimlerinin gelişim sürecinden bahsedilmiş ve Türkiye'nin bu süreçteki konumu üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur. Sonuç olarak, gelişmekte olan ve yapı itibariyle ticaret odaklı olan Türkiye'nin de bu sisteme ayak uydurmak zorunda olduğu ve içinde bulunduğu üçüncü endüstri devriminin getirdiği yenilikleri uygulamalı olarak hayata geçirmesi gerektiği, büyümeye dayalı uzun vadeli hedefleri arasında teknoloji ve sanayi odaklı üretime geçiş stratejilerinin olması gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi, Teknoloji, Bilişim

ABSTRACT

In the rapidly globalising world, the industry has entered a new era of industry reform, Industry 4.0, which aims to produce innovative, reliable and fast solutions to increasing demands and needs. The concept of Industry 4.0, the fourth new-generation industrial revolution, was first introduced at the Hannover Industry Fair in Germany in 2011 and was supported and developed by the German government. Compared with previous industrial revolutions, industry 4.0 represents cyber-physical systems, intelligent production, which has the principles known as the Internet of objects and services. Industry 4.0 aims to build a system in smart factories that are structured with artificial intelligence, where physical processes can be tracked by cyber systems and objects can communicate with themselves and people. In this study, the development process of industrial revolutions was stated and the role of Turkey is evaluated in the process. As a result, it is seen that Turkey which is a developing and trade-oriented country also has to adapt to this system. It has been discovered that the innovations of the third industrial revolution must be passively applied. Turkey should start to benefit from the innovations of the third industrial revolution. Also, it has been revealed that there should be technology and industry oriented production strategies among the long-term goals based on growth of the country.

Keywords: Industry 4.0, Industry, Technology, Informatics

1. GİRİŞ

Endüstri devriminin tarihsel gelişimi incelendiğinde, üretim süreçlerini kökten değiştirdiği tüm çevrelerce kabul edilmiş dört büyük devrim yaşandığı bilinmektedir. İlk Endüstri Devrimi 18. yüzyılın

sonunda su ve buhar gücünün kullanımında daha verimli standartlar geliştirilmesini sağlayan mekanik tezgahların kullanılmaya başlaması ile gerçekleşmiştir. İkinci endüstri devrimi ise 20. yüzyılın başlarında Henry Ford 'un verimliği artırmak için üretim bandı tasarımıyla başlamıştır. Bu süreç sonrası elektriğin aktif olarak seri üretimde kullanılmaya başlanması ve üretim hattının daha kullanışlı olacak şekilde geliştirilmesiyle yeni bir döneme girişin ateşi yakılmıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi olarak adlandırılan dijital teknolojilerin ortaya çıktığı 1970'ler de üretimde mekanik ve elektronik teknolojiler yavaşta olsa yerini programlanabilir makinelere bırakmıştır. Günümüzde ise yepyeni bir teknolojik devrim olan Dördüncü Endüstri Devrimi her şeyi kökten değiştireceğine inanılan bir çağam giriş yapılacağını duyurmaktadır. Endüstri 4.0 dönemi makinelerin insanlar ile etkileşime geçeceği, sanal dünyanın yapay zeka ile birleştiği bir dönemi ifade etmektedir (ALÇIN, 2016).

Endüstri 4.0 getirdiği yenilikler ile firmaların birbiriyle iletişim kurmaları için çok boyutlu ağlar ile bağlantı kurmalarına fırsat tanımaktadır. Bu bağlantı sayesinde tedarikçi, fabrika sahibi, dağıtıcı, imalatçı gibi ürün üretim sürecinde yer alan tüm aktörler birbirleri ile sürekli iletişim hakinde olabilecek ve siber fiziksel bir sistem ağı kurulabilecektir. Bu durum firmalara üretim süreci üzerinde daha etkin bir denetim- kontrol sistemi sağlamakla birlikte, tedarik zinciri yönetimi konusunda da yardımcı olacaktır (Kavas,2017).

Bu bağlamda düşünüldüğünde Endüstri Devrimleri birbirlerini takip eden bir süreci ifade etmektedir. Bu çalışmada da Endüstri Devrimleri bağlamsal açıdan bir değerlendirmeye tabi tutulacaktır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Literatüre yeni girmiş bir kavram olan, hatta Türkiye'nin henüz 2. Endüstri ve 3. Endüstri devrimlerini yaşadığı bir dönemde 4. Endüstri devriminin ne anlama geldiği ve Türkiye için ne ifade ettiği konusunda ilgili yazından destek alınarak bir değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır. Bu alanda Türkiye'de yapılmış bilimsel çalışmaların yetersizliği ve konunun tam olarak anlaşılmamış olması çalışmanın önemli bir kısıtı olmakla birlikte, yapacağımız değerlendirmelerin hem ilgili yazına katkı sunması, hem de teknoloji firmalarının yöneticilerine kavramın tasnifi açısından yol gösterici olması beklenmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0 kavramının farkındalığının artırması açısından bu çalışma ve benzeri çalışmalar önem arz etmektedir.

3. YAZIN TARAMASI

3.1. Endüstri Devriminin Tarihsel Gelişimi

Endüstri devrimlerinin sınıflandırılmasında hangi enerji kaynağının hangi dönemde kullanıldığı belirleyici olmuştur. Bu çerçevede değerlendirildiğinde birinci endüstri devriminde kömür ve odun kullanılırken, ikinci endüstri devriminde elektrik ve petrol kullanılmış ve üçüncü sanayi devriminde ise nükleer enerji kullanıldığı bilinmektedir. Birinci endüstri devriminin gerçekleşmesinde İngiltere öncü ülke olmuştur. İngiltere'nin bu sürece öncü olası tesadüf değildir. İngiltere'nin bu süreci başlatma nedenleri incelendiğinde, 1700'lerin başlarında Birleşik Krallığın dünyaya yöne veren mali işlerin merkezi konumunda olması ilk sırayı almaktadır. Diğer nedenler ve bu konumu devam ettirmesini sağlayan ise iç piyasasındaki rekabet esnekliği, bireysel hak ve özgürlüklerin korunması, çok büyük maden kaynaklarına sahip olması şeklinde sıralanmaktadır (Banger,2017).

İngiltere'nin dünyanın en büyük sömürgelerine sahip olması beraberinde zengin kömür ve demir madenlerini getirmiş, hem kaynak hem de Pazar açısından genişlemesine imkan tanıyan bu durum zenginliğine zenginlik katmıştır. Bu imkanların tümü birleştiğinde İngiltere'nin birinci endüstri devrimine öncülük etmesi şaşılacak bir durum değildir. Kömürün buhar gücüne dönüştürülerek sanayide kullanılması ile makineleşme süreci başlamıştır. Yine bu dönemde sermaye birikimi artmış, kağıda basılan dergi, gazete ve kitap gibi materyaller ile iletişim kanalları da gelişmiştir. Ayrıca bu dönemin sonlarında daha hızlı iletişim sağlamak kullanılan telefon dünyada büyük yankı uyandırmıştır (Özbülbül,2016).

Teknoloji ve sanayinin hızla gelişmesi beraberinde birtakım sıkıntıları da getirmiştir. Uzun çalışma saatleri, çocuk ve kadın işçilerin ezilmesi, sağlıksız işyeri ve çalışma koşulları gibi nedenler gündeme gelmiştir. Bu durum işçi sınıfının güçlenmesine ve bilinçli hareket etmesine neden olmuştur. Burjuva sınıfı ve proletarya dediğimiz işçi sınıfı arasında çatışmalar ortaya çıkmıştır. Bu çatışmalar beraberinde sosyalist ve komünist toplumlara geçişin çanlarını çalmıştır (Selek,2017).

İkinci sanayi devrimime öncülük eden ülkeler Amerika ve Almanya olmuştur. Avrupa da nüfusun hızla artmaya başlamasıyla, köylerde tarımla uğraşan nüfus kentlere göç etmeye başlamıştır. Bu durum gelişmiş sanayiler için hazır iş gücü imkanı yaratmıştır. Köylerden kentlere göçen insanların yaşam standartları da değişmiştir. Bu durum tüketim mallarına olana talebi de artırmıştır. Ayrıca yine bu dönemde yapılan keşifler ile Avrupa'ya birçok değerli maden getirilmiştir. Bu bağlamda düşünüldüğünde ikinci endüstri devrimi 1870-1914 yılları arasındaki sosyal ve ekonomik değişimleri ifade etmektedir. (Özel,2016)

Daha öncede belirtildiği gibi endüstri devrimlerinin sınıflandırılması o dönemde kullanılan enerji kaynakları ile ilişkili olarak değerlendirilmektedir. İkinci endüstri döneminde kullanılan petrol ve elektrik ile çelik üretimde hızlı bir artış yaşanmış ve bu durum beraberinde demiryollarının gelişimine imkan tanımıştır. Bu gelişme ulaşım ve haberleşme ağlarını etkilemiş, malların dağıtımı ve nakliyesinin kolaylaşmasıyla ticarette büyük kazançlar elde edilmiştir. Elektrik ve petrol kullanımı otomotiv sektörünün de gelişmesine imkan tanımıştır. Ayrıca telgraf ve radyo kullanımının sağladığı imkanlar sayesinde borsa ve hisse senedi piyasası oluşmuştur. Bu gelişmeler yaşanırken diğer taraftan işçi sendikalarının kabul görmesi, beyaz yakalıların istihdam oranının artması da dönemin önemli gelişmelerindendir. (Çoşkun vd.:2016)

Üçüncü endüstri devrimi ise İkinci Dünya savaşının sona ermesi ve 1970'li yılların geride kaldığı dönemde hızla ilerleme sağlanan bir dönem olmuştur. Üçüncü Endüstri Devrimi, kitle üretiminin hız kazandığı, üretimin sayısallaştığı, bilim ve teknoloji dönemi olarak adlandırılan bir döneme karşılık gelmektedir. Bu dönemin öne çıkan gelişmeleri ise şu şekilde sıralanmaktadır; *sentetik mallar, bilgisayar teknolojisi, mikro-elektronik teknolojisi, fiber optikler, telekomünikasyon, biyo-genetik, biyo-tarım ve lazer teknoloji.* Ayrıca küreselleşme ile dünyanın herhangi bir yeri ile iletişim ve ulaşımın kolaylaşması dünyada ki yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların hızla tüketilmesine neden olmuştur. Bu durum dünyanın sürdürülebilirliğini sağlamak için birtakım önlemler almayı zorunlu kılmıştır. Çevrenin korunması, kirlilik aratan endüstrilerin yerini geri dönüşüm yapılan üretim merkezlerine bırakması, yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması, yeşil ekonomi gibi önlemler bunlardan bazılarıdır (Küçükkalay,1997)

Endüstri devrimlerinin geçmişten günümüze geçirdiği süreçte şuan geldiği nokta yeni bir süreç olan ve henüz yaygınlık kazanmamış Endüstri 4.0 olarak adlandırılan sanal ve fiziksel sistemlerin entegrasyonunu sağlayan akıllı makineler ve yapay zeka kullanımını esas alan bir dönemdir. İnternete bağlı nesnenin üretim bandında kullanılması trendi ile yola çıkan bu sistemin insan hayatında radikal değişimlere neden olacağı beklenmektedir.

Endüstri devrimlerinin tarihsel paradigma bağlamında izlediği yol haritası incelendiğinde insan hayatında kattığı teknolojik gelişmeler aşağıdaki tabloda görülmektedir (Özbülbül,2016).

Tablo 1 Endüstri 1.0'dan 4.0'a

► Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl) • 1712 Buhar Makinesinin İcadı
► Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi (19. Yüzyıl)1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları • 1920 Taylorizm (Bilimsel yönetim)
► Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl) • 1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800) • 1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)
► Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl) • 1988 AutoIDLab. (MIT) • 2000 Nesnelerin İnterneti • 2010 Hücresel Taşıma Sistemi • 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

3.2. Endüstri 4.0'dan Ne Anlıyoruz?

Endüstri 4.0, Dördüncü Endüstri Devrimi ya da Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan bu kavram ilk kez 2011 yılında Almanya da düzenlenen Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır. 2013

yılında da Robert Bosch Gmbh ve Henning Kagermann firmaları tarafından oluşturulan bir çalışma grubu tarafından hazırlanan rapor yine Hannover Fuarı'ında sunulmuştur. İlk olarak Almanya'da gündeme gelen ve böylece tüm dünyanın dikkatini çeken bu konu, üretim sektöründe devrimsel nitelikli değişimlerin yaşanacağını duyurmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0' a uyum sağlamak, şirketlerin küresel değişimlere ayak uydurması ve şiddetli rekabet savaşlarında üstünlük sağlaması için geliştirecekleri stratejilerin en önemlisi konumundadır (Binark: 2016).

Endüstri 4.0 genel olarak nesnelerin ve hizmetlerin interneti ve siber-fiziksel sistemlerin birleşimden oluşan bir yapıya sahiptir. Endüstri 4.0 fiziksel işlemleri sanal bir sistemle kopyalayıp izlemek imkanı sunmaktadır. Siber fiziksel sistemler fiziksel dünyanın bir kopyasını oluşturarak bunu sanal bir ortamda korumayı hedeflemektedir. Nesnelerin interneti ile yine siber fiziksel sistemlerin sağladığı avantaj ile makineler insanlarla ile iletişime geçebileceklerdir. Hizmetlerin interneti ise organizasyonların ihtiyaçlarını karşılamak için hem iç hem dış çapraz bir iletişim ağı kuracaktır. (Hermann vd.:2015).

Aşağıdaki tabloda Endüstri 4.0'ın yapısal özellikleri detaylı olarak açıklanmıştır (Lee, Jvd.:2015).

Tablo 2 Endüstri 4.0 Yapısı

Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti	*İlk olarak Kopetz (2011) tarafından kullanılan Nesnelerin İnterneti (IoT – Internet of Things) kavramı ile bir işyeri ya da fabrikada bulunan farklı kaynaklardan verilerin toplanılabilmesi, çoğaltılabilmesi ve organize edilebilmesini anlatmaktadır. Nesnelerin İnterneti, süreç kontrollerini hızlandıran bağlantısız bir veri yönetimi sunmaktadır. Bu platform, büyük veriden (big data) yararlanarak bu verinin siber-fiziksel sistemi (CPS) harekete geçirecek bilgiye dönüştürülmesinde etkilidir. Harekete geçen veri kanalı iş zincirinin farklı katmanlarında değer yaratma potansiyeli taşımaktadır (Lee ve diğerleri, 2015a: 4).*
Siber-Fiziksel Sistemler	*Siber-Fiziksel Sistemlerin (CPS) üretim sistemleri içerisindeki uygulamasına Siber- Fiziksel Üretim Sistemleri (CPPS – Cyber-Physical Production Systems) ya da Akıllı Fabrika (Smart Factory) adı verilmektedir (Vinzent ve diğerleri, 2014: 314). Sanayi 4.0'ın bütünlükçü Siber-Fiziksel sistemleri, geleceğin akıllı fabrikalarının endüstriyel ağları konusunda ipucu vermektedir. PWC dergisinde (PWC, 2013) yayınlanan bir makaleye göre, Alman firmalarının yüzde 50'si sanayi ağları konusunda plan yaparken, yüzde 20'si hali hazırda Sanayi 4.0'ın akıllı fabrikasına geçiş yapmıştır (Ivanov, 2015: 386).*

Endüstri 4.0'ın yapısal özellikleri incelendikten sonra sahip olduğu temel prensiplerde aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Lee, vd.:2015).

Tablo 3 Endüstri 4.0 Temel Prensipleri

Karşılıklı Çalışabilirlik: Siber-fiziksel sistemlerin yeteneği ile (örn. iş parçası taşıyıcıları, montaj istasyonları ve ürünleri) nesnelerin interneti ve hizmetlerin interneti üzerinden insanların ve akıllı fabrikaların birbirleriyle iletişim kurmasını içerir.
Sanallaştırma: Bu yapı akıllı fabrikaların sanal bir kopyasıdır. Sistem, sensör verilerinin sanal tesis ve simülasyon modelleri ile bağlanmasıyla oluşur.
Özerk Yönetim: Siber-Fiziksel sistemlerin akıllı fabrikalar içinde kendi kararlarını kendi verme yeteneğidir.
Gerçek-Zamanlı Yeteneği: Verileri toplama ve analiz etme yeteneğidir. Bu yapı anlayışın hızlıca yapılmasını sağlar.
Hizmet Oryantasyonu: Hizmetlerin interneti üzerinden siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrika servisleri sunulmaktadır.
Modülerlik: Bireysel modüllerin değişen gereklilikleri için akıllı fabrikalara esnek adaptasyon sistemi sağlar.

Endüstri 4.0'ın yaratacağı radikal devrim nitelikli değişimler birçok avantaj doğururken beraberinde dezavantaj sayılabilecek durumların yaşanmasına da neden olacaktır. Bu durum aşağıdaki tabloda Endüstri 4.0'ın avantajları ve dezavantajları şeklinde özetlenmiştir (Pala,2017).

Tablo 4 Endüstri 4.0 Avantajları Ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
▶ Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması ▶ Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması ▶ Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması ▶ Daha yüksek verimliliğin sağlanması ▶ Üretimde esnekliğin arttırılması ▶ Maliyetin azaltılması ▶ Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi	▶ Robotların üretimi devralmasıyla insan gücüne ihtiyacın azalması ▶ Fabrikalardaki mavi yakalı çalışanların işten çıkarılması ▶ Yapay zeka ile mavi yakalı çalışanlara da duyulan ihtiyacın azalması ▶ Birçok mesleğin literatürden kalkma tehlikesi ile karşılaşması

3.3. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Konumu

Endüstri 4.0 kavramının gelişimi, küreselleşme ile artan üretim hızı ve kalitenin tek başına rekabet sağlamak için yeterli olmadığını gözler önüne sermektedir. Müşterilerin istekleri doğrultusunda ürün ve hizmet sunanlar bu savaştan kazanan olarak çıkacaklardır. Apple'ın eski dünyanın teknoloji devi Nokia'yı piyasadan silmesi bu duruma iyi bir örnektir. Müşterilerin ne istediğini belirlemek yapılacak detaylı veri analizleriyle mümkündür. İnternetin insan hayatına bu denli nüfus etmesi birikerek artan bilgiyi süzgeçlemeyi zorlaştırsa da bu süreci en iyi şekilde analiz edenler gelecekte en çok kazanan arasında olacaklardır.

Dördüncü Endüstri Devrimi ülkeler arası rekabeti de körükleyen önemli bir konudur. Çin gibi hem insan sayısının fazla olduğu ve iş gücünün ucuz olduğu hem de akıllı fabrika sistemine geçiş sürecini başlatmış robot üretimde ve kullanımında lider ülkeler bu rekabette galip geleceklerdir. 35 yıllık gibi kısa bir geçmişe sahip olup dünya devlerinin önüne geçmiş Çin firması Huawei'in teknoloji piyasasındaki hızlı yükselişi Ericson ve Cisco gibi köklü firmaların stratejilerini gözden geçirmeye zorlamaktadır.

Türkiye'nin ise bu dünya devleri ile baş etmek için üretim odaklı sanayileşme politikasından vazgeçip inovasyon merkezi olmak için yoğun çaba sarf etmesi gerekmektedir. Şuanda 2. Endüstri ve 3. Endüstri devrimlerinin arasında bir yerde olduğu kabul edilen Türkiye'nin 10-15 yıl içerisinde 4. Endüstri devrimi ile gerçekleşecek gelişmeleri yakalaması gerekmektedir. Türkiye hem makine ithalatçısı, hem de makine üreticisi konumundadır. Fakat ithal ettiği makinelerin büyük bir çoğunluğu akıllı olmasına rağmen Türkiye bu teknolojileri kullanmakta ne yazık ki yetersiz kalmaktadır. Türkiye de üretilen yerli makinelerde ise durum farklı değildir. Türkiye makinelere bilgisayar kontrolü yükleyecek bir teknolojiye sahip değildir. Bu durum neticesinde hem iç piyasada ihtiyaç duyduğu hem de dışarı satabileceği makineleri üretmek yerine, metal maliyeti yüksek fakat satış fiyatı düşük ürünler üretebilen bir konumdadır.

Eski Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı F. Işık (BTYK Toplantısı,2016) yaptığı açıklamada Türkiye'nin hem üretim de hem de tüketim de yaşanan radikal değişimler konusunda geride kalma lüksünün olmadığını belirtmiştir. Bu bağlamda düşünüldüğünde kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör, KOBİ'ler, bilişim ve teknoloji firmaları, STK'lar ülkenin gelişmesi ve kalkınması için işbirliği halinde çalışmak zorundadırlar. Yapılacak işbirliğinin teoride kalmayıp pratiğe dökülmesi ise elzemdir.

Koç Sistem Genel Müdürü M. Nalbantoğlu (Ekonomik Forum,2016) Türkiye'nin fabrika alt yapısının, çalışanlarının ve makinelerinin Endüstri 4.0 sürecine verimlilik, hız ve kalite odaklı hedefler belirleyerek ilerleyebileceğini belirtmiştir. Ancak Türkiye'de ki sanayi kuruluşlarının Endüstri 4.0 konusunda farkındalığa sahip olduklarını fakat bütünleşik çözümler üretmek yerine izole çözümlerle yol almaya çalıştıklarını kabul etmek gerektiğini belirtmiştir.

TUSİAD Yönetim Kurulu Başkanı K.E. Karaca (BlombergHT,2017) Türkiye'nin Endüstri 4.0 dönüşümünü yakalaması için ekonomik büyüme yatırımlarını bilişim teknolojileri odaklı stratejilerle gerçekleştirmesinin mümkün olacağını açıklamıştır.

Bosch Türkiye IOT ve Endüstri 4.0 Koordinatörü M. Ayhan (Ekonomik Forum,2016) firmalarının Endüstri 4.0 ile özel olarak ilgilendiğini belirterek 2014 yılında Bursa da yer alan fabrikalarında Endüstri 4.0 ekibi kurduklarını ve 5 farklı pilot proje yürüttüklerini belirtmiştir.

Siemens Türkiye İcra Kurulu Üyesi ve Dijital Fabrika Direktörü A. R. Ersoy'a göre (BThaber,2017) Endüstri 4.0 devriminin getireceği en önemli yenilik akıllı fabrikalar olacaktır. Fakat bu durumun işgücü fazlalığı yaratmak yerine yetkin çalışana olan ihtiyacı artıracağını savunmaktadır. Bu çerçevede üniversite ve sanayi işbirliğinin artırılması gerektiği, üniversitelerde Endüstri 4.0 dersinin müfredatlara eklenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

4. SONUÇ

Bu çalışma endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi hakkında bilgi vermek ve gelinen noktada Türkiye'nin konumu üzerine bir değerlendirme yapmak amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda düşünüldüğünde Türkiye henüz üçüncü endüstri devriminin getirmiş olduğu otomasyon ve bilişim sistemlerinin yeniliklerine geçiş sürecini tamamlamış değildir. Türkiye'nin teknolojik yapısı içerisinde sanayinin katma değeri %25'lik bir orana karşılık gelmektedir. Bu durumda Türkiye'nin endüstri devrimlerinin hızını yakalama konusundaki şansını azaltmaktadır. Şuanda Türkiye'nin sahip olduğu yapı ticaretin önde olduğu üretimin ikinci plana atıldığı bir resim çizmektedir. Bu yapının gelişmiş ülkelerle baş etme sürecinde ülkeye sürdürülebilir bir avantaj getireceği düşünülmemektedir. Endüstri 4.0 devriminin diğerlerinden farklı yetişmiş kalifiye iş gücünü kullanması ve bunu destekleyen bir devrim olmasıdır. Türkiye'nin süreçte yer almak için izlediği politikaları gözden geçirip, eğitim sistemini güncellemesi, araştırma-geliştirme çalışmalarını desteklemesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] ALÇIN, S., 2016, Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları. Popüler Yönetim Dergisi, Sayı: 63, s. 47.

[2] Banger, G.,(2017), Endüstri 4.0 Temel İlkeleri, http://www.duyguguncesi.net/endustri-4-0-tasarim-ilkeleri-1/ Erişim Tarihi:19.04.2017.

[3] Binark, M., (2016). Dijital Ekonomi veya Endüstri 4.0 mı?: Tüketicinin Üretici olarak Emek Gücüne Dönüşmesi Olgusu, İktisat ve Toplum Dergisi,71.

[4] Çoskun, S.,Kayıkçı, Y.,Gençay, E., (2016) Adaptıng Engıneerıng Educatıon To Industrıe 4.0 Vısıon, Conference: The 16th Production Research Symposium, Istanbul, https://www.researchgate.net/publication/309193809_Adapting_Engineering_Education_to_Industrie_40_Vision. Erişim Tarihi:21.04.2017.

[5] Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2015) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios:A Literature Review, http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf. Erişim Tarihi:20.04.2017.

[6] http://www.kolaybpm.com/2015/10/07/endustr_40ned_r/

[7] Kavas, M., (2017) Endüstri 4.0 ve Ötesi, http://www.larende.com/yazarlar/mustafa-kavas/endustri-4-0-ve-otesi/562/. Erişim tarihi:20.04.2017.

[8] Küçükkalay, M., (1997). Endüstri Devrimi ve Ekonomik sonuçları, Süleyman Demirel üniversitesi iktisadi idari bilimler fakültesi dergisi,s:2,58-64.

[9] LEE, J ve diğerleri, (2015a), Industrial Big Data Analytics and Cyber-Phisical Systems for Future Maintanance&Service Innovation, Procedia CIRP, Sayı: 38, ss. 3-7.

[10] LEE, J ve diğerleri, (2015b), A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, Manufacturing Letters, sayı: 3, ss. 18-23.

[11] Özbülbül, M., (2016), Dördüncü Endüstri Devrimi, http://ankaenstitusu.com/category/makale/). Erişim Tarihi: 18.04.2017.

[12] Özel, M.A., (2016) 4. Sanayi Devrimi Nedir?, https://www.muhendisbeyinler.net/Erişim Tarihi:19.04.2017.

[13] Pala, M., (2017), Endüstri 4.0: Robotlar Üretimi Devir Alıyor, http://www.mustafapala.com/2016/12/endustri-40.html. Erişim Tarihi:25.04.2017.

[14] Selek, A., (2017) Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk, http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/. Erişim Tarihi:24.04.2017.

[15] www.eletrikport.com.

Tedarik Zinciri Esnekliğini Ölçmeye Yönelik Bir Yöntem : Swot Yaklaşımı

Osman Ayan[1], Melis Gizem Öztürk[2], Murat Köseoğlu[3], Murat Çolak[4]

[1] Lojistik Yönetimi/ Lojistik Yönetimi /Okan Üniversitesi/

[2] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi

[3] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/İYBF/Okan Üniversitesi

[4] DHL Supply Chain Türkiye

Uzunçayır, İstanbul, 34959, Türkiye

ayan_tr@hotmail.com, melis.ozturk@okan.edu.tr, murat.koseoglu@okan.edu.tr, murat.colak@dhl.com

ÖZET

İşletmelerin hem iç değerlendirmelerini hem de dış değerlendirmelerini ortaya koyarak misyon, vizyon, hedefler gibi stratejik planlarının oluşturulması sürecinde Swot Analizi önemli bir yer teşkil etmektedir. Swot analizi, işletmelerin içsel; üstün yönleri, zayıf yönleri, dışsal olarak ise; fırsatlarını ve tehditlerini ortaya koyan bir durum tespiti oluşturma yöntemidir. Sürekli ve hızlı bir şekilde değişen, dönüşen dünyada buna bağlı potansiyel belirsizlikler yanında işletme yönetimini derinden sarsabilecek facia benzeri birçok olay meydana gelmektedir. Beklenmedik bir şekilde ortaya çıkan bu büyük çaplı problemler karşısında eski durumlarına dönebilme yeteneği olan esneklik işletmelerin bir bakıma her zaman her yerde rekabet konseptinin de göstergesidir. Bu çalışma, tedarik zinciri esnekliğinin Swot yöntemi ile ölçülüp ölçülemeyeceğini ortaya koyma açısından önem taşımaktadır. Tedarik zinciri esnekliğini ölçmek için uygulanabilir bir yöntem arayışı çalışmanın problemini oluştururken, birçok disiplinde başarılı bir şekilde uygulanan Swot analizinin, tedarik zinciri esnekliğinin ölçümlenmesinde uygulanabilir bir yöntem olup olmadığı tartışması çalışmanın amacını oluşmaktadır. Çalışma kapsamında; tedarik zinciri esnekliği ve Swot analizine ilişkin olarak bir literatür taraması yapılmış ve bu kavramlara ait daha önce yapılan çalışmalar ortaya konularak, Swot analizinin, tedarik zinciri esnekliğini ölçmede bir yöntem olarak kullanılabilirliğine dair bir tartışma çerçevesi oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında ise uygulanan yöntem nitel bir yöntem olan durum analizidir.

***Anahtar Kelimeler: Lojistik**, Swot Analizi, Tedarik Zinciri, Tedarik Zinciri Esnekliği*

ABSTRACT

Swot Analysis is an important part of establishing strategic plans such as mission, vision, targets by setting out internal evaluations and external evaluations of enterprises. Swot analysis consist internal aspects to businesses; strengths, weaknesses, and external aspects; opportunities and threats. In addition to the potential uncertainties associated with the ever-changing world, there are many disaster-like events that can deeply affect business management negatively. A reminder of the resilience businesses that have the ability to return to their former state in the face of these unexpectedly large problems is always an indication of the competition concept everywhere. This study is important to demonstrate whether supply chain resilience can be measured using the Swot method. While a viable method to measure supply chain resilience poses a problem of studying, it is the purpose of the study of whether a successful Swot analysis in many disciplines is a viable method of measuring supply chain resilience. Scope of work; a literature review on supply chain resilience and Swot analysis has been made and a discussion on the usability of Swot analysis as a method to measure supply chain resilience has been made by setting up previous studies on these concepts. In the context of this study, the applied method is a qualitative analysis of the situation.

***Keywords :** Logistics, Swot Analysis, Supply Chain, Supply Chain Resilience*

1 GİRİŞ

Değişen pazar ve tüketici ihtiyaçları ile beraber teknolojinin artık her alana hakim olması lojistiğin önemli unsurlarından birisi olan Tedarik Zinciri Yönetimi açısından da yeniden değerlendirilmesi gerekliliği kaçınılmaz görülmektedir. Sanayi ötesi toplumlar açısından mevcut alan araştırmalarının yeterli olmayışı yeni bir kavram olan tedarik zinciri esnekliğini yeniden konuşmaya ve değişen, dönüşen ve bilgi toplumundan sanayi ötesi topluma girildiğinden ötürü bu konu hakkında yeni yöntem ve bakış açıları ile değerlendirme yapılmalıdır.

Tarihte ticaretin ortaya çıkması ve dünyanın üretim ve tüketim üzerine yerleşmesi aslında çok yeni değil ilkel toplumlardan günümüz toplumlarına kadar gelen ve değişmeyen bir unsurdur. Üretim ve tüketimin devam ettiği süreçte ve üretim ilişkilerinin konuşulduğu her yerde lojistik var olmaya devam edecektir.

Tedarik zincirinin esnekliği müşterinin tatmininden, kurum performansının arttırılmasına kadar kurumsal öğeleri de içinde barındırır. Kurum ya da kuruluşların stratejik planlamalarını yaparken dikkat etmeleri gereken noktalardan birisidir. Bir işletmeyi diğerlerinden ayıracak ve farkındalığını arttıracak, hem kurumsal başarıyı hem de stratejik başarıyı beraberinde getirecektir.

Tedarik zinciri esnekliği için yapılan çalışmalarda daha önce farklı yöntemler ışığında çalışmalar yapılmıştır. SWOT analizi birçok durum değerlendirmesi için farklı disiplinler tarafından da kullanılan başarılı bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. SWOT analizinin tedarik zinciri esnekliğinin ölçümlenmesi noktasında çalışmamızın amacı ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemin tedarik zinciri esnekliği konusunda başarılı olup olamayacağı çalışma kapsamında ele alınacak ve değerlendirme ortaya konulacaktır. Öncelik olarak daha önceki çalışmalar ışığında tedarik zinciri yönetimi esnekliği ve SWOT analizinin detaylı bir literatür araştırması yapılacak ve bu bilgiler ışığında tedarik zinciri esnekliği ile beraber SWOT analizi ele alınacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Tarihsel İçerik

Dünyanın en eski mesleklerinden kabul edilen askerlik mesleği ile gelişimini günümüze dek sürekli olarak yenileyen lojistik geçmişte askeri sahada tam anlamıyla vücut bulmasına rağmen ilk çağlarda ticaretin doğuşundan bugüne kadar geniş bir tarihi yelpazeye sahiptir. Tarih öncesi çağlarda insanların temel besin ihtiyacını karşılamak için avlanması ve daha az yorularak daha hızlı hareket etme isteği ile birlikte lojistiğin temel işlevleri ortaya çıkmıştır. Yapılan arkeolojik araştırmalar neticesinde Sümerler tarafından kullanılan kızak ve arabalarla birlikte tekerleğin ortaya çıkışı aslında farkında olmadan lojistiğin tarihini de başlatmıştır. Yine benzer şekilde lojistik alanının gelişimine katkıda bulunan gelişmeler insanoğlunun gelişimiyle doğru orantılı olmuştur. Teknolojik açıdan pusulanın icadı ve coğrafi açıdan yapılan keşifler lojistiğin gelişimine de katkı sağlamıştır (Acar ve Köseoğlu, 2014:7). Lojistik, kelimesinin kökeni Latince'de bulunan iki farklı kelimeden meydana gelmektedir, bu kelimeler; mantık anlamında kullanılan "logic" ile istatistik manasında kullanılmış olan "statics"dir. Yani kelime tam manası ile mantıklı hesap anlamında olup, hesap bilimi olarak da (Logistikos/Yunanca) kullanılmaktadır (Acar ve Köseoğlu, 2014: 3).

Savaşlar ve toplumların hayatta kalabilme mücadelesi ile barış döneminde üstünlük, ekonomik açıdan zenginlik ve bunun da ticaret ile gerçekleşmesi lojistiğin askeri sahadaki kısıtını ortadan kaldırmıştır. Temel ihtiyaçların sağlanması maksadıyla basit ticari ilişkilerin nitelik ve nicelik açısından daha fazla kar ve fayda sağlamayan küçük ölçekli atölye tipi işletmelerle değişimi ve akabinde makinelerle kitle üretimi yapabilen fabrikalara dönüşümü lojistiği de bildiğimiz anlamına yakınlaştırmıştır. "Lojistik; hizmetlerin dahil olduğu malların verim verecek şekilde ve etkili olarak taşınıp, depolanması sürecinde var olan tüm prosedürlerin planlanarak uygulama haline dönüşüp, bu uygulamaların kontrol edilmesi, ölçülmesi, ilgili müşterinin ihtiyaç ve gereksinimlerine uygun düşecek bir biçimde tüketimde bulunacak noktaya kadar olan süreçlerin tamamını oluşturmaktadır. CSCMP (Counsul of Supply Chain Management Professionals) tanımında. Bu tanım, gelen, giden, iç ve dış hareketlerin tamamını içerir. Tekerleğin icadından buhar makinesine endüstri devriminden telgrafın gelişimi ve telefonun icadına elektriğin iletiminden dünya savaşlarına ve hatta internet kullanımına kadar hayatımızı şekillendiren bütün olaylar, icatlar ve yenilikler pazara sunulan ürünün hammadde halinden nihai tüketiciye kadar geçirdiği evreyi de değiştirmiştir (Mucuk, 2003:14; Orhan, 2003:8;

Acar ve Köseoğlu, 2014:8). Lojistiğin fonksiyon boyutunda değişimi yanında akademik alandaki araştırmalarda meydana gelen değişim ve dönüşüme olumlu anlamda yön vermiştir. 1961 yılına gelindiğinde alanında ilk dergi olarak görülen "Transportation Journal " yayınlanmış, bu dergiyi ise; "International Journal of Logistics Management, Journal of Business Logistics" benzeri dergiler izlemiştir (Gravier ve Farris, 2008:243). Hemen hemen aynı dönemlerde mesleki örgütlenmenin de oluştuğu görülmektedir (Acar ve Gürol, 2013:290). Bununla birlikte elektronik ve bilgi teknolojilerinin kullanımı ile 1971' de ilk mikro bilgisayar (Altair 8800) ve 1976'da Apple I'inicadıyla lojistik de yeni bir boyut kazanmıştır. 1980'lerin sonundan 1990'ların başına değin internetin insanoğlunun günlük hayatına girişi ve internete bağlı cihaz sayısı her geçen gün artmıştır. Bu gelişmeler sonucunda lojistik alanında yönetim işleyişinin karmaşık bir yapıya dönüşmesi modern lojistik yönetimi anlayışı gelişmiş (Büyüközkan'dan akt. Eker, 2006:23) ve tarihi gelişimi içinde lojistiğin her fonksiyonunun ayrı ayrı parçalı yapısının teknolojik ve bilimsel gelişmelerle birlikte birbirleriyle entegrasyon neticesinde ortaya çıkan yapı nihayet günümüzdeki TZY olarak adlandırdığımız tedarik zinciri yönetimi olan bir yaklaşım hanine gelmiştir (Çancı ve Erdal, 2003:49).

2.2 Tedarik Zinciri Esnekliği

Lojistik hizmet akışı, bilişim teknolojileri sayesinde verimli ve hızlı bir şekilde uygulanmaktadır. Günümüzde e-lojistik, üretici ve tüketicilere ürün hakkında bütün bilgi akışı sürecini sağlamakla kalmayıp ürün akışının analizini de sunmaktadır. Bu sayede tüketici de üretici de daha şeffaf bir ortamda karşılaştırma yapma olanağına sahip olmuştur. Üreticiler e-lojistikle birlikte üretim faaliyetlerini tüketiciler de satın aldıkları ürünlerin kendilerine ne kadar sürede teslim edileceğini öğrenebilmektedir. Şeffaf bilgi akışı sayesinde yöneticiler sadece kendi işletmelerini yönetmenin yeterli olmadığını farkederek işletmeye girdi sağlayan yukarı doğru (upstream) bütün işletmelerin yer aldığı fonksiyonlara hükmetmenin yanı sıra tüketiciye yani en nihayetinde ulaşılan müşteriye teslimi sağlayan ve bu teslimden sonraki aşamada hizmeti sunan downstream olarak adlandırılan aşağı doğru olan ve bütün işletmelerin yer aldığı fonksiyonlara da hükmedebilmeleri ve bunların yönetiminde yer almaları gerekliliğini farketmişlerdir. İşte bu safha tam anlamıyla tedarik zinciri yönetimi aşamasıdır (Özdemir, 2004:87). Tüm fonksiyonlara hükmedebilmek ise bütün fonksiyonların karşılaştığı problemlerle aynı anda başa çıkmayı ve üstesinden gelmeyi beraberinde getirmektedir.

Tarihte yaşanmış facialar, depremler, salgın hastalıklar, büyük çaplı terör eylemleri ve veba salgınlarıyla birlikte tsunamiler yaşandıkları dönemde iş gücü ya da pazar kaybı gibi lojistik sistemin akışına zarar vererek tedarik zincirine olumsuz yönde etkilemiş ve etkilemeye de devam etmektedir (Sheffi, 2005: 23). Olaya yaklaşım tarzı ne şekilde değişirse değişsin ve maksadı ne olursa olsun yol yok iken tekerlekle ulaştırmanın ilk yapıldığı dönemlerde tekerleğin herhangi bir kayaya çarparak parçalanması ya da kırılması bile istenen maksadı engellemeye yetmiştir. Olaya yaklaşım açısından ilk kez karşılaşılan böyle bir durumda esneklik faktörü rol oynamıştır diyebiliriz. Sonrasında ise benzer olaylar yaşanarak risk yönetimi devreye girmiştir. Yukarıda saydığım normal dışı karşılanan olaylar ilk yaşandığında işletmeler ya iş gücünü kaybetmiş ya fabrika kapanmış/yıkılmış ya da pazar ortadan kalkmıştır. Bilinmeyen ve öngörülemeyen gelecek ile geleceğin tehditleri (Sheffi, 2005: 48) risk yönetiminde tarihi verilere dayanılarak ölçülebilir ve buna karşı gerekli önlemler önceden alınabilir (Aven,2011:518). Ancak bu tarz bir risk yönetiminde risklerin değerlendirilmesi subjektif ve net bilgilere dayandırılmalıdır. Tang (2006a), risk yönetim tekniklerini ürün, arz, talep ve bilgi yönetimi açısından ele alarak bu hususları kapsamlı olarak tedarik zinciri risk yönetim programına entegre etmektedir. Gelişen ve değişen dünyadan bilginin yenilenme hızı bile her geçen an daha da hızlanırken geleceği tahmin etmek ve geleceğin tehdidine önlem almak giderek güçleşmektedir. Bu sebeple risk yönetimi bir yere kadar uygulanabilir olsa da her olası tehdit için ayrı ayrı tedarik zincirindeki her bir ağa uygulanmasının zahmetli olduğu (Kunreuther, 2006: 39) ve yetersiz kalacağı da ortadadır (Seager, 2011: 396; Pettit, 2013: 48). Risk yönetim sürecindeki en kritik adım, tehdidin doğru değerlendirilmesi ve tehdit gerçekleşmeden önlem alınması (Zhu Xinqiu ve Che Guoping, 2011: 45) ve hatta gerçekleştiğinde tehdidin risk yönetimiyle doğru ve etkin yönetilmesidir. Risk yönetimiyle esneklik arasındaki temel fark buradadır. Esneklik öngörülemeyen geleceğin öngörülemeyen daha önce yaşanmamış tehlikeleri ve bu tehlikelerle karşılaşan işletmenin mevcudiyetini korumasıdır (Sheffi, 2005: 48).

İşletmeler tedarik zinciri yönetimini, ağ boyunca karar verme sürecini ve işletmenin fonksiyonlarını etkin bir biçimde koordine etmek için kullanmaktadır. İşletmeler arasında artan bağımlılık, işletme içi ağlar boyunca ve hatta birbirine bağlı tedarik zincirlerinde bile problem çıkma olasılığı ve bozulmaların olması muhtemeldir. Değişen ve dönüşen günümüz dünyasında ise bu bozulmaların yayılma potansiyel gün geçtikçe artmaktadır (Hanna ve ark.' dan akt. Remigio 2012: 38). Tedarikle başlayan ve müşteri tatminine giden süreçte performans, karlılık, faaliyet geliri, satış, maliyet yapısı, varlıklar ve stoklar üzerinde daima problem çıkma olasılığı mevcuttur. İşletmelerin bu problemleri çözmedeki nihai amacı ise mümkün olan en düşük maliyetle müşteriye yüksek kalitede ürün/hizmet sunmak, diğer işletmelerle rekabet etme yeteneğini elde etmek, geliştirmek ve sürekli kılmaktır. Bunları sağlayabilmek için de başarıyla idare edilen bir tedarik zincirine; başarılı bir tedarik zinciri için ise risk yönetiminin doğru uygulandığı bir tedarik zinciri ağına sahip olmak gerekir. Bunların hepsi gerçekleşmiş olsa bile esneklik uygulanmıyorsa eksik kalan hususlar vardır ve zincirin parçalanması muhtemeldir, kaçınılmazdır.

İşletmeler pazar, pazardaki müşteri talebi, rekabet ve teknoloji sebepli yüksek belirsizlik ortamında mücadele eden kurumlar haline gelmiştir. Genel bir bakış açısıyla her zaman, her yerde ve her şartta rekabet işletmeler için en önemli unsurdur. Normal şartlarda kaynaktan bir ürünün üretiminden nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadarki süreçte pek çok işletme yer almaktadır. Bu işletmelerin birbiriyle etkileşimi koordineli çalışması çevresel değişiklikler karşısında ayakta durması ve değişikliklere uyum sağlaması işletmenin mevcudiyetinin yapı taşlarındandır diyebiliriz (Chopra & Mendil'den akt. Mercangöz, 2010: 15). İşletmelerin global, ekonomiye dayalı ve güçlü bir rekabet ortamında yıkıcı etkiler karşısında ayakta durabilme gücü ve eski stabil haline dönebilme yeteneği esnekliktir. Standart risk yönetimi tehditlerinden ziyade artan iklim değişiklikleri, depremler, darbeler, tsunamiler ve kasırgalar gibi önceden tahmin edilemeyen olaylar karşısında işletmelerin çevresel ve yönetimsel değişimlere doğru ve zamanında yanıt verebilmesi gerekir. İşletmeler yükümlülük altına girerken sözleşmelerine mücbir sebebi eklerler. Tarafların elinde olmadan oluşan ve yükümlülük şartlarını bozan ve yerine getirilmesini olumsuz yönde etkileyen durumlar olarak ifade edilen ayaklanma, iç savaş, doğa olayları, yangın, sel, hükümet kararları, grev vb. gibi hallerle de mücbir sebep tanımı açıklanmıştır (Yurdakul, 2015: 117-118). Her ne kadar ikili anlaşmalarda belirli bir süre içinde ya da tehlikenin geçmesi ile yükümlülük şartlarının ifa edilmesini öngören mücbir sebep hali iki tarafın da memnuniyeti esasına göre işlese de tedarik zinciri açısından bakıldığında işletmeye zarar vermekle kalmayıp işletmeyi yıkıcı ölçüde de gerçekleşebilir. Bu durumdan örnekle iklim değişikliklerinin de tedarik zincirini bozucu ve olumsuz yönde etkileyici tehdit oluşturması bu durumun farkında olan ve bu durumu göz önünde bulunduran işletmelere işlevsel faaliyetleri için bunları aşma konusunda imkân sağlamadığı kabul edilmiştir (Bals, 2012: 109). Tedarik zinciri esnekliği tehlikenin farkında olan işletmelere kasırga ve sel durumu senaryolarını başarılı bir şekilde uygulayanlar için hem ayakta kalabilme hem de potansiyel rekabet avantajı sağlamak için önemli bir yaklaşım sunmaktadır. Tayland'da yaşanan sel sonrası bazı otomotiv şirketleri üretime devam ederken diğerlerinin üretimi durdurmak zorunda kalması buna örnektir (Bals, 2012:113).

Esneklik yalın olarak işletmelere çevresel değişiklik ve belirsizlik karşısında anlamlı yanıt yeteneği yanında yüksek kalitede ürün arzı yeteneği ve müşteri tatmininin devamı için de uygun servis yeteneği kazandırır (Allegre ve Sard, 2015: 381). Belirsizlik unsurları sürekli değişmekle birlikte Tayland' daki sel felaketi sonrası otomobil şirketlerinin yaşadıklarından da örnekle genellikle arz, talep ve maliyet çeşitliliğinde görülebilmektedir. Bu unsurlara anlamlı, hızlı ve doğru yanıt verebilme açısından da tedarik zinciri yönetiminde esneklik durumunun olması kaçınılmaz bir sonuçtur (Swafford, vd., 2006: 292). Bu zincirinin kesintiye uğrama riski teknolojiyle doğru orantılı olarak sürekli artmakta ve iş sürekliliği için işletme içinde ve işletme dışında da riskler mevcuttur. Tedarik zinciri esnekliği işletmenin sipariş miktarından teslim süresine, üretim programından bunların değiştirilmesine kadar birçok hususta mevcut riskleri minimize etme yeteneğini içermektedir. İşletme performansıyla tedarik zinciri performansı birbirine bağlı olarak doğru orantılıdır. Bu sebeple tedarik zincirinde esneklik sağlandığında işletmenin performansı da artmaktadır (Sanchez ve Perez, 2005: 684). İşletmeler rakipleri arasında ön plana çıkabilmek için öz yeteneklerini geliştirmeli ve bu öz yetenekler arasına esnekliği dahil etmelidir. İşletmeler esnekliği farklı coğrafyalarda mevcudiyetlerine ve gelişen teknolojiye uyum yeteneklerine göre şekillendirmeli ve bunları taklit edilemeyecek şekilde uygulamalıdır.

2.3 SWOT ANALİZİ

Albert S. Humphrey tarafından yapılmış olan araştırmalar ile geliştirilmiş olan SWOT analizi, organizasyonların, Pazar içinde faaliyet gösteren ve bu pazardaki mevcudiyet haline görestratejik bir biçimde karar almaktır (Başak vd., 2015: 43). SWOT analizi işletmeler açısından onlara etki etme gücü olan iç çevre faktörlerinden olan güçlü-zayıf yanlar ile dış çevre faktörlerinden fırsatlar-tehditler olarak bölünmektedir (Yapraklı ve Ünalan, 2017: 694). Genel olarak SWOT aslında kurum ya da kuruluşun çevresi ile olan etkileşim ve iletişim sürecinin sistemli bir şekilde incelendiği bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Çoban ve Karakaya, 2010: 348). SWOT Analizi, kuruluşların kurumsal yapısı, rekabet edebilme gücü, pazar içerisindeki konumları piyasada yer alan dış tehditleri varlığı gibi iç ve dış durum tespitlerinin yapıldığı değerlendirme yöntemidir (Uğur, 2012: 51) ve bilimsel anlamda durum analizi yapma ve mevcut durumu saptama aşamasında geleceğe yön vermeye imkan sağlamakla beraber (Çoban ve Karakaya, 2010: 347) yine gelecek planlamada kontrol altına alınabilecek veya alınamayacak iç çevre ile dış çevre faktörlerinin etkilerinden doğan fırsatların, tehditlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır (Karadeniz vd., 2007: 196).

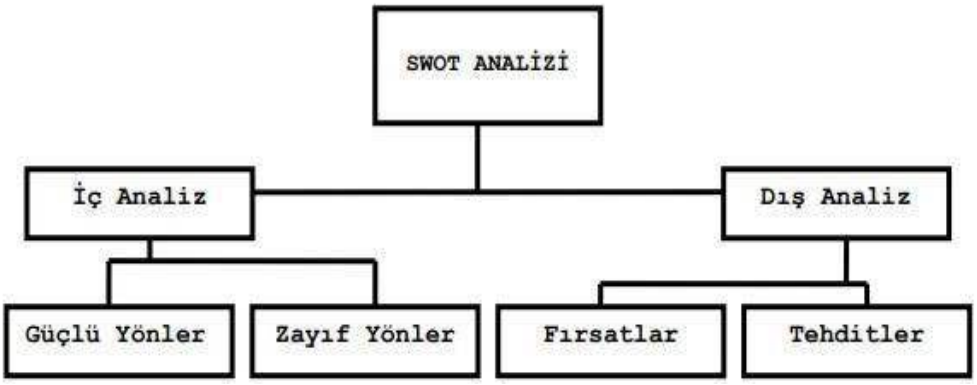
SWOT kelimesinin İngilizce açılımı ise (Uğur, 2012: 51);

S-Strenghts: Güçlü olan özelliklerin belirlenmesi,

W-Weaknesses: Zayıf olan özelliklerin belirlenmesi,

O-Opportunities: Sahip olunan fırsatların belirlenmesi,

T-Threats: Risk ve piyasa içerisinde bulunan tehditlerin belirlenmesi şeklindedir.



Kaynak: *Çoban ve Karakaya, 2010: 348*

Şekil 1 SWOT Analizi

İç analiz, kuruluşların mevcut durum için sahip oldukları kaynakların ve risklerin ne olduğunu ortaya koymak açısından önem taşımaktadır (Çoban ve Karakaya, 2010: 348). İç analizin yapılıp ortaya konulması kuruluşun geleceği açısından ve stratejik planlama yapma noktasında zorunludur. İç analizin başarılı ve objektif bir biçimde ortaya konulması kuruluşa başarı getirecektir.

Dış analizde önem taşıyan iki unsurdan biri olan fırsat; organizasyonun belirlenmiş bir faaliyetinin uygun şartların oluşturulması ve uygun bir zamanın gelmesi anlamında kullanılırken, tehdit ise; kuruluşun belirlemiş olduğu amaçlara ulaşmasını engelleyebilecek bir durumdur (Çoban ve Karakaya, 2010: 349).

SWOT analizi faydalarından yararlanmak önem taşırken aynı zamanda analizin doğru kullanımı gerekmektedir ve nihayetinde şu özelliklere odaklanılmalıdır (Hay ve Castilla, 2006: 2);

- Organizasyonun özellikleri,
- Organizasyonu diğerlerinden farklı kılan neler?
- Trendlerden faydalanma,
- Organizasyonu dönüştürebilme,
- Fırsatları yakalama,
- Eğilimlerin zarar verme durumu.

Swot Analizi yapılırken aşağıda belirtilen soruların ele alınması gerekmektedir**.** Bu soruları cevaplamak sayısız faydayı sağlayacak girdileri oluşturacaktır (Hay ve Castilla, 2006: 2).

- Her Gücü Nasıl Kullanabiliriz?
- Her Zayıflığı Nasıl Durdururuz?
- Her Fırsatı Nasıl Kullanabiliriz?
- Her Tehdide Karşı Nasıl Savunabiliriz?

Somut bir biçimde ortaya konulmayan SWOT analizinin yeterli olacağı söylenememekle birlikte, Strengths (Güçlü Yönler), Weaknesses (Zayıf Yönler) organizasyonun içsel yapısı ile ilişkiliyken, Opportunities (Fırsatlar) ve Threats (Tehditler) ise dış çevreyle ilgilidir. SWOT analizleri PEST ve Beyin Fırtınası gibi analiz ve teknikler ile kullanılabilmektedir (Başak vd., 2015: 43).

2.3.1 Karşılaştırmalı Matris

Karşılaştırmalı matris olarak adlandırılan yapı; iç analiz içerisinde yer alan güçlü yönlerle zayıf yönlerin ve dış analizde yer alan fırsatla tehditlerin oluşturulan bir matris içerisine yerleştirilmesini ifade etmektedir (Karadeniz vd., 2007: 197). Bu yapı içerisinde kavramlaştırılan dört ayrı strateji belirlenmekte ve tavsiye edilmektedir (Usta ve Öztayşi'den akt. Karadeniz vd., 2007: 197). Bunlar:

- WT Stratejisi (mini-mini): Bu strateji, zayıf yönler ile tehditleri en aza indirmeyi amaçlamakla beraber bu yönlerin ortaya konulmasıyla izlenecek yol ve planların oluşturulmasına dayanmaktadır.

- WO Stratejisi (mini-maxi): Mini-Maxi stratejisi, zayıf yönleri en aza indirip, fırsatları en üst düzeyde tutmayı amaçlar. Bu amaç doğrultusunda dış analiz ile ortaya konulacak fırsatlar zayıflıkları yok etmek için bir haline getirilmektedir.

- ST Stratejisi (maxi-mini): ST stratejisi dış çevreden gelen tehditlerin nasıl ortadan kalkacağına ilişkin planlamalardan oluşmakla beraber bu tehditlerin ortadan kalkmasında, ortaya konulacak güçlü yönlerin nasıl fayda sağlayacağını hedeflemektedir. Güçlü yönler en üst düzeyde tutularak tehditler yok edilmeye çalışılır.

- SO Stratejisi (maxi-maxi): burada önemli olan organizasyonların güçlü taraflarını en üst düzeye çıkarıp fırsatları ile birleştirmektir. Bu birleştirme sayesinde iki taraflı olarak hem güçlü yönler arttırılabilir hem de fırsatlar en üst düzeye çıkarılabilmektedir.

3. YÖNTEM

Çalışmanın temel yöntemi olarak literatür çalışması kullanılmıştır. Fakat çalışmanın analiz kısmında kullanılan yöntem olarak karşımıza fenomenoloji çıkmaktadır. Fenomenoloji betimleyici ve gizli bilgiyi açığa çıkarmayı hedefler.

Fenomenoloji, 'özü görüleme yöntemi' olmakla birlikte, bu yöntemle, aynı zamanda 'fenomen' in ne olduğu ve nasıl kavranabileceği de sorgulanır ve incelenir (Öktem, 2005: 29). Husserl (uludağ.edu.tr.) "Fenomenoloji, görerek, aydınlatarak, anlama belirleyerek ve anlam ayrımı yaparak yol alır. Karşılaştırır, ayrım yapar, bağlar, ilişkileye sokar, parçalara böler, öğelerine ayırır. Ama her şeyi saf görme ile yapar. İlkeler olarak nesnelleştirici bilimi olanaklığına egemen olan temel kavram ve ilkeleri açıklar" der.

Bu doğrultuda çalışma kapsamında iki yönlü bir araştırma yöntemi kullanıldığı söylenebilir. Öncelikle kavramsal çerçeveyi ortaya koyabilmek için bir literatür taraması yapılmış ardından araştırma kısmında literatür taramasından elde edilen bilgilen ışığında; tedarik zinciri esnekliğini ölçmek için SWOT yaklaşımı ele alınarak fenomenolojik yöntem ile değerlendirilmiştir.

4. TEDARİK ZİNCİRİ ESNEKLİĞİNİN ANALİZİ

Lojistik araştırmalarda da kullanılan SWOT Analizi yaklaşımının tedarik zinciri esnekliğini ortaya koymak için etkili bir yöntem olacağı düşünülmektedir. 2015 yılında Tanyaş tarafından yapılan İstanbul Lojistik Sektör Analizi'nde SWOT yöntemi şu şekilde kullanılmıştır; öncelikle mülakatlar ile İstanbul lojistik sektörünün SWOT'u belirlenmiş, SWOT analizi formları üzerinden ilgili kişiler ile yüz yüze mülakat yöntemi kullanılarak (mülakat formu için hazırlanan ölçek likert olarak hazırlanmıştır) gerçekleştirilmiştir (Tanyaş, 2015: 160).

Tedarik zinciri esnekliğinin analizi ortaya konulurken SWOT yaklaşımdan faydalanmak için bu analiz ile beraber PEST analizi ve karşılaştırmalı matris analizi bir arada alınmalıdır. Bu doğrultuda

bir SWOT süreci oluşturmak ve bu süreç dahilinde analize gitmek gerekmektedir. Bu süreci oluşturabilmek için uyum matrisi, çatışma matrisi detaylı bir şekilde incelenmelidir. Bu vesile ile tedarik zinciri esnekliğini ortaya koymak ve olası zararları en aza indirmek ile beraber öne konulan fırsatlar organizasyonun ilerleyen döneminde faydayı en yüksekte tutmak açısından önemli olacaktır. Bu analizler öncelikle SWOT sürecinin ortaya konulması, ardından karşılaştırmalı matrisin ortaya konulduğu bir SWOT analizi ve tedarik zinciri esnekliğini ölçmek için bir form oluşturma şeklinde önerilebilmektedir. Öncelikli olarak yapılacak SWOT süreci aşağıda verilen tablo şeklinde olabilir.

Tablo 1 SWOT Süreci

1. ÇEVRESEL TARAMA	**2. İÇ S/W ANALİZİ**	**ÇATIŞMA MATRİSİ ANALİZİ**
Organizasyonda meydana gelen değişimlerin eleştirel bir analizinin yapılması gerekmektedir. Çevresel tarama; siyasi bağlam, ekonomik, sosyal ve teknik gelişmeler, çevre sorunları ve yasal bağlamda olan alanları kapsamaktadır. (PESTEL kısaltması)	Organizasyonun farklı iç yönlerine bakılmaktadır; süreçler, hizmet kalitesi, verimlilik, teknolojinin eskimesinden, organizasyonda iletişim, kilit alanlardaki yetkinlik seviyeleri, icra hızı, inovasyon gibi etkinlikler bu bağlamda ele alınabilir.	Bir tarafta güçlü ve zayıf yönler ile diğer taraftan Fırsatlar / Tehditler arasındaki 'eşleşme ve uyumsuzluğa' bakılmaktadır. Matris (ve tabii ki paydaşlarla matrisin tartışılması), eyleme yönelik bir dizi olası "rota" verecek ve bu da organizasyon ve iş fırsatları için stratejik seçimler yapılabilecektir.

Tablo 1'de görüldüğü üzere SWOT sürecini kapsayan üç önemli unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar arasında ilk süreci çevresel tarama oluşturmaktadır. Çevresel tarama kapsamında yapılması gereken şey organizasyonun eleştirel bir analizinin ortaya konulmasıdır. Bu analiz ortaya konulurken olabildiğince objektif bir bakış ile yaklaşımda bulunulmalıdır. Bu bakıştan çıkılırsa organizasyon için bir körlük meydana gelir ve atalet içerisinde kalınır. Çevresel analizde en önemli olan nokta PESTEL analizi olarak karşımıza çıkmaktadır. Politik kararlar, ekonomik ve yasal düzenlemeler, çevresel sorunlar, teknolojik gelişmeler ile birlikte sosyal yapı ele alınması gereken ve analizin ortaya konulmasında en önemli hususlardır.

Organizasyonun kendi iç yapısına yönelik olarak yapacağı "İç S/W Analizi" ise çevresel taramadan sonra oluşturulacak organizasyona ilişkin çerçevedir. Bu çerçeve ile organizasyonun iç yapısına yönelik bir değerlendirme ortaya konulacaktır. Yeniliklerin yayılması ne şekilde? Mevcut durum nedir? Neredeyiz? Nerede olmak istiyoruz? Gibi ve çoğaltılabilecek soruların detaylıca ortaya konulmasını sağlayabilecektir. Bir nevi organizasyonun durum tespiti bu süreçte ortaya konulur.

Son süreç olan "Çatışma Matrisi Analizi" aynı pazar içerisinde yer alan rakipler ile ölçülebilir bir kıyaslama yapmak için önem taşır. Maxi-Mini, Mini-Maxi şeklinde yapılacak olan analiz oluşturulacak strateji için ana dayanak olacaktır.

SWOT analizinin bir takım hassasiyet faktörleri ile kabiliyetleri bulunmaktadır. Hassasiyet faktörleri SWOT analizinin tehditler ve zayıf yönlerine götürürken, kabiliyetler ise fırsatlar ve üstün yönlere götürmektedir. Yine SWOT'a ilişkin olarak oluşturulan SWOT Matris analizinden WT ve SO Stratejisini ortaya koymakta önem taşımaktadır.

Tablo 2 Swot Analizi

Hassasiyet Faktörleri	Kabiliyetleri
Düzensizlik / Kargaşa	Kaynak esnekliği
Kasıtlı Tehditler	Sipariş Gerçekleştirme Esnekliği
Dış Baskılar	Kapasite
Öz/Kaynak Limitleri	Verimlilik
Kararsızlık	Görünürlük
Bağlayıcılık	Uyumluluk
Tedarikçi/Müşteri Karmaşası	Öngörü ve tahmin
Doygunluk	Gelişme ve kalkınma
	Dağılım/Dağıtım
	İşbirliği ve Uyum
	Organizasyon
	Pazar Durumu
	Güvenlik
	Finansal güç

WT Stratejisine göre lojistik ve tedarik zinciri açısından hassasiyetleri temsil eden özellikler "Tablo 2" de belirtildiği gibi; düzensizlik kargaşa, kasıtlı tehditler, dış kaynaklı baskılar, öz/kaynak limitleri, kararsızlık, bağlayıcılık, tedarikçi/müşteri karmaşası, doygunluk olarak karşımıza çıkmaktadır. SO Stratejisi ise; kaynak esnekliği, sipariş gerçekleştirme esnekliği, kapasite, verimlilik, görünürlük, uyumluluk, öngörü ve tahmin, gelişme ve kalkınma, dağıtım, işbirliği ve uyum, organizasyon yapısı, Pazar durumu, güvenlik ve finansal güçtür. Bu özellikleri ortaya koymak tedarik zinciri yönetimi sağlıklı bir biçimde sürdürebilmek yapılacak olan stratejik planlamaların kazançlı olmasını sağlayacaktır. Bu özellikler ortaya konulurken olabildiğince organizasyona dış bakışta bulunmak gerekmektedir.

Son olarak "SWOT ile Esneklik Çerçevesi" ne ilişkin bir analizin yapılabilmesi için esneklik ile uyumlu SWOT analizi formu oluşturulmalıdır. Tablo 3'de verilmiş olan "SWOT-Esneklik Çerçevesi" Pettit'in 2013 yılında öne yapmış olduğu çalışmadan uyarlanmıştır. Bu form ile bir Likert ölçek oluşturularak SWOT-Esneklik çerçevesi kapsamında, SWOT analizinin tedarik zinciri esnekliğini ölçmek için bir yöntem olarak kullanılabileceği ortaya atılan en önemli sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Pettit araştırmasında üç önemli faktörü ortaya çıkarmıştır. Maksimum geçerliliğe ulaşabilmek için bu üç faktörün, üçgenleştirme şeklinde yürütülmesi gerekmektedir. Bu üçgenleştirme bağlantılarını ortaya koymak tedarik zinciri esnekliği keşfini sağlamak açısından önem taşımaktadır. Bu keşif yapılırken tüm bağlantıların açık bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

SWOT- Esneklik çerçevesi üç ana başlık etrafında toparlanmıştır. Bu üç ana başlık hem SWOT sürecini hem de SWOT analizini kapsamaktadır. Zayıflık/Güvenlik Açığı Faktörü, İç Alt Faktör ile Dış Alt Faktör toplamından oluşan SWOT-Esneklik Çerçevesi SWOT Analizinin bir yöntem olarak kullanılmasını kolaylaştıracaktır.

Tablo 3 SWOT - Esneklik Çerçevesi

Zayıflık/Güvenlik Açığı Faktörü	İç Alt Faktör (Zayıf Yönler)	Dış Alt Faktör (Tehditler)
Kasten Tehditler	Casusluk, İş Uyuşmazlıkları, Hırsızlık, Sabotaj	Terörizm, Özel ilgi grupları, Ürün sorumluluğu
Bağlantı		Ağ ölçeği, Bilgiye güvenme, Dış kaynak temini, İthalat ve İhracat kanalları, Özel kaynaklara güvenme
Dış Baskılar	Rekabetçi yenilik, Kurumsal sorumluluk	Sosyal / Kültürel değişim, Siyasi / Düzenleyici değişim, Fiyat baskıları, Çevresel değişim
Kaynak Limitleri	Üretim ve Dağıtım kapasitesi, İnsan kaynakları	Tedarikçi, Hammadde ve Kamu Hizmetleri
Duyarlılık	Paydaşlara görünürlük, Markanın sembolik profili, Kapasite yoğunlaşması	Karmaşıklık, Ürün saflığı, Sınırlı malzemeler, Kırılabilirlik, Ekipmanların güvenilirliği, Güvenlik tehlikeleri
Tedarikçi / Müşteri Bozulması		Tedarikçi güvenilirliği, Müşteri aksamaları
Türbülans	Teknoloji hataları	Doğal afetler, Jeopolitik aksamalar, talebin öngörülemezliği, Para birimleri ve fiyatlardaki dalgalanmalar, Pandemik
Yeterliliklere ait Faktörler	**İç Alt Faktör (Zayıf Yönler)**	**Dış Alt Faktör (Tehditler)**
Adapte Olabilirlik	İhtiyaçların hızlıca yeniden yönlendirilmesi, Kurşun zaman azaltımı, Stratejik oyun ve simülasyon, Alternatif teknoloji geliştirme	Kesintilerden avantaj yakalama, deneyimden öğrenme
Beklenti	Risk yönetimi, iş	Erken uyarı sinyallerinin izlenmesi, Öngörü, Sapma ve neredeyse yanlış analiz
Kapasite	Rezerv kapasitesi, Yedeklilik, Yedek enerji kaynakları ve iletişim	
İşbirliği	Müşteri yönetimi, İletişim, Siparişlerin ertelenmesi, Ürün yaşam döngüsü yönetimi	İşbirlikçi tahmin, Ortaklarla risk paylaşımı
Dağılım	Dağıtılmış karar verme, Dağıtılmış kapasite ve varlıklar	Kilit kaynakların ademi merkezileşmesi, Lokasyona özgü yetkilendirme, Pazarların yayılması
Verim	Atık eleme, İşgücü verimliliği, Varlık kullanımı, Ürün değişkenliği azaltma, Arıza önleme	
Finansal güç	Sigorta, Finansal rezervler ve likidite, Fiyat marjı	Portföy çeşitlendirme
Sipariş Yerine Getirilmesinde Esneklik	Geciken taahhüt / Üretim erteleme, Stok yönetimi, Gereksinimlerin yeniden yönlendirilmesi	Alternatif dağıtım kanalları, Risk havuzu oluşturma / paylaşma, Çoklu kaynak sağlama

Kaynak sağlamada esneklik	Parça ortaklığı, Modüler ürün tasarımı	Çoklu kullanımlar, Tedarikçi sözleşmesi esnekliği, Çoklu kaynaklar
Pazar konumu	Ürün farklılaştırması, Müşteri sadakati / pazar payı, Pazar payı, Marka değeri, Müşteri ilişkileri, Müşteri iletişimi	
Organizasyon	Sorumluluk, Yaratıcı problem çözme, Çapraz eğitim, Yedek liderlik / yetkilendirme, Öğrenme / kıyaslama, Bakım kültürü	
Kurtarma	Kriz yönetimi, Kaynak seferberliği, İletişim stratejisi	Sonuç azaltma
Güvenlik	Katmanlı savunmalar, Erişim kısıtlamaları, Çalışan katılımı, Siber güvenlik, Personel güvenliği	Hükümetler ile işbirliği
Görünürlük		İş zekası toplama, Bilgi teknolojisi, Ürün, ekipman ve insan görünürlüğü, Bilgi değişimi

***Kaynak**: Pettit vd., 2013*

Tabloda bulunan her bir madde organizasyonlar için yorumlanmalı ve açık, net, şeffaf bir biçimde ortaya konulmalıdır. Ve her bir madde birbirini tamamlayacak nitelik taşımalıdır. Örneğin; Zayıflık/Güvenlik Açığı faktörünün içerisinde yer alan "kasten tehditler" hem iç alt faktörleri hem de dış alt faktörleri ile beraber ele alınmalı, süreç kapsamlı bir şekilde yürütülmelidir. "Kasten Tehditler" iç faktörler açısından; casusluk, iş uyuşmazlıkları, hırsızlık, sabotaj gibi organizasyonun içinden kaynaklanan tehditler olarak karşımıza çıkabileceği gibi, terörizm, özel ilgi grupları, ürün sorumluluğu gibi dış alt faktör olarak çevresel olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Tedarik zinciri esnekliği ortaya konulurken Tablo 3'de belirtilen faktörler birbirleri ile birlikte ele alınacak olur ise başarılı bir şekilde esneklik yönetimi sağlanmış olacaktır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tedarik zinciri yönetimi müşteriye değer sağlamayı ve aynı zamanda ağdaki tüm işletmeler için finansal faydaları optimize etmeyi amaçlamaktadır. Tedarik zincirinde bozulmaya sebep olabilecek bir dizi problem sürekli ortaya çıkmaktadır. Problem sonrası tedarik zincirinin performansına devam edebilmesi hatta problemle karşılaşmamış gibi devam edebilmesi önemlidir. Esneklik doğru uygulandığında işletmeye problem öncesi stabil duruma sıçrama yeteneği kazandırır ama problemleri olmadan önce engelleyemez. Bu sebeple işletmeler iç ve dış değerlendirmelerini yapmalı stratejik ve operasyonel kararlarını buna göre planlamalıdır. İşletmeler ayrı ayrı kendi iç ve dış hassasiyet faktörlerini belirlemeli ve buna göre kabiliyetlerini geliştirmeye çalışmalıdır.

İşletmeler faaliyet gösterdikleri coğrafyaları PEST analizi kapsamında tanımalı o coğrafyaya has tehditleri analiz etmeli, coğrafyanın tabiatına uyum sağlamalıdır. Bu kapsamda bulundukları coğrafyada geçerli olan politik ilişkiler, teknolojik gelişmeler, ekonomik yapı ve yaptırımlar, sosyal yapı ile birlikte pazar içerisinde yasal düzenlemeler önem taşımaktadır. Aynı anda birden fazla coğrafya da rekabet edebilmek için ise analiz ettiği tehditlerin diğer coğrafyaya sıçramasına engel olucu yönde de önlemler almalıdır.İşletmeler karşılıklı iş anlaşmaları yaparken mücbir sebep hallerini de değerlendirerek anlaşma yapmalıdır.

İşletmelerde tedarik zinciri esnekliğini swot yaklaşımıyla ölçülüp ölçülemeyeceğine yönelik olarak literatür incelenmiştir. Yöneticilere istenmeyen ve beklenmeyen bir problemle başa çıkma hususunda tedarik zinciri durum değişikliğini kontrol edebilme gücü sağlanmaya çalışılmıştır. Swot yöntemi başlığı altında örnek olarak sıralanan hususlar belirli kısıtlar altında daha önce yapılan araştırma bulgularından oluşmakta ve genişletilmesi ya da daraltılması mümkün olan kısıtlardır.

İşletmenin mevcudiyetiyle rekabet etme yeteneğini veya tehdit karşısında kaybettiklerini yada kaybedebileceklerini başarısızlık olarak ifade edersek öngörülemeyen tehditler karşısında başarısızlığın sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Başarısızlık sınırlı olsa da netice de işletmenin mevcudiyetini kaybetme ihtimali yok değildir. Lakin sınırsız tehdit karşısında sınırlı başarısızlık var ise ve bu değişkenler swot yöntemiyle bir şekilde telaffuz edilebiliyorsa bu bize tehditlere karşı önlem alınabileceği hususunda yol göstermektedir.

Tedarik zinciri esnekliği Swot yöntemi kullanımı ile belirli kısıtlamalara tabi tutulabilir. Bu kısıtlamalar da doğru öngörü neticesinde işletmeyi problem meydana geldiğinde problemin büyüyerek yayılmasından korur. Esneklik ile ilgili kısıtlar ortaya konulurken işletmenin hedeflerine göre kendi öz nitelikleri doğrultusunda kısıtlarını belirlemesi gerekecektir. Neyin ne olduğunu açık olarak ortaya koyması, esnekliğe neden ihtiyaç duyduğunu belirtmesi gerekmektedir. Bu belirteçler aslında işletmenin görünürlüğünü, yeterliliğini, verimliliğini, değişkenliğini ve uyum sağlama yeteneğini de ortaya koyacaktır. Bunun yanında tedarik zinciri yetenekleri de ortaya çıkacak ve geliştirilmesi için önlem alınması sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

[1] Acar, Z., Köseoğlu, M. 2014,*Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*, Nobel Yayıncılık, 1.Basım, Ankara.

[2] Mucuk, İ. 2003, *Modern İşletmecilik,* Türkmen Kitabevi, 14.Baskı, İstanbul.

[3] Orhan, O. Z. 2003, *Dünyada ve Türkiye'de Lojistik Sektörünün Gelişimi*, İstanbul, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2003-39.

[4] Gravier, M., & Farris, M. 2008, *An Analysis of Logistics Pedagogical Literature: Past and Future Trends in Curriculum, Content, and Pedagogy*, The International Journal of Logistics Management, S: 19(2): 234-235.

[5] Acar, Z., Gürol, P. 2013, *Türkiye'de Lojistik Yazınının Tarihsel Gelişimi*, İşletme Araştırmaları Dergisi, 5(3): 289-312.

[6] Eker, Ö. 2006, *Lojistik Yönetimi ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performansın Arttırılması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmış).

[7] Çancı, M., Erdal, M. 2003, *Lojistik Yönetimi*, Erler Matbaacılık San. Ve Tic. A.Ş., 1.Baskı, İstanbul

[8] Özdemir, A. İ., 2004, Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 23; Temmuz-Aralık 2004:87-96.

[9] Sheffi, Y., 2005, *The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage*, The MIT Press, Massachusetts

[10] Aven T., 2011, *On Some Recent Definitions And Analysis Frameworks For Risk, Vulnerability, And Resilience*, The Risk Analysis An İnternational Journal, 31(4):515-522

[11] Tang, Christopher S., 2006a, *Perspectives in supply chain risk management,* International Journal of Production Economics, 103(2): 451-488.

[12] Kunreuther, Howard, 2006, *Risk and reaction,* Harvard International Review, 28(3): 37-42.

[13] Seager, T. P., 2011, Lessons In Risk-Versus Resilience-Based Design And Management, Integrated Environmental Assessment and Management, 7(3):396–399

[14] Pettit, Timothy J., Croxton, Keely L., and Fiksel, Joseph., 2013, *Ensuring Supply Chain Resilience: Development and Implementation of an Assessment Tool,* Journal of Business Logistics, 2013, 34(1):46–76

[15] Zhu Xinqiu, Cheng Guoping, 2011,*Review of Research on Resilience Supply Chain,* (translation by authors), China Business and Market, 3:43-47.

[16] Remigio, H. C., 2012, *Modelling Resilience in Supply Chain*, Universidade Nova de Lisboa, Fen ve Teknoloji Fakültesi Endüstri Mühendisliği Doktora Tezi (Yayınlanmış)

[17] Mercangöz, B. A., 2010, Ağ Modelleri Ve Tedarik Zincirinde Ağ Optimizasyonuna İlişkin Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Doktora Tezi(Yayınlanmış)

[18] Yurdakul, H., 2015, *Satınalma Yönetimi Süreçler ve Uygulamalar*, Nobel Yayıncılık, 1. Baskı Ankara

[19] Bals, L., 2012, *Climate Change's İmpact On Procurement: Risks And Opportunities,* Managing Climate Change Business Risks and Consequences: Leadership for Global Sustainability, Basingstoke, UK, Palgrave-Macmillan:101-119, Palgrave Macmillan US

[20] Allegre, J., ve Sard, M., 2015, *When Demand Drops And Prices Rise. Tourist Packages In The Balearic Islands During The Economic Crisis,* Tourism Management, 46:375-385.

[21] Swafford, P.M., Ghosh, S. ve Murthy, N., 2006, *The Antecedents Of Supply Chain Agility Of A Firm: Scale Development And Model Testing*, Journal of Operations Management, 24:170–188.

[22] Sanchez, M.A., ve Pérez Pérez, M., 2005, *Supply Chain Flexibility And Firm Performance: A Conceptual Model And Empirical Study In The Automotive Industry*, International Journal of Operations & Production Management, 25(7):681-700.

[23] Başak, S., Küllük İ., Korkmaz M., Kayadelen F., 2015, *Tedarikçi İlişkileri Yönetimi: Tedarikçi İlişkilerini AHP Metodu ile Analiz ve Aksiyon Planı Oluşturma Uygulaması*, Gümüşhane Üniversitesi (Kongre kitabı içerisinde ss: 38-49), İİBF IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 21-23 Mayıs 2015, Gümüşhane.

[24] Yapraklı, T., Ş. , Ünalan, M., 2017, *Lojistik Merkez Olabilmesi Açısından Erzurum'un SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi,* Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, C:31, S: 3, ss: 677-700.

[25] Çoban, B., Karakaya Y. E., 2010, *Geleceği Planlamada Stratejik Yönetim ve SWOT Analizi; Kavramsal Yaklaşımlar,* e-Journal of New World Sciences Academy, V: 5, Article Number: 3C0052, ss: 341-352.

[26] Uğur, L.,U., Yücel Yıldırım, H., Dinç, K., Kızıltepe, M., 2012, *Ulusal Kalkınma Planları Işığında SWOT Analizi Yöntemi Kullanılarak Taşınmaz Değerleme ve Geliştirme: Sektörün Risk Analizi*, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, Düzce Üniversitesi, C:1, S:1, ss: 47-56.

[27] Karadeniz, E., Yılmaz, S., Önal, Y. B., 2007, *Seçilmiş Paydaşların SWOT Yöntemiyle Türk Turizm Yatırımlarını Değerlendirilmesine Yönelik Bir Pilot Çalışma, Anatolia,* Turizm Araştırmaları Dergisi, C:18, S:2, ss:195-205.

[28] Castilla, G. , Hay, G. J.; 2006, *Object- Based Image Analysis: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciens, Volume 4, Number 1., OBIA.

[29] Deren, A. S., 2006, *Sanal Ortamda Kültürel Miras Enformasyon Sistemlerinin Kurulması ve Türkiye İçin Durum Analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmış).

[30] Cihan Ayran, K., 2017, *Türkiye'de Alternatif Enerji Kaynaklarının İrdelenmesi: PESTLE Analizi*, Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi, 1(2), ss: 149-164).

[31] Tayaş, M., 2015, *İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu*, MÜSİAD, İstanbul.

[32] Öktem, Ülker (2005), *Fenomenoloji ve Edmund Husserl'de Apaçıklık Problemi*, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, C:41, S:1, s: 27-55.

[33] http://www.gbmut.com/pestle-analizi-ve-bir-%C3%B6rnek/ (Erişim Tarihi: 19.04.2018)

Şehir Lojistiği ve Endüstri 4.0 Entegrasyonu

Özlem Gürel [1], Şeyda Serdar Asan [2]
[1] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık/ İYBF/Okan Üniversitesi
[2] Endüstri Mühendisliği/ İşletme Fakültesi/İstanbul Teknik Üniversitesi
Akfırat Mah. Tuzla, 34959, İstanbul 2 Maçka, Beşiktaş, 34367, İstanbul
ozlem.gurel@okan.edu.tr , serdars@itu.edu.tr

ÖZET

Yük taşımacılığı ve perakende sektörlerindeki değişikliklerle birlikte, şehir lojistiği ya da kentsel lojistik giderek daha da kritik hale gelmektedir. Şehir lojistiği, son kilometre lojistiği, nihai müşteri tarafından lojistik ile birebir bağlantıya geçilen ilk noktadır ve bu sebeple yaşanan sorunlar müşteriler tarafından lojistik performansının geneli olarak algılanmaktadır. Şehir lojistiği dışında kalan lojistik aktiviteleri nihai ürün kullanıcılarının birebir ilişkide olduğu alanlar değildir. Bu çerçevede şehir lojistiğinin ilgi alanına giren sorunlar farklı ve sayıları fazladır. Endüstri 4.0, lojistiğin taşımacılık ve depolama gibi temel bileşenlerinde insan faktörünü azaltmaya hatta ortadan kaldırmaya yönelik çalışmaları ön plana çıkartmaktadır. Bu durum şehir lojistiği için yeni sorunları beraberinde getirecektir. Bu çalışmada, şehir lojistiği ve endüstri 4.0 entegrasyonu incelenecek, literatür incelemesi ile şehir lojistiğinin karşılaşacağı yeni sorunlar ve fırsatlar belirlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Entegrasyon, Şehir Lojistiği

ABSTRACT

The changes and developments in retail industry and freight logistics highlight the vital importance of city or urban logistics. The main reason for this is the fact that the end-customers are only dealing with the urban logistics providers as a part of logistics. End-customers are generally unaware of the rest of the logistics network and activities, since these are not directly related to or seen by the end-customers. In this environment, challenges for city logistics are high. With the changes brought by industry 4.0, challenges will go through a transformation. Industry 4.0 is a relatively new concept that aims to reduce and possibly eliminate the human need in the transportation and warehousing aspects of logistics. In this respect, urban logistics will have to deal with new problems. In this study, integration of industry 4.0 and urban logistics will be examined, and a literature review will determine new challenges for urban logistics.

Keywords: City Logistics, Industry 4.0, Integration

1. GİRİŞ

Dünya genelinde ve ülkemizde çağdaş yaşamın bir sonucu olarak nüfusun büyük çoğunluğu şehirlerde yaşamaktadır. Lojistiğin en karmaşık ve günlük hayata en çok etki eden alanı olan şehirlerin sürdürülebilir olarak gelişmesinde, rekabet avantajı elde etmesinde, bireylerin çağdaş yaşam kalitelerinin arttırılmasında ve global tedarik zincirlerinin verimlilik ve etkinliğinin sağlanmasında kentsel lojistik faaliyetlerin önemi büyüktür. [1]

Bunun yanı sıra eklemeli üretim, zenginleştirilmiş gerçeklik, büyük veri, bulut bilişim, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler vb. endüstri 4.0 teknolojileri ise günümüzde hızla yaygınlaşmakta ve günlük hayatımızın içinde günden güne daha fazla alanda yeralmaktadır.

Bu bağlamda kentsel lojistik faaliyetlerinin de artık daha hızlı, daha etkin, daha verimli ve daha çevre dostu bir şekilde yürütülebilmesi gerekmektedir. Ancak günümüzde bu faaliyetler artık insan kapasitesinin yetişebileceği bir skalanın dışında yeralmaktadır. İşte bu noktada şehir lojistiği faaliyetlerinin doğru ve etkin bir şekilde yürütülebilmesi için endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması kaçınılmaz bir hale gelmektedir.

2. ŞEHİR LOJİSTİĞİNİN TANIMI

Şehir Lojistiği Enstitüsü Japonya'daki Kyoto Üniversitesi'nden Prof. E. Taniguchi tarafından kurulduğundan beri şehir lojistiği giderek daha popüler hale gelmektedir. Literatürde şehir lojistiğinin yaygın kabul görmüş bir tanımı yoktur.

Şehir lojistiği tanımları, temel olarak şehir lojistiğindeki yük taşımacılığı meselesi ile ilgili olanlar ve aynı zamanda kentteki insanların hareketi ile ilgili sorunları gündeme getiren yük taşımacılığı gibi iki ana gruba ayrılabilir.

Şehir lojistiğinin tanımlarından biri Szołtysek tarafından ortaya konulmuştur. Onun tanımı esas olarak şehir gelişim hedefleri ve sakinlerinin ihtiyaçlarına göre ulaşım akışının organizasyonuna odaklanmaktadır. [2]

Kiba-Janiak tarafından ortaya konan diğer tanım, bir şehirdeki yolcu ve yük taşımacılığını iyileştirmenin yanı sıra maliyet ve çevresel bozulmayı azaltmak için şehir lojistiği paydaşları arasında bir uzlaşma / gelişme sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. [3]

Şehir lojistiği yerleşim bölgelerindeki lojistik faaliyetlerin incelenmesi, planlanması, sürdürülmesi ve iyileştirilmesi konularını kapsayan lojistik alanıdır da diyebiliriz. [4]

Bir diğer tanıma bakacak olursak Taniguchi, şehir lojistiğini "kentsel çevrede trafik ortamını, trafik sıkışıklığını, trafik güvenliğini ve enerji tasarrufunu göz önünde bulundurarak kentsel alanlarda gelişmiş bilgi sistemlerini destekleyen özel şirketler tarafından lojistik ve taşımacılık faaliyetlerini tamamen optimize etme süreci" olarak tanımlamıştır. [5]

Kentsel lojistik kent sınırları içerisinde gerçekleşen lojistik süreçlerin planlanması, koordine edilmesi ve kontrolüne odaklanır ve maliyetleri optimize edecek, sıkışıklığı azaltacak ve yaşam kalitesini arttıracak şekilde malların (ham madde, yarı mamul, mamul ve atık, vb.), insanların ve bilginin fiziksel hareketiyle ilgilenir [6].

Literatürde şehir lojistiği; taraflar olarak nitelendirilen, Lojistik Firmalar, Kamu Yöneticileri (Yerel Yönetimler ve Merkezi İdareler), Müşteriler ve Vatandaşların (Kent Sakinleri) farklı istek ve beklentilerinin optimum olarak karşılanabildiği geliştirilmiş sistemler, başarılı uygulamalar olarak da değerlendirilmektedir. [7]

3. ENDÜSTRİ 4.0'IN TANIMI

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak Almanya'da ortaya çıkmıştır. Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı 2011 yılında ülkenin kalkınmasını güçlendirmeye yönelik bazı çalışmalar yapmış ve bu bağlamda 10 ana projeyi yürütmüştür. Gelecek Projesi adı verilen bu projeler, Yüksek Teknolojiler Stratejisi 2020'nin gelecek projeleri adı altında yayınlanmıştır. Bu projelerden biri de Endüstri 4.0 olarak adlandırılmış ve ilk olarak 2011 Hannover Fuarı'nda dile getirilmiştir. [8]

Şimdiye kadar, Endüstri 4.0'ın oybirliğiyle kabul edilmiş bir tanımı yoktur.

Konsorsiyum II'ye göre, Endüstri 4.0 "daha iyi iş ve toplumsal sonuçlar için öngörü, kontrol ve planlama için kullanılan karmaşık fiziksel makinelerin ve cihazların ağ bağlantılı sensörler ve yazılımlarla bütünleştirilmesidir."

Henning ve Johannes Endüstri 4.0'ı "ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi" olarak tanımlamaktadır. [9]

Hermann ve diğ. Endüstri 4.0'ı "değer zinciri organizasyonu teknolojileri ve kavramları için ortak bir terim" olarak tanımlamaktadır. [9] Endüstri 4.0'ın modüler yapılandırılmış Akıllı Fabrikaları, Siber Fiziksel Sistemler (CPS) ile birlikte fiziksel süreçleri izler, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturur ve merkezi olmayan kararlar alır. CPS'in birbirleriyle ve insanlarla Nesnelerin İnterneti (IoT)

üzerinden gerçek zamanlı iletişim kurduğu ve işbirliği yaptığı ve hem iç hem de çapraz örgütsel hizmetlerin Hizmetlerin İnterneti'nin (IoS), değer zincirinin katılımcıları tarafından sunulduğu ve kullanıldığı belirtilmektedir. [9]

4. ENDÜSTRİ 4.0 ÖZELLİKLERİ VE TEKNOLOJİLERİ

Gerçek dünya gittikçe büyük bir bilgi sistemine dönüşmektedir. Endüstri 4.0, bir ekonomideki tüm üretken birimlerin tutarlı dijital hale getirilmesi ve birbirine bağlanması fikrini vurgulamaktadır. [10] Endüstri 4.0'ı kısaca tanımlayacak olursak, bu kavram için dijitalleştirme, otomatikleştirme, şeffaflık, iş birliği ve ürünlerin ve süreçlerin gerçek zamanlı bilgilerinin kullanılabilirliği eğilimlerini ele almak üzere bir değer zincirinde türetilen ve uygulanan tüm yeniliklerin toplamı olduğunu söyleyebiliriz. [11] Bu bölümde Endüstri 4.0 teknolojilerinin bazıları hakkında bilgiler verilecektir.

4.1. Eklemeli Üretim

Şirketler çoğunlukla prototip oluşturmak ve özel bileşenler üretmek için kullandıkları 3 boyutlu baskı gibi eklemeli üretim yöntemlerini artık yavaş yavaş diğer tüm üretim işlemleri için de uygulamaya başlamışlardır. Endüstri 4.0 ile eklemeli üretim yöntemleri, küçük partiler halinde özelleştirilmiş ürünler üretmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu da aslında karmaşık ve hafif tasarımlara sahip ürünler için yapım avantajları sunmaktadır. Ayrıca yüksek performansa sahip, merkezden bağımsız şekilde gerçekleştirilen eklemeli üretim sistemleri nakliye mesafelerini ve eldeki stokları azaltacaktır. Örneğin, havacılık şirketleri, uçak ağırlığını ve titanyum gibi hammadde giderlerini düşüren yeni tasarımlar uygulamak için zaten eklemeli üretim yöntemini kullanmaktadırlar. [12]

4.2. Zenginleştirilmiş Gerçeklik

Zenginleştirilmiş gerçeklik (AR) tabanlı sistemler, bir depodaki parça seçimi veya mobil cihazlar üzerinden onarım talimatları gönderme gibi çeşitli hizmetleri desteklemektedir. Bu sistemler henüz emekleme aşamasındadır ancak gelecekte şirketler, işçilerin karar verme ve çalışma usullerini iyileştirmek ve gerçek zamanlı bilgiler sunmak için zenginleştirilmiş gerçeklikten daha da fazla yararlanacaklardır. Örneğin, işçiler onarılacak gerçek sisteme baktıkları için belirli bir parçanın nasıl değiştirileceği konusunda tamir talimatları alabilirler. Bu bilgiler, zenginleştirilmiş gerçeklik gözlükleri gibi cihazları kullanarak işçilerin görüş alanında doğrudan görüntülenebilir [12]. Ayrıca kullanıcılar bu teknoloji sayesinde parametreleri değiştirebilir ve operasyonel veri ve bakım talimatlarını geri yükleyebilirler. AR kullanımı, özel donanım, yazılım ve aksesuar unsurları ile gerçek görsel varlıklarla doğrudan ya da dolaylı olarak gerçek dünya çevresini tamamlama olanağı sunarak günlük yaşamda daha yaygın hale gelmektedir. [13] İnsanların duyularını ve yeteneklerini zenginleştiren sanal bilgi ile gerçek dünyayı birleştiren tüm faaliyetler zenginleştirilmiş gerçekliğin bir ürünüdür. [14]

4.3. Büyük Veri

Veriye 21. yüzyılın ham maddesi denmektedir. Gerçekten de işletmelerin kullanabileceği veri miktarının her 1,2 yılda bir iki katına çıkması beklenmektedir. Geleceğin bir tesisinde, kaydedilmesi, işlenmesi ve analizi gereken büyük miktarda veri üretilecek ve bu verileri analiz etmek için kullanılan araçlar önemli ölçüde değişecektir [10]. Büyük veri setlerine dayanan analizlerin imalat ortamında kullanımı ancak yakın zamanlarda mümkün olmuştur. Bu sayede üretim kalitesi iyileştirilmekte, enerji tasarrufu sağlanmaktadır. [12] Endüstri 4.0 bağlamında, birçok farklı kaynaktan (üretim ekipmanları ve sistemleri ve müşteri yönetim sistemleri vb.) gelen verilerin toplanması ve kapsamlı değerlendirilmesi gerçek zamanlı karar vermeyi destekler.

4.4. Robotik ve Otomasyon

Otomasyonla birlikte robotlar insan işçilerin yerini almaya başlamışlardır. Günümüzde robotlar, uyum sağlayabilen, iletişim ve etkileşim kurabilen sistemler haline diğer bir deyişle akıllı hale gelmektedirler. Bu da şirketlerin daha üretken olmasını sağlayacaktır. Akıllı robotlar, sadece kapalı alanlarda basit bir şekilde yapılandırılmış iş akışlarında insanların yerini almazlar. Endüstri 4.0'da robotlar ve insanlar, birbirine bağlı görevler üzerinde ve akıllı algılamalı insan-makine ara yüzleri kullanarak el ele çalışmaya devam edeceklerdir. Çeşitli işlevler için robotların kullanımı gitgide

yaygınlaşmaktadır: üretim, lojistik, ofis yönetimi (belgeleri dağıtmak için) vb. Bu operasyonlar da artık uzaktan kontrol edilebilir özelliğe sahip olacaktır. Bir sorun ortaya çıkarsa, işçinin cep telefonunda bulunan bir web kameraya bağlı bir mesaj alması ve böylelikle problemleri görebilmesi ve ertesi gün tekrar tesise gelene kadar üretimin devam etmesine izin verebileceği yönergeler verebilmesi mümkün olabilecektir. Böylece, tesis 24 saat / gün çalışırken, işçiler yalnızca gün boyunca orada bulunacaklardır. Artık işçiler için gece vardiyaları olmayacaktır. [10]

Kısaca, birçok üretici, karmaşık görevleri üstlenmek için uzun zamandır robotları kullanıyorlardı, ancak robotlar gitgide daha da fazla yararlanılacak şekilde gelişmekte ve daha özerk, esnek ve işbirlikçi hale gelmektedirler. Endüstri 4.0 kapsamında robotlar birbirleriyle etkileşime girerler ve insanlarla birlikte güvenle çalışırlar ve onlardan öğrenirler. Bu robotlar bugün ve geçmişte üretimde kullanılanlardan daha az maliyete ve daha geniş bir yetenek yelpazesine sahiptirler. [12]

4.5. Bulut Bilişim

Şirketler, bazı kurumsal ve analitik uygulamalar için zaten bulut tabanlı yazılımlar kullanmaktadırlar. Ancak Endüstri 4.0 ile beraber tedarik zinciri elemanları arasında daha kısa zamanda ve daha fazla veri paylaşımı gerekmektedir. Bulut teknolojileri şirketlerin bu konudaki en büyük yardımcısı olacaktır. Ayrıca bulut teknolojilerinin performansının daha da gelişeceği öngörülmektedir. Sonuç olarak, makine verisi ve işlevselliği giderek buluta yüklenecek ve bu sayede üretim sistemleri için daha fazla veriye dayalı hizmet sağlanabilecektir. Hatta daha da ileri gidersek süreçleri izleyen ve denetleyen sistemlerin de bulut tabanlı olabileceğini söyleyebiliriz. [12]

4.6. Nesnelerin İnterneti ve Hizmetlerin İnterneti

Günümüzde sadece az sayıda üretici sensörlerin ve makinelerin bir kısmı ağa bağlanmış şekilde üretim yapmakta ve üretimde gömülü bilgi işlem uygulamalarını kullanmaktadır. [15,16] Bunlar genellikle bir dikey otomasyon piramidi içinde düzenlenirler ve sınırlı zekâ ve otomasyon denetleyicilerine sahip olan sensörler ve alan aygıtları, piramidin üzerinde bulunan bir süreç kontrol sistemine dahil olmaktadırlar.

Ancak nesnelerin interneti ile, bazen bitmemiş ürünler de dahil olmak üzere daha fazla araç gömülü bilgi işlem ile zenginleştirilecek ve standart teknolojiler kullanılarak bağlanacaktır. Bu, alan aygıtlarının birbirleriyle iletişim kurmasına ve birbirleriyle etkileşime girmesine ve gerekirse daha merkezi denetleyicilerle etkileşime girmesine izin vermektedir. Aynı zamanda bu, merkeziyetçi olmayan karar vermeyi destekler ve gerçek zamanlı yanıtlar sağlar. [12]

IoS, servis sağlayıcıların hizmetlerini internet üzerinden sunmasını sağlar. IoS, katılımcılar, hizmet altyapısı, iş modelleri ve hizmetlerin kendilerinden oluşmaktadır. [17] Buna göre, daha da açacak olursak IoS'de IoT'ye benzer güçlü göstergeler mevcuttur. Hizmetlerin web teknolojileri aracılığıyla kolaylıkla erişilebilir hale getirildiği, şirketlerin ve özel kullanıcıların yeni tür katma değerli hizmetleri bir araya getirmeleri, oluşturmaları ve sunmalarına izin verme fikrine dayanan bir IoS tanımı yapılmaktadır. Böylelikle internet tabanlı pazar alanlarının gelecek endüstrilerde kilit rol oynayacağı varsayılabilmektedir. Bundan başka salt teknolojik bakış açısından hizmet odaklı mimari (SOA), hizmet yazılımı (SaaS) veya iş süreci dış kaynağı (BPO) gibi kavramların IoS ile yakından ilişkili olduğu dikkate alınarak terimin daha geniş bir tanımı önerilmektedir: bir tarafın, öngörülen bir işlevi ve ilgili bir fayda sağlamak için başka bir tarafın kaynaklarına geçici olarak erişim imkânı tanıdığı ticari bir işlem. Burada sözü edilen kaynaklar insan gücü ve beceri, teknik sistemler, bilgi, sarf malzemeleri, arazi ve diğerleri olabilir. [18]

4.7. Siber Fiziksel Sistemler

CPS hesaplamanın fiziksel süreçlerle bütünleştirilmesi olarak tanımlanmıştır. Burada, gömülü bilgisayarlar ve ağlar fiziksel süreçleri izler ve kontrol ederken geri bildirim döngüleriyle fiziksel süreçler de hesaplamaları etkilemektedir. [19] Bu, üretim sürecinde üst düzey kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimlilik sağlar. CPS yapısal olarak, "kontrol etmek için iki paralel ağa, yani altyapının birbirine bağlı bileşenlerinin fiziksel bir ağına ve akıllı kontrol birimlerinden oluşan bir siber ağa ve bunlar arasındaki iletişim bağlantılarına" sahiptir.[20] CPS, bu ağların birden fazla sensör, aktüatör, kontrol işlem birimi ve iletişim cihazı kullanılarak entegrasyonunu sağlamaktadır. [18]

4.8. Blok zinciri

Blok zinciri, şeffaflık ve güven sağlayan yeni nesil işlem uygulamaları için uçtan uca (P2P) dağıtık bir defter teknolojisidir. Blok zinciri, bitcoin için temel kumaştır ve üç ana bileşenden oluşan bir tasarım modelidir: dağıtık bir ağ, paylaşımlı bir defter ve dijital işlemler.

Blok zinciri, ağ katılımcılarından oluşan düğümlere sahip merkezi olmayan bir P2P mimarisidir. Ağdaki her üye, blok zincirinin aynı bir kopyasını depolar ve ağ için dijital işlemlerin onaylanmasına ve onaylanması sürecine katkıda bulunur. Dağıtık ağdaki üyeler dijital işlemlerini paylaşılan bir deftere kaydeder. İşlem eklemek için ağdaki üyeler önerilen işlemi değerlendirmek ve doğrulamak için algoritmaları çalıştırır. Ağdaki üyelerin çoğunluğu işlemin geçerli olduğunu kabul ederse, yeni işlem paylaşılan deftere eklenir. Paylaşılan defterdeki değişiklikler, blok zincirin tüm kopyalarına dakikalar içinde veya bazı durumlarda saniyeler içinde yansıtılır. Bir işlem eklendikten sonra bir daha değiştirilemez veya kaldırılamaz. Ağdaki bütün üyelerde blok zincirinin tam bir kopyası olduğundan, tek bir üyenin verileri kurcalamak veya değiştirmek gibi bir durumu mevcut değildir. Herhangi bir bilgi veya dijital varlık bir blok zincirinde saklanabilir. Bilgiler, orijinalliği ve doğruluğu garanti etmek için şifrelenir ve dijital olarak imzalanır. İşlemler bloklar halinde yapılandırılır ve her blok, blok zincirindeki önceki bloğa özgü bir şifreleme karması içerir. Bloklar doğrusal, kronolojik sırayla eklenir. [21]

4.9. Sürücüsüz Araçlar

Otonom bir araç, kendinden ayarlı sürüş kontrolü, aktif direksiyon, anti-kilitli fren sistemleri (frenli direksiyon sistemi), küresel yer belirleme sistemi (GPS), navigasyon teknolojisi, lazerler ve radar dahil olmak üzere çeşitli araç teknolojileri ve sensörler kullanılarak "otopilot" modunda başlangıç noktasından başlayarak önceden belirlenmiş bir varış noktasına kadar sürülebilen araçtır. [22]

4.10. Kendi Kendine Öğrenen Sistemler

Kendi Kendine Öğrenen Sistemlerin çalışma algoritması, deneme ve yanılma yöntemine dayanan bir öğrenme süreci tarafından geliştirilmiş uyarlamalı bir sistemdir. Sistem algoritmada deneme değişiklikleri yapar ve aynı zamanda değişikliklerin sonuçlarını izler. Sonuçlar kontrol hedeflerine göre olumlu ise, sistem en iyi sonuç elde edilene veya kontrol süreci değişene kadar aynı yönde değişiklikler yapmaya devam eder. Kendi kendine öğrenen sistemler, kendinden ayarlı sistemleri araştırmak için özel bir durumdur. [23]

4.11 İnsansız Hava Araçları

İnsansız bir hava aracı (UAV), bir insan pilot olmadan çalışan bir tür uçaktır. Son teknolojiler, çeşitli amaçlar için kullanılan birçok farklı türde insansız hava aracı geliştirilmesine izin vermiştir. [24]

Ayrıca genel olarak halk arasında dron olarak da bilinir. Önceden programlanmış bir rotaya göre bağımsız olarak uçabilir veya uzaktan bir görev yürütmek için bir pilot tarafından uzaktan kontrol edilebilir. Potansiyel olarak özerk davranışı nedeniyle, bir insan operatörünün katılımı en aza indirilmiştir. [25]

5. Şehir Lojistiğinin Üstesinden Gelmesi Gereken Başlıca Sorunlar

Şehir lojistiğinin hedefi genel lojistikte olduğu gibi dağıtım ve ulaşımın planlanması ve yönetilmesidir. Şehir lojistiğinin başlıca amaçları etkinlik, çevrenin korunması, trafiğin azalması, güvenlik ve enerji tasarrufudur. Bu amaçlar şehir lojistiğinin üç yapıtaşı olan sürdürülebilirlik, hareketlilik ve yaşanabilirlik kavramları ile ilişkilidir. [4]

Şehir içi taşımacılık toplam taşıma mesafesinin uzunluğunun küçük bir kısmını oluştursa da toplam maliyetin büyük bir kısmını temsil etmektedir. Lojistik Yönetimi Konseyi'nin raporuna göre tedarik zincirinde 'son kilometre' denilen kentsel lojistik, toplam tedarik zinciri maliyetinin %28'ini oluşturmaktadır. [26]

Taniguchi ve diğerleri (2001) kentsel lojistikte 4 paydaş belirlemişlerdir. Bunlar; göndericiler, yük taşıyıcılar, ikamet edenler ve yöneticiler / idarecilerdir. Kentsel lojistik paydaşlarının amaçları ve

beklentileri genelde çakışmaktadır. Örneğin yük taşıyıcıların amacı hizmetlerini zamanında, hasarsız ve en düşük maliyetle gerçekleştirmektir. İkamet edenler ise yerleşim alanlarının yakınındaki trafik sıkışıklığının, gürültünün, hava kirliliğinin ve trafik kazalarının en aza indirilmesini isterler. Şehrin ticari alanlarındaki perakendeciler ise, malları kendileri için elverişli bir zamanda teslim almak isterler. Ancak bu bazen ikamet edenlerin sakin ve güvenli lokal yol istekleriyle çelişir. [5] Burada mümkün olduğunca tüm paydaşların lehine olacak şekilde şehir lojistiği faaliyetlerinin düzenlenmesi yararlı olacaktır.

Kentsel lojistikte uygulanabilecek her türlü politikanın, önlemin, uygulamanın analiz ve seçim sürecinde tüm kentsel lojistik paydaşlarının çıkarları hesaba katılmalı ve uzlaşma sağlanmaya çalışılmalıdır. Bu çaba kentsel lojistik uygulamalarının başarısında kritik bir faktördür. [27]

Son zamanlarda kentsel yük taşımacılığı birçok zor problemle karşı karşıyadır. Yük taşıyıcılarının daha düşük maliyetli tam zamanında nakliye sistemleri çerçevesinde daha yüksek hizmet seviyeleri sağlamaları beklenmektedir. Bu nedenle, verimli ve çevre dostu lojistik sistemleri, kentlerin ekonomik kalkınma açısından daha rekabetçi olmalarına yardımcı olmaktadır. [1]

Kentsel lojistik, bir yandan kenti oluşturan unsurlar arasında fonksiyonel ilişkilerin oluşmasını sağlarken, diğer yandan birtakım maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kent büyürken, lojistik altyapı aynı hızda iyileşmezse kentsel lojistik sorunları oluşur. Kentsel trafik sorunu da bunlardan biridir.

Bir diğer sorun ise şehir lojistiği faaliyetlerinin oluşturduğu çevresel etkilerdir. Hava kirliliği, kentsel lojistik sonucu meydana gelen dışsallık türleri içerisinde en belirgin olanıdır. Bunun en önemli nedeni kent içi taşımacılıkta ağırlıklı olarak kullanılan taşımacılık türünün karayolu taşımacılığı olması ve motorlu taşıtların büyük ölçüde fosil yakıtla çalışmasıdır.

Kentler su kirliliğinin de en yoğun biçimde yaşandığı yerleşim alanlarıdır. Kirliliğin sebepleri arasında sanayi kuruluşlarının ve nüfusun bu bölgelerde yoğunlaşmasının yanı sıra ulaştırma faaliyetlerinin de önemli bir payının olduğunu ifade etmek gerekir. Taşıt kullanımı yağ, hidrolik sıvı, kullanılmış lastik, akü, hurda taşıt gibi çok sayıda ve türde atık oluşmasına neden olur. Bu atıklar (kullanılmış yağ, antifriz, akü, temizleyici, boya ve yapıştırıcı kimyasallar, vb.) bünyelerinde bulundurdukları kimyasal maddelerden dolayı hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel sorunlara sebep olmaktadır. [1]

Gürültü, rahatsız edici duygular uyandıran bir akustik olgu veya hoşa gitmeyen ve istenmeyen sesler topluluğu olarak tanımlanabilir. [28] Kent yaşamı içerisinde çeşitli türde gürültü kaynağı olmakla birlikte bu kaynakların başında ulaştırma faaliyetleri gelmektedir. [29] Bunun en önemli sebebi kent içi ulaşımın büyük ölçüde motorize olan taşıtlarla yapılıyor olması ve kentin tamamına yayılmasıdır. Dolayısıyla kent nüfusunun büyük bir kısmı ulaşım sonucu meydana gelen gürültüden etkilenmektedir.

Enerji kaynaklarının korunması, sınırlı miktarda doğal kaynak olduğundan daha da önem kazanmaktadır. Taşıt endüstrisi için petrol ve dizel motor yağı, iki ana enerji kaynağıdır. Şehir lojistiğine uygulanan rota optimizasyonu gibi yöntemler, rota uzunluklarını azalttığı takdirde, yük ve toplu taşıma araçlarının tükettiği toplam yakıt miktarını potansiyel olarak azaltabilir. [1]

Günümüzde depremler, sel, tsunami, kar yağışı ve orman yangınları gibi doğal tehlikelerin yol açtığı risklerin yanı sıra insan kaynaklı kazalar ve terör saldırıları tehlikeleri de artmaktadır. Prensip olarak bu riskler iyi değerlendirilmesi ve şehir lojistiğine dahil edilmesi gerekmekle birlikte, şehir lojistiğini modellemede ve kentsel alanlarda şehir lojistik şemalarını uygulamada yine de bu riskler tam olarak dikkate alınmamaktadır. Başlıca sebepler şunlardır: bu olayların belirsizliğinden dolayı kent lojistiğiyle ilgili risklerin değerlendirilmesi zordur, doğal ve yapay tehlikelerin dahil edilmesi, lojistik operasyonlara ek maliyet getirir ve doğal ve yapay felaketler lojistik yöneticilerinin sorumluluğunda değildir. [5]

Genelde şehir lojistiği, yoğun dönemlerdeki trafik yoğunlaşması ve spor karşılaşmaları gibi olayların oluşturduğu yinelenen trafik tıkanıklığı nedeniyle mal tesliminde veya toplama amacıyla müşterilere ulaşmaya çalışıldığındaki günlük gecikme risklerini hesaba katar. Bununla birlikte,

siklonlar, depremler ve sellerden kaynaklanan daha az sıklığa sahip ancak şiddetli etkilere sahip hava olaylarının da incelenmesi gerekmektedir.

Bununla birlikte insan kaynaklı felaketlere (savaş, terörizm, salgın hastalıklar ve pandemi, trafik kazası, nükleer kazalar, gıda veya su kirliliği, bina çökmesi vb.) bakacak olursak, bunların kent lojistiği açısından ele alınması ise zor bir konudur.

Yine de olabildiğince tüm bu riskler önceden değerlendirilmeli ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) ve Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS)'yi kullanarak daha güvenli ulaşım yönetimi için iyi kontrol edilmelidir. Kentsel trafik ortamlarındaki tehlikeli madde taşımacılığını yönetmek için riskleri ve tedbirleri değerlendirmek için modelleme teknikleri gereklidir. [30]

E-ticaret alanındaki son gelişmeler de şehir lojistiğini daha önemli hale getirmiştir. E-ticaret, 'işletmeden işletmeye' (B2B) ve 'işletmeden tüketiciye' (B2C) gibi vakalarda daha hızlı, bireysel ve dolaysız ticaret imkânı sunmaktadır. Bunun sonucunda tedarikçiler daha yüksek bireysel müşteri talep seviyelerini karşılayabilmek için kendi lojistik sistemlerini daha düşük maliyetle, daha hızlı ve daha güvenilir çalışan lojistik sistemlere dönüştürme ihtiyacı duymaktadırlar. [5]

Çevrimiçi internet satışlarının ve e-ticaretin (yani, e-kanalın) yükselişi perakende şirketlerinin satışlarına büyük bir destek sağladı ve yeni ve farklı iş modellerine yol açtı. [31]

Bu bağlamda perakende satış yerine tüketicilerin evlerine mal taşımak zorunda kalınmasının navlun hareketlerinin sayısını artıracağını fark etmek önemlidir. Ayrıca, teslimatların boyutu küçük olacağından, yük hareketlerinin sayısındaki nispi artış daha da büyük olacaktır. Böylece, bir şehir lojistiği perspektifinden bakıldığında, tüketiciye doğrudan teslimatlardaki artış, bir avantaj değil, bir dezavantaj haline gelmektedir. [32]

Teslimat yapılması gereken yük fazlalığının yanı sıra teslimat işlemine bağlı hız faktörü de şehir lojistiğinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda birçok e-perakendeci, müşterilerine aynı gün teslimat (hatta bazen 1 saat veya 2 saat içinde teslimat) seçeneği sunmaya başladı ve bu da internet üzerinden herhangi bir ürün satın almanın cazibesini artırdı. Bir şehir lojistiği perspektifinden, bu hızlı teslimat seçeneklerinin sunulması, yük teslimatlarının sayısını daha da arttıracak ve doğrudan tüketici teslimatlarının koordinasyonunu ve konsolidasyonunu daha da zorlaştıracaktır. [32]

Şehir lojistiğinin bir diğer zorluğu ise malların yüklenmesi ve boşaltılması sırasında şehirde belirli alanların bulunmaması ve bunun da işlemlerin trafik şeritlerinde yapılmasına ve sıkışmaya neden olmasıdır. Buna ek olarak, kargo araçları, daha büyük ve daha ağır olduklarından şehir merkezlerinde araç kullanmak zor bir hale gelmektedir. Bu zorluklar, yükleme ve boşaltma işlemleri için yeterli altyapının olmaması nedeniyle daha da ağırlaşmaktadır. [33]

6. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Şehir Lojistiğiyle İlgili Sorunlara Getirdiği Çözümler

Endüstri 4.0 teknolojileri, şehir lojistiğinde zor ve karmaşık problemlerin birçoğunu çözme potansiyeline sahiptir. Eklemeli üretimin içinde yer alan 3D baskı özellikle satış sonrası tedarik zincirlerinde lojistik hizmetlerini daha da etkin hale getirebilir. Öyle ki nadiren sipariş edilen yedek parçalarla dolu birden fazla depoyu yönetmek yerine, lojistik sağlayıcılar bir yazılım veri tabanıyla birleştirdikleri bir 3D baskı altyapısı oluşturabilir. Bu sayede, isteğe bağlı olarak sipariş edilen yedek parçalar veya son derece bireyselleştirilmiş ürünler ertelemeye maruz kalmadan en yakın 3D yazdırma tesisinde (3D yazıcılarla donatılmış yerel dağıtım merkezleri) basılabilir ve doğru yere teslim edilebilirler. Kısacası malların son konfigürasyonu, isteğe bağlı 3D yazdırma ile elde edilebilir. Bu da teslimat sürelerinin kısalması ve envanter maliyetlerinin düşmesini sağlar.

3D baskı özellikle satış sonrası tedarik zincirlerinde lojistik hizmetlerini daha da etkin hale getirebilir. Öyle ki nadiren sipariş edilen yedek parçalarla dolu birden fazla depoyu yönetmek yerine, lojistik sağlayıcılar bir yazılım veri tabanıyla birleştirdikleri bir 3D baskı altyapısı oluşturabilir. Bu sayede, isteğe bağlı olarak sipariş edilen yedek parçalar veya son derece bireyselleştirilmiş ürünler ertelemeye maruz kalmadan en yakın 3D yazdırma tesisinde (3D yazıcılarla donatılmış yerel dağıtım merkezleri) basılabilir ve doğru yere teslim edilebilirler. Kısacası malların son konfigürasyonu, isteğe bağlı 3D yazdırma ile elde edilebilir. Bu da teslimat sürelerinin kısalması ve envanter maliyetlerinin düşmesini sağlar. 3D baskı uygulamaları Amazon firması tarafından hayata geçirilmiştir. Amazon,

ürünleri daha da hızlı tüketiciye ulaştırmak için mobil 3D baskı dağıtım kamyonu kavramının patentini almıştır. Örneğin; bir müşteri Amazon'un sitesinden bir ürün sipariş ettiğinde, bu arkaplandaki bir yazılım sayesinde o müşteriye en yakın kamyonun 3D baskıyla tetiklenmesi ve ilgili ürünün herhangi bir depolama alanına gereksinim duymaksızın müşteriye ulaştırılması sağlanmaktadır. [34]

Diğer bir çözüm ise zenginleştirilmiş gerçekliktir. Burada akıllı gözlüğü bu kullanıma örnek olarak verebiliriz. İlk kullanımına baktığımızda, depo operasyonlarındaki sipariş toplama işleminde akıllı gözlük kullanımının kayda değer derecede etkili olduğu görülmüştür. Yapılan gözlemler ve çalışmalar sonucunda zenginleştirilmiş gerçekliğin süreç verimliliğinin ve kalitesinin artmasına, riskin azalmasına ve işçinin siparişi elle işleme stresinin azalmasına katkıda bulunan önemli bir lojistik araç olduğu ortaya konmuştur. Çalışanlar akıllı gözlüğü ürün toplama, paketleme, sıralama ve hatta montaj gibi depodaki çeşitli görevleri yerine getirirken kullanabilmektedir. Talimatlar ve gerekli bilgiler akıllı gözlük sayesinde çalışanın ekranına düşer ve böylece çalışan ellerini serbest bir şekilde kullanma yetisine sahip olur. Günümüzde halihazırda akıllı gözlük, görev bilgilerini görüntüleme, barkod tarama ve dahili navigasyonu destekleme becerisine sahiptir ve gerçek zamanlı işlemler için depo yönetim sistemlerine entegre edilebilir.

Bundan başka zenginleştirilmiş gerçeklik kullanan araç operatörleri daha güvenli ve akıllı bir sürüş gerçekleştirebilir. Aracın ön camı ekran gibi kullanılıp, sanal katmanlardan alınan navigasyon (sefer) bilgileri sürücüye yardımcı olması için buraya yansıtılabilir. Ayrıca bu sistem sürücüye yol tehlikelerini göstermek için de kullanılabilir.

DHL'de depoda ilk olarak akıllı gözlükle görerek yapılan sipariş toplama işlemi %25'lik bir performans artış başarısıyla gerçekleştirilmiştir. Buradaki performans artışı yapılan işlemin halihazırdaki aygıtların depo yönetim sistemine gerçek zamanlı olarak bağlı olmasından, yenilikçi kullanıcı arabirimine sahip olmasından ve işlerin çalışanın ellerini kullanmadan yapmasından ileri gelmektedir. [34]

Lojistik sektöründe daha çok kapasite planlama ve rota optimizasyonu gibi alanlarda verimliliği artırmak için büyük veriden yararlanılmaktadır. Lojistik sağlayıcılar eğer tam bir fayda sağlamak istiyorlarsa belirli bir yöntem kullanarak çoklu veri akışlarından elde ettikleri yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış büyük verilerin entegrasyonunu sağlamalıdırlar.

Ayrıca büyük verileri kullanarak lojistikteki operasyonel verimlilik geliştirilebilir. Öyle ki büyük veri sayesinde karar vermede hız ve şeffaflık artar, kaynak kullanımı, proses kalitesi ve performansı optimize edilebilir. Örneğin, ulaşımda veri akışlarının (sevkiyat bilgileri, hava durumu, trafik vb.) akıllıca ilişkilendirilmesi, atamaların gerçek zaman çizelgelemesini, yük dizilerinin optimizasyonunu ve tahmini varış zamanı tahminini mümkün kılar. Büyük veriler, önemli ticaret yollarındaki olası tüm aksaklıkları tespit ederek, değerlendirerek ve uyarı göndererek (örneğin, artan liman tıkanıklığı veya yüksek sellerin riskini) riski azaltmak için kullanılabilir. Büyük veri, lojistik şirketlerin tedarik zincirleri, varlıkları ve personeli gibi kavramlara bağlı operasyonel verimlilik, görünürlük ve kontrol yetilerini iyileştirmede de kullanılır. [34]

Otomasyon sayesinde lojistik kavramı yeniden yapılanma sürecine gitmektedir. Hızlı teknolojik ilerlemelere dayanan sıfır hata süreçlerini destekleyen ve verimliliği artıran yeni nesil robotlar ve otomatik çözümler de artık adım adım lojistik işgücüne girmektedir. Özellikle robotlar tedarik zincirinde işbirlikçi roller üstlenip işçilere depo, ulaşım ve hatta son kilometre teslim faaliyetleri konusunda yardımcı olmaktadırlar.

E-ticaretin ortaya çıkmasıyla birlikte geleneksel dağıtım yerini doğrudan lojistik sağlayıcıların küçük bireysel siparişleri hızla ve daha verimli bir şekilde işlemesini gerektiren tüketici odaklı malların depodan çekilmesi işlemine bırakmaktadır. Depolama ve ikmal işlemleri esnek otomasyon araçları olan çevresini akıllıca algılayan algısal ve mobil parça toplayıcı robotlar sayesinde daha kolay gerçekleşmektedir. Kısacası kavrama ve sensör teknolojilerindeki hızlı ilerleme sayesinde son yıllarda lojistik alanında daha hızlı, daha doğru, esnek ve uygun fiyatlı robotik ve otomasyon teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. Kolayca programlanabilen yüksek çözünürlüklü kameralar, basınç sensörleri ve kendi kendine öğrenme özellikleri ile donatılmış birlikte çalışan robotlar, işçilere toplama, paketleme ve sıralama gibi görevlerde yardımcı olabilirler.

Esnek otomasyon çözümleri sayesinde piyasa dalgalanmaları maliyet etkin bir şekilde karşılanabilir ve bu sayede lojistik altyapısının esnekliği ve çevikliği artmış olur. Ayrıca paketleme gibi görevleri otomatikleştirmek verimliliği artırmaya ve stok seviyelerini ve maliyeti düşürmeye yardımcı olmaktadır. Robotlar, tekrarlayan ve fiziksel olarak insanlar için yorucu olabilecek görevlere yerleştirildiğinde, depo çalışanları daha karmaşık ve istisnai işlemler üzerinde yoğunlaşabilmektedirler. [34]

Bulut bilişim, lojistik yönetiminde de ilginç bir çözüm olarak kabul edilmiştir. Örneğin, BVL'nin Bilimsel Danışma Kurulunun "Geleceğin Başlıkları" çalışma grubu, "Bulut Lojistiği" kavramını, "tedarik zincirlerinin tedarik zinciri ortaklarından dağıtılan kaynakların, kapasitelerin, süreçlerin ve hizmetlerin genel koordinasyonunu ve kullanımını kolaylaştıran "sanal" bir sistem ortamı olarak tanımlamıştır. Bu sistemler, modern İnternet hizmetlerini kullanan gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojilerine dayanmaktadır. Bulut bilişim, doğru ürün ve hizmetin doğru kalite ve nicelikte, doğru yerde ve zamanda, doğru müşteriye, bilgi işlem kaynakları için doğru fiyata sağlanmasının temel lojistik problemini çözebilir.

Bulut bilişim modeli, şehir içi lojistik altyapısını, değişen ulaşım taleplerine kolaylıkla uyum sağlayacak şekilde tasarlama konusunda eşsiz bir fırsat sunmaktadır. Bu fırsatı karşılamak için, sistemler ve diğer mevcut kaynaklardan maksimum verim sağlamak için gerekli altyapı, platform ve uygulamaları standartlaştırmak son derece önemlidir. Standardizasyon, kentlerin farklı boyut ve sistemlerinde alınan kararların bütünsel etkisini göz önünde bulundurarak kenti sürdürülebilir bir şekilde yönetmeye yardımcı olan teknoloji yayılımını hızlandırmaktadır.

Dinamik şehir trafiği sorunları göz önünde bulundurulduğunda, bulut tabanlı hizmetler lojistik faaliyetler için giderek daha önemli bir hal almaktadır. Bulut bilişim karmaşık, dağıtık, belirsiz, uçucu ve daha az öngörülebilir lojistik ortamlarının zorluklarını karşılar. Ek kaynaklar olmaksızın ölçeklenebilir hizmet düzeylerinin (örneğin sabit veya esnek teslimat süreleri) sağlanmasına olanak sağladığı için, hizmetler özelleştirilmiş lojistik çözümlerine entegre edilebilir veya değişen hacim gereksinimleri veya istenen ek yetenekler (ör. Uyum) ile ilgili olarak dinamik olarak kaldırılabilir. Bulut Bilişim ve IoT, Akıllı Şehir projeleri geliştirmede mevcut ve gelecekteki kullanımın özel ilgi alanlarıdır. [35]

Son zamanlarda IoT, şehir lojistiği için merkezi olmayan yönetim için bir platform sağlayabilir. Reaidy ve diğ. (2015) işbirlikçi bir depolama ortamında siparişlerin yerine getirilmesi için IoT'ye dayanan aşağıdan yukarıya doğru olan bir yaklaşımı ele almıştır. Bu uygulamada çok ajanlı sistemler kullanılmış ve "com-peration = rekabet + iş birliği" kavramına dayanan ajanlar arasındaki öz-örgütlenme ve müzakere protokolleri gibi karar destek mekanizmaları ile aşağıdan yukarıya bir yaklaşım entegre edilmiştir. [36]

İnternete bağlı tüketici ve akıllı ürünlerin ve ev aletlerinin çoğalması (ör. Akıllı kilitler) yeni IoT tabanlı teslim kavramlarını, (örneğin, bir bakkaliye siparişinin akıllı bir buzdolabı tarafından tetiklenebileceği gibi) ya da ev içinde teslimat hizmetleri gibi, uygulanabilir hale gelmesini sağlayabilir. Bu, tüketiciye daha fazla görünürlük sunabilir ve gereksiz birikmelerden kaçınmaya yardımcı olur. [34] Bu sayede gereksiz alışverişin önüne geçilmiş olur ve daha az sipariş beraberinde daha az şehiriçi dağıtım aracının yola çıkmasına sebep olacağı için şehirdeki trafik yoğunluğu daha da az olacaktır.

Kısaca özetlersek IoT, lojistik operasyonların şeffaflığını, izlenebilirliğini ve güvenilirliğini artırır. Karmaşık ortamlarda karar vermeyi otomatikleştirdiği için daha yüksek işletme verimliliği ve maliyet düşüşü sağlar. Eşyalar gerçek zamanlı olarak izlenebildiği için, hizmet kalitesini artırabilir, mal kullanımını optimize edebilir ve mal hırsızlığı, malın hasara uğraması ve mala zarar verilmesini önleyebilir. Müşteriler için daha dinamik ve özelleştirilmiş dağıtım hizmetlerinin yaratılması bu sayede mümkün olabilir. [34]

Blok zinciri, işlemlerin kaydedilmesi ve varlıkların bir iş ağında izlenmesi sürecini kolaylaştıran paylaşılan, dağıtık bir kayıt defteridir. Bir varlık, bir ev, araba, nakit, arazi gibi somut olabileceği gibi patent, telif hakkı veya fikri mülkiyet gibi maddi olmayan varlıklar olabilir. Değeri olan neredeyse her şey bir blok zinciri ağında izlenebilir ve ticarete dâhil edilebilir; böylece tüm taraflar için riskleri

azaltmak ve toplam maliyetleri düşürmek söz konusu olabilmektedir. [37] Blok zincir bu özelliği ile bilgi paylaşımında yeni fırsatlar yaratmaktadır. Örneğin taşımacılıkta sevkiyatın plan bilgisi taraflar arasında erken bir aşamada paylaşılarak malın (kişi ve kamyon) saklama ve düzenleme görevleri optimize edilebilir. Zamanında toplama, teslimat ve nakliye işlemleri taşıma maliyetini düşürür ve dağıtım hizmet seviyesini iyileştirir.

Bilgi paylaşımının bir başka yararı ise şöyle bir örnekle aktarılabilir. [38] Üretici, bazı bileşenlerin gecikmesi durumunda, beklenen gecikme süresine göre ikame veya ek sipariş verebilir. Ancak gerçek zamanlı malzeme akışını bilmeden varış zamanını tahmin etmek zordur. Sonuç olarak bu, satış fırsatı kaybına ve ek maliyete neden olur. Küresel tedarik zinciri söz konusu olduğunda lojistik faaliyetlerinin etkisi daha da önem kazanmaktadır. Tedarik zinciri boyunca her bir ilgili taraf kendi sorumluluğundaki malzeme akışını bilir. Bu, gemi acentesinin gemilerinin konum bilgilerini bildiği ve karayolu kargo taşımacısının kendi kara nakliye aracının yerini tespit edebildiği, ancak taraflardan hiçbirinin tüm tedarik zincirinin durumu hakkında bilgisi olmadığı anlamına gelir.

Envanter maliyetlerini azaltmak ve tedarik zinciri verimliliklerini geliştirmek için, tedarik zincirinin "görünürlüğü" gereklidir. Tedarik zincirinin görünürlüğü, lojistik faaliyetlerini de içeren, ürün siparişleri ve fiziksel gönderilerle ilgili spesifik bilgilerin açıklığı olarak tanımlanır. [38] Görünürlük tedarik zincirinde maliyetleri düşürür ve operasyonel performansı geliştirir. Değişkenliği ve ürünün sistemde geçirdiği âtıl süreyi azaltmak için doğru ve tam zamanlı veri ile çalışmak gereklidir.

Geçmiş çalışmalar tedarik zinciri boyunca bilgi paylaşımının faydalarını ortaya koymuştur. [39,40] Ancak farklı yazılımların veriyi farklı şekillerde saklıyor olmasından dolayı bilgileri global tedarik zincirinde paylaşmak zordur. Elektronik veri alışverişi (EDI) ağını kullanmak, veriyi paylaşmak ve tedarik zincirinin görünürlüğünü sağlamak için kolay bir çözüm gibi görünse de işletmeler için ek maliyet oluşturmaktadır. Bununla birlikte, çoğu şirket şirkete özel bilgilerin başkalarının eline geçmesi ihtimaline karşın bilgi paylaşmak istemez. Bilgi paylaşımı deyince erişim kontrolünü de dikkate almak gerekir.

Bu gereksinimleri karşılamak için, düşük maliyetli ve erişim kontrollü bir veri tabanı sistemi düşünülmektedir. Blok zincir, yeni bir dağıtık veri tabanı sistemi olarak ortaya çıkmıştır. Bu sisteme örnek olarak Bitcoin'i verebiliriz ve bu sistem sayesinde kullanıcılar merkezi olarak düzenleyiciye ihtiyaç duymadan, açık kaynaklı bir açık defteri (veya blok zinciri) kullanarak dövizi (bitcoinleri) güvenli bir şekilde aktarabiliyorlar. Zamanla Bitcoin, bu blok zincirlerin güvenilir bilgi işlem ve denetlenebilirlik gerektiren diğer işlevlere nasıl hizmet edebileceğini gösterdi. Şirketler, blok zincir yoluyla bilgi paylaşımının faydalarını elde etmektedirler. [38]

Sensör ve görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler her zamankinden daha esnek ve güvenilir olan yeni nesil kendinden sürülebilen araçların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Lojistik alanına ise bu, otonom forkliftler, sürücüsüz kamyonlar, kendinden tahrikli araçlar olarak yansımıştır. Bu da yeni güvenlik, verimlilik ve kalite seviyelerinin ortaya çıkması anlamına gelmektedir.

Lojistikte, kendinden tahrikli araçlar son yıllarda depo gibi dikkatli kontrol edilen ortamlarda giderek benimsenmiştir. Bir sonraki evrimsel adım, lojistik operasyonlarını daha da optimize etmek ve güvenliği arttırmak için otoyollar ve şehir sokakları gibi ortak ve kamusal alanlara kendi kendine çalışan araçların yerleştirilmesi olacaktır. Şu anda kamusal alanlarda bu araçların kullanımını düzenleyen katı yasalar olmasına rağmen, Google gibi şirketler başarılı testler yapmış ve düzenleyici organları tamamen sürücüsüz araçların kabulünü hızlandırmaya ikna etmeye başlamışlardır.

Geleceğin depoları, özerk forkliftler, palet değiştiriciler ve sürü konveyör bant sistemleri gibi kendinden tahrikli araçların yeni nesillerini devreye sokacaktır. Öyle ki bu araçlar, manyetik veya endüktif şeritler gibi daha fazla altyapıya ihtiyaç duymadan navigasyon yetkisini sağlayan entegre sensörlere sahiptirler ve bu esneklik, çeşitli dağıtım senaryolarının uygulanmasını sağlayacak ve makine-insan işbirliği için yeni kullanım örnekleri ortaya çıkaracaktır.

Sürücüsüz arabalar ve lokomotifler çeşitli dış mekân lojistik operasyonlarında konteynırları akıllıca toplamak, manevra yapmak ve konteynırları istenildiği gibi yeniden konumlandırmak

(örneğin; limanlardaki konteynırların taşınmasını veya havaalanında hava kargo konteynırlarının toplanması ve yüklenmesini otomatikleştirmek) için kullanılabilir.

Lojistik faaliyetler genellikle gece zorlu hava koşullarında yolculuklar gerektirir. Bundan başka, 7/24 kullanımıyla bu araçlar üretkenliğin ve çalışma süresinin arttırılmasına yardımcı olurlar. İnsan hatasını ortadan kaldırarak daha fazla güvenilirlik ve kalite sağlarlar. Uygun yönlendirmeyle daha iyi yakıt verimliliğine sahip çevre dostu araçlardır. [34]

Son yıllarda, kendi kendine öğrenen sistemler, e-ticaret faaliyetlerinde bulunan şirketler için hayati bir varlık haline gelmiştir. Örneğin, çoğu çevrimiçi arama motoru ve ürün sipariş tavsiyeleri, otomatik ve kendini değiştirebilen makine öğrenme algoritmalarına dayanmaktadır. Lojistikte, bu teknolojinin benimsenmesi çoğunlukla posta sektöründe akıllı adres tanıma ile sınırlıydı. Bununla birlikte, nesnelerin internetinin bu dönemde tedarik zincirindeki makine öğrenme uygulamaları için yeni fırsatlar yaratacak miktarda veri üreteceği beklenmektedir.

Lojistik verilerin çözülmesi ve düzeltilmesi, lojistikte kendi kendine öğrenen sistemler için önemli bir uygulama alanı haline gelecektir. Akıllı sistemler, yazılı ve sözlü metinlerin (mektup ve kolilerin üzerindeki gönderim bilgilerinin veya adreslerin) çözülmesi için eğitilebilir. Kalite kontrol ve manuel analizler için harcanan zaman miktarını azaltmak için el yazısı gibi stil özelliklerinin yanı sıra sıklıkla oluşan arıza ve bu arızalara bağlı düzeltme modellerini de tanır ve hafızaya alırlar.

Süreçlerin öngörülen kendiliğinden optimizasyonu birçok operasyonel alanda uygulanabilir. Örneğin depodaki kendi kendine öğrenen sistemler tekrar tekrar ortaya çıkan senaryoları ve eğilimleri tanıyabilir ve bunları belirli müşterilere, siparişlere ve depo operatörlerine bağlayabilirler. Ya da bu sistemler bir siparişin içeriğini tahmin ederek, ön sipariş alınmasını beklemeden önceden seçip paketleyebilirler. Kendi kendine öğrenen sistemler, Son kilometre tesliminde alıcının günlük rutine uyarlanmış dinamik rota planlaması yapması için sürecin her adımını izleyebilirler.

Yapay zekâ sayesinde gelecekte otomatikleştirilmiş hizmet desteği lojistikte bir gerçek haline dönüşebilir. Konuşma ve tanımanın yanı sıra verileri (müşteri, sözleşme, işlem ve operasyonel bilgi) kullanarak gelecekteki lojistik servis merkezleri, basit istekleri çözmek için müşteriyle etkileşim kurmak için kendi kendine öğrenen sistemlerden faydalanabilir ve daha karmaşık durumlarda ise elle destek sunulabilir.

Kendi kendine öğrenen sistemlerin birçok avantajının olacağı açıktır. Öyle ki bu sistemler makine tarafından üretilen bilgilere dayanarak daha hızlı problem çözüp, karar verebildikleri gibi lojistik süreçlerin otonom olarak sürekli geliştirilmesi ve verimliliğinin ve kalitesinin artırılmasına yardımcı olabilmektedirler. Bunun dışında gerçek zamanlı veri analizi yapabilmekte ve akıllı makinelerin vereceği reaksiyonları verebilmektedirler. (örn., Tahmine ve öngörüye dayalı çözümleme)

Buna karşın kullanımda oluşacak bazı zorluklar ise şunlardır; algoritmalar oldukça karmaşıktır ve önemli gelecek araştırmalarını gerektirir, bir makine öğrenme sistemi oluşturmak çok kolay olmamakla birlikte bunun için büyük miktarda ilgili veriye ve büyük bilgisayar gücüne ihtiyaç vardır ve son olarak yüksek kurulum maliyetleri, lojistikte erken kabulü engelleyebilir. [34]

UAV'ler veya 'dronlar', dikkatle koordine edilmiş hava ağları yoluyla ekspres teslimatın yeni bir formunu oluşturarak yarının lojistiğini değiştirebilirler. UAV'ler geleneksel ulaşımın yerini almazlar ancak yüksek trafik sıkışıklığı olan bölgelerde ve uzak konumlarda değer yaratabilecekleri öngörülmektedir. UAV'ler hızı ve müşteri memnuniyetini artırabilir ve maliyeti düşürebilirler.

'Hobi dronları' popüler olmasına rağmen, lojistikte UAV'lerin kabulü hala erken safhalarındadır. Bu büyük oranda teknolojik kısıtlamalardan (ör. Kötü havalar için dayanıklı olmayan tasarım), yönetmeliklerden (ör. Bir vaka bazında onay gereklidir) ve yoğun olarak yerleşim bölgelerinde UAV'lerin kullanımı ile ilgili kamuoyundaki endişelerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, ilk ticari testler (ör. Google, Amazon ve DHL) başarılı bir şekilde UAV potansiyeli göstermiş olup önümüzdeki birkaç yıl içinde bu konuya ilişkin mevzuatın hafiflemesi beklenmektedir.

UAV'ler büyük lojistik operasyonlarını koordine etmek ve tesis içi taşımacılık için (örneğin, gerekli üretim tesisine parça taşımak) kullanılabilirler. Ayrıca envanter kontrollerini yapmak için bilgisayar görme teknolojisi ile donatılmış UAV'ler antrepolar içine yerleştirilebilirler.

Lojistik altyapısı sınırlı olan veya ulaşımı tehlikeli olan uzak bölgeler ya da kırsal alanlarda (örneğin, kötü hava koşullarındaki yerler, dağlık alanlarda bulunan köyler) teslimat için UAV'ler iyi bir alternatif olabilir. Lojistik sağlayıcıları, acil dağıtım hizmetlerinde de (ör. İlaçlar) UAV'leri kullanabilirler.

Bu sayede ilk ve son kilometre lojistik ağlarının operasyonel etkinliği artırılabilir, uzak bölgelerde otomatik teslimat yoluyla risk ve kazalar azaltılabilir, özellikle kalabalık mega şehirlerde esneklik ve teslimat hızı artırılabilir. Ancak bunun yanı sıra UAV'lerin izinsiz şekilde engellenmesi veya UAV sistemine izinsiz bir şekilde girilmesi gibi durumlarda, gizlilik ve güvenlik konusundaki endişeler söz konusu olabilir. Ayrıca kalabalık hava sahası ağlarında UAV trafiğinin entegrasyonu sorun olabilir. [34]

7. SONUÇ

Şehir lojistiği şehirlerdeki nüfus artışına bağlı olarak son yıllarda daha da önemli hale gelmiştir. Kentsel nüfusun artışıyla birlikte şehiriçi lojistik faaliyetlerindeki (özellikle taşımacılık ve depolama faaliyetlerindeki) fazlalık günden güne kentsel yaşam alanlarında çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunları trafik yoğunluğu ve kazalar, hava kirliliği, su kirliliği, gürültü, enerji israfı, kötü enerji kullanımı, park alanı bulmada yaşanan sorunlar vb. olarak sıralayabiliriz.

Bu çalışmada şehir lojistiğinin tanımını, Endüstri 4.0'ın tanımını, özelliklerini ve Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojileri ortaya koymak amacıyla bir literatür taraması yapılmıştır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin neler olduğu belirlenmiş ve artan sorunlar karşısında hangi Endüstri 4.0 teknolojisinin şehir lojistiğiyle ilgili hangi sorunlara çözüm olabileceği irdelenmeye çalışılmıştır.

Mevcut uygulamalar eklemeli üretim, zenginleştirilmiş gerçeklik, bulut bilişim ve IOT'yi ön plana çıkarırken sürücüsüz araçlar ve UAV'ler şehir lojistiğinde yükselen eğilimler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında Endüstri 4.0'a geçerken şehir lojistiği sistemlerinin belirlenen teknolojiler doğrultusunda nasıl tasarlanması gerektiği ortaya konacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Erdir, A., 2013. *Kentsel lojistik: İzmir ili için bir uygulama* (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

[2] Szołtysek J. (2005): Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice.

[3] Kiba-Janiak, M., 2017. Opportunities and threats for city logistics development from a local authority perspective. *Journal of Economics & Management*, *28*, pp.23-39.

[4] Büyüközkan, G., Soncul, M. ve Tanyaş, M. (2012). Kentsel Lojistik Yapısının Modellenmesi ve Analizi. 1.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiri Kitabı (ss.587-595), Düzenleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Konya. 10-12 Mayıs 2012.

[5] Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., Duin R. van (2001): City logistics − networkmodelling and intelligent transport systems. Pergamon, Oxford, pp. 1-15.

[6] Witkowski J., Kiba-Janiak M. (2014): The role of local governments in the development of city logistics. "Procedia – Social and Behavioral Sciences". Vol. 125, pp. 373-385.

[7] İnaç, H. ve Tanyaş, M. (2012). İstanbul'un Kentsel Lojistik Analizi ve Çözüm Önerilerinin AHP ile Değerlendirilmesi. 1.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiri Kitabı (ss.137-147). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 10-12 Mayıs 2012

[8] Kagermann, H., Lukas, W.-D., & Wahlster, W. (Producer). (2011, Nisan 1). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *vdi-nachrichten.com*. Retrieved from http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution

[9] Lu, Y., 2017. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, *6*, pp.1-10.

[10] Blanchet, M., Rinn, T., Thaden, G. v., & Thieulloy, G. d. (2014). Industry 4.0–the new industrial revolution [online]. In: Roland Berger Strategy Consultants GMBH.

[11] Pfohl, H.-C., Yahsi, B., & Kurnaz, T. (2017). Concept and Diffusion-Factors of Industry 4.0 in the Supply Chain. In *Dynamics in Logistics* (pp. 381-390): Springer.

[12] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *BCG Perspectives*. Retrieved from

https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/
[13] Cirulis, A., & Ginters, E. (2013). Augmented reality in logistics. *Procedia Computer Science, 26*, 14-20.
[14] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoper. Virtual Environ., 6*(4), 355-385.
[15] Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). Industrie 4.0 Maturity Index. *Managing the Digital Transformation of Companies. Munich: Herbert Utz*.
[16] Veza, I., Mladineo, M., & Peko, I. (2015). Analysis of the current state of Croatian manufacturing industry with regard to industry 4.0. *Vodice, Croatia: Croatian Association of Production Engineering*.
[17] Perales, D. P., Valero, F. A., & García, A. B. (2018). Industry 4.0: A Classification Scheme. In *Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering* (pp. 343-350): Springer.
[18] Hofmann, E., & Rusch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry, 89*, 23-34.
[19] Lee, E. A. (2008). *Cyber physical systems: Design challenges.* Paper presented at the Object oriented real-time distributed computing (isorc), 2008 11th ieee international symposium on.
[20] Parvin, S., Hussain, F. K., Hussain, O. K., Thein, T., & Park, J. S. (2013). Multi-cyber framework for availability enhancement of cyber physical systems. *Computing, 95*(10), 927-948.
[21] Linn, L.A. and Koo, M.B., 2016. Blockchain for health data and its potential use in health it and health care related research. In *ONC/NIST Use of Blockchain for Healthcare and Research Workshop. Gaithersburg, Maryland, United States: ONC/NIST*.
[22] (https://www.gartner.com/it-glossary/autonomous-vehicles/)
[23] https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Self-Learning+System
[24] Figliozzi, M.A., 2017. Lifecycle modeling and assessment of unmanned aerial vehicles (Drones) CO 2 e emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *57*, pp.251-261.
[25] Yeong, S.P., King, L.M. and Dol, S.S., 2015. A review on marine search and rescue operations using unmanned aerial vehicles. *Int. J. Mech. Aerosp. Ind. Mech. Manuf. Eng*, *9*(2), pp.396-399.
[26] BESTUFS, I., 2006. Quantification of Urban Freight Transport Effects II.
[27] Erdir, A. and Kalkan, M., 2013. Kentsel Lojistik Üzerine Keşifsel Bir Çalışma. *II. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiri Kitabı*, pp.139-148.
[28] Can, H.,(2001). İllerde gürültü haritaları ve Balıkesir örneği. Kentiçi Ulaşım ve Trafik Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Makina Mühendisleri Odası, Yayın No. E/2001/268, Antalya, 21–22 Nisan 2001.
[29] OECD, (1990). Environmental Policies for Cities in the 1990s. OECD, Paris.
[30] Tamagawa, D., Taniguchi, E. and Yamada, T., 2010. Evaluating city logistics measures using a multi-agent model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *2*(3), pp.6002-6012.
[31] Gemini, M.C., 2013. Digital transformation: a roadmap for billion-dollar organizations.
[32] Savelsbergh, M. and Van Woensel, T., 2016. 50th anniversary invited article—city logistics: Challenges and opportunities. *Transportation Science*, *50*(2), pp.579-590.
[33] Brasileiro, L.A., Rosin, T.A., de Ascenção, C.F. and Marrafão, G.J., Parkıng for Loadıng and Unloadıng Vehıcles in Urban Area.
[34] DHL, T. R. (2016). *Logistics Trend Radar: Delivering Insight Today. Creating Value Tomorrow!* Retrieved from
[35] Nowicka, K., 2014. Smart city logistics on cloud computing model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *151*, pp.266-281.
[36] Taniguchi, E., Thompson, R.G. and Yamada, T., 2016. New opportunities and challenges for city logistics. *Transportation research procedia*, *12*, pp.5-13.
[37] Gupta, M. (2017). *Blockchain For Dummies®, IBM Limited Edition*: John Wiley & Sons, Inc
[38] Nakasumi, M. (2017). *Information Sharing for Supply Chain Management Based on Block Chain Technology.* Paper presented at the Business Informatics (CBI), 2017 IEEE 19th Conference on.
[39] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, 22*(2), 1-25.
[40] Min, S., & Mentzer, J. T. (2004). Developing and measuring supply chain management concepts. *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, 25*(1), 63-99.

Akıllı Endüstri Dünyasında Büyük Veri ve Siber Güvenlik

Can Genç [1], Feridun Özçakır [2]

[1] İstinye Anadolu Lisesi, MEB

[2] Bilişim Sistemleri Programı

Fen Bilimleri Enstitüsü, Okan Üniversitesi

İstanbul, 34459, Türkiye

cangenctr@hotmail.com, feridun.ozcakir@okan.edu.tr

ÖZET

Sanal ve fiziksel dünyanın siber sistemler ile birbirine bağlandığı, makinelerin insanlarla etkileşimini öne çıkaran, akıllı üretim modellerine bağlı iş ve çalışma şekilleri, dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0'ı ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 temel olarak internet ve geniş iletişim ağlarındaki farklı uygulamalar ve servislerle toplanan büyük verinin gelişmiş otomasyonlar ile işlenmesi, düzenlenmesi, depolanması süreçlerine dayanmaktadır. Endüstriyel veri hırsızları ve bilgisayar korsanlarının sistemler ve üretim hatları üzerinde yarattığı tehditlere karşı alınacak stratejik önlemleri ifade eden siber güvenlik kavramıysa dördüncü sanayi devriminin geleceği açısından belirleyici rol oynayacaktır.

Bu çalışmada Endüstri 4.0 ve büyük veri kavramlarının teknoloji eksenli gelişimi ile dijital dünyada siber güvenliğin önemi incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Büyük Veri, Siber Güvenlik.

1 GİRİŞ

20. yüzyılın ikinci yarısında bilgisayarların ortaya çıkışıyla başlayan, internet, ağ sistemleri, fiber optikler, akıllı cihazlar, mobil telefonlar gibi bağlantı gücünü artıran bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki gelişmelerin etkisindeki dijitalleşmeyle birlikte çok hızlı bir toplumsal dönüşüm yaşanmaktadır. İnsan yaşamına ait sosyo ekonomik, kültürel tüm olguların bilgi tabanlı modellerle belirlendiği, kurumlar, devletler ve organizasyonların daha etkin, verimli hizmet verebilmek için otomasyon ve ileri dijital teknolojiyi bütüncül olarak iş ve çalışma süreçlerine dahil ettiği, yeni bir akıllı üretim endüstrisi ekosistemi gelişmektedir.

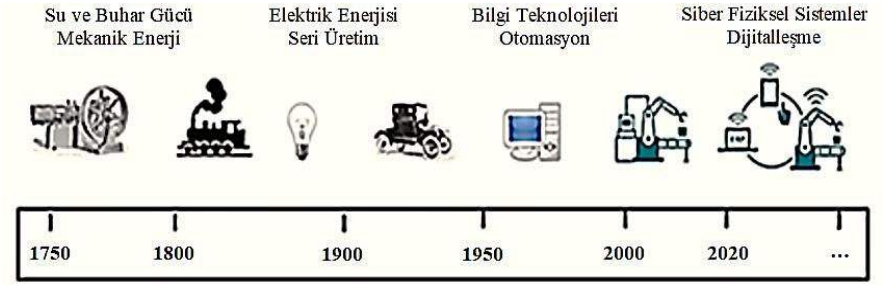
Dijital Dönüşüm, Dijitalleşen Endüstri, Dördüncü Sanayi Devrimi gibi farklı şekillerde tanımlanan Endüstri 4.0 ile küresel veri kaynaklarındaki büyük verinin gelişmiş teknolojiler aracılığıyla bulunulan noktadan bir başka noktaya kolayca ve oldukça hızlı bir şekilde aktarılarak toplanması, işlenmesi, saklanması, görüntülenmesi ve gerektiğinde tekrar kullanılabilmesi amaçlanmaktadır.

Değişen teknolojik kültürle ortaya çıkan siber dijital dünyada, geniş bağlantı iletişim protokolleri ve sınırsız artan veri miktarı potansiyel güvenlik risklerini de beraberinde getirmektedir. Siber güvenlik kavramı, akıllı üretim endüstrisinin etkisiyle fiziksel ve sanal varlıklarının birbirleri ile bütünleştiği bankacılık, finans, enerji, bilişim gibi sektörlerin, kurum, uluslararası örgüt ve devletlerin en önemli gündem maddelerinden birisi haline gelmiştir.

2 ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN GELİŞİMİ

1763'te James Watt'ın, [1] İskoçya'da buharla çalışan makineyi bulması, Edmund Cartwright'ın [2] mekanik dokuma tezgâhını icat etmesi, İngiltere'de kömürün kullanılmaya başlaması gibi teknik ve bilimsel alandaki gelişmeler sonucunda makineleşen üretimle ortaya çıkan Endüstri Devrimi, başta rönesans ve reform hareketleri olmak üzere birçok sosyoekonomik ve kültürel yenilik hareketinin, modernliğin ve dönüşümün temeli olmuştur. Günümüze kadar olan dönemde, belirli aşamalarla uzun

sürelerde gerçekleşen, birbirinden farklı yapılara ve etkilere sahip dört ayrı Endüstri Devrimi'nden söz etmek mümkündür.



Şekil 1 Endüstri Devriminin Tarihsel Gelişimi

Alcorta'nın "İlerleme ve Değişimin Evreleri" [3] olarak tanımladığı toplumsal değişim sürecinde, Makineleşme Çağı olarak anılan, kömürün yanı sıra su ve buhar gücünün enerji kaynağı-hammadde olarak birlikte kullanıldığı toprağa, tarıma ve insan gücüne dayalı üretim toplumundan, makineleşme ve seri üretimle şekillenen yeni ve farklı bir yapıya geçişin sağlandığı dönem **Birinci Endüstri Devrimi** olarak adlandırılmıştır.

20. yüzyılın başlarında temel ham madde ve enerji kaynaklarındaki değişikliklerle kendini gösteren **İkinci Endüstri Devrimi'nin** belirleyici unsuru çelik üretimine bağlı olarak demiryollarının gelişmesi ile ulaşımın, haberleşmenin ve dağıtımın kolaylaşması; elektriğin keşfi, seri üretime geçilmesi, petrol tabanlı içten yanmalı motorlar ve otomotiv sektörünün ortaya çıkışıdır.

1970'li yıllarda üretimde mekanik ve elektronik teknolojilerin yerlerini bilgi teknolojilerine bırakmasına sebep olan programlanabilir makinelerin kullanılmasıyla ortaya çıkan **Üçüncü Endüstri Devrimi**, üretimin otomasyonunu ve sayısallaşmasını sağlamıştır [4].

Birinci Endüstri Devrimi üretimin makineleşmesi, İkinci Endüstri Devrimi üretimin serileşmesi, Üçüncü Endüstri Devrimi ise üretimin otomasyonu ve sayısallaşması olarak tanımlanmıştır. Toplumların ekonomik üretim modelleri tarihinde son durağı, **Dördüncü Endüstri Devrimi** yani **Endüstri 4.0** ise dijital dönüşüm dinamiklerinden yola çıkarak geleceğin akıllı üretim ekonomisini doğurmuştur [5].

3 ENDÜSTRİ 4.0 – AKILLI ENDÜSTRİ DÜNYASI

Yeni sanayi devrimi olarak anılan **Endüstri 4.0** kavramı ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya atılmıştır. 2012 yılı Ekim ayında Robert Bosch GmbH ve Henning Kagermann tarafından oluşturulan çalışma grubu hazırladıkları 4. Endüstri Devrimi öneri dosyasını Alman Federal Hükümeti'ne sunmuştur. 8 Nisan 2013 tarihinde Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi'nin konuyu manifesto olarak yayımlamasıyla kuramsal çerçeveye kavuşulmuş oldu [6].

Endüstri 4.0'ın temel özelliği, sistemlerin çeşitli arayüzler üzerinden farklı ağlara bağlanıp farklı servislerle insanlar, makineler ve ürünler arasında gerçek zamanlı iletişim, bağlantı ve tanımları oluşturabilmesi ve son derece yüksek bir esneklik içinde müşteri taleplerine göre özelleşmiş ve dijitalleşmiş akıllı üretim modelleri geliştirebilmesidir. Endüstriyel üretimin merkezileşmeden çıkarılıp yerelleştirildiği akıllı üretim modelleri ile; kullanıcılar üretime tamamen katılmakta, ürünler tek tip olmaktan kişiye özel (customized) hale dönüşmekte ve optimum katma değer sağlanmaktadır. **Endüstri 4.0** ile birlikte ulaşılacak yeni seviyede, insanların, nesnelerin ve sistemlerin birbirleri ile bağlantısı yaygın ve etkin bir şekilde gerçekleşmiş olacaktır. Endüstriyel altyapıların hazır olması, dinamik, gerçek-zamanlı olarak optimize edilmiş, kendi kendine organize olabilen, tüm organizasyon geneline yayılmış ve organizasyonlar arası katma-değer zinciri ağları oluşacaktır [7].

Dijital teknolojilerdeki değişim ve dönüşümle kurulacak olan Endüstri 4.0 ekosistemi ağının önümüzdeki çeyrek asırda küresel ticaret hacminin yaklaşık yüzde 46'sını etkileyeceği öngörülmektedir [8]. Yapılan küresel çaplı araştırmalar ülkelerin bu yeni akıllı endüstriyi ekonomik altyapılarına uygulayabilmek için üretimin her aşamasında dijitalleşmeyi itici güç olarak kullandıklarını göstermektedir.

***PricewaterhouseCoopers* PwC'nin 2016 yılında, 26 ülkede 9 farklı sektörden 2000'in üzerinde şirketle yapmış olduğu Endüstri 4.0 araştırmasına** [9] **katılan şirketlerin %33'ü kendilerini 'yüksek seviyede dijitalleşmiş' olarak görmektedir.** Beş yıl içerisinde ise bu şirketlerin %72'si 'üst seviyede dijitalleşmiş' olmayı beklemektedir.

Şekil 2 PwC Endüstri 4.0 Araştırmasına Katılan Ülkeler ve 2020 Dijitalleşme Beklentileri [9]

3.1 Endüstri 4.0 Teknik Boyutu

Bilgi ve iletişim teknolojileriyle birlikte, dijital dönüşüme odaklı ileri gelişmiş akıllı teknolojiler yarının yenilikçi çözümlerinin inşa edildiği Endüstri 4.0 ekosisteminin teknik boyutunu oluşturmaktadır.

Artırılmış Gerçeklik, fiziksel gerçek dünyaya ait bir çevre veya unsurun, canlı, doğrudan veya dolaylı biçimde görülmesi, ardından bu unsurların bilgi işlem ortamında üretilen ses, video, grafik, GPS konum bilgisi gibi algısal girdiler eklenerek geliştirilmesi ve zenginleştirilmesidir [10].

Üç Boyutlu (3D) Eklemeli Üretim, üç boyutlu (3D) geometrik verileri kullanarak malzemenin bir biri ardına katman katman eklenmesiyle, karmaşık geometrili fiziksel parçaların hızlı bir şekilde üretimini gerçekleştiren bir üretim tekniğidir [11]**.**

Otomasyon-Robotik Teknojiler-Otonom Araçlar, hareket, işaretleme, kontrol, modelleme, simülasyon, gibi işlevselliğe yönelik elektronik tabanlı yazılımlar ile programlanmış, gelişmiş akıllı sensörleri ve sanal görüş yetenekleri ile üretim süreçlerine katılan Robotik Teknolojiler, araç mekaniğini bilişim teknolojileriyle birleştiren radar, lidar, GPS, odometri, gibi teknolojilerle araç içi ve çevresel verileri analiz edip, nesneleri algılayabilen, bir sürücüsü olmadan kendi kendine hareket edebilen Otonom Araçlar Endüstri 4.0'ın Otomasyon süreçlerindeki en önemli yapılarıdır.

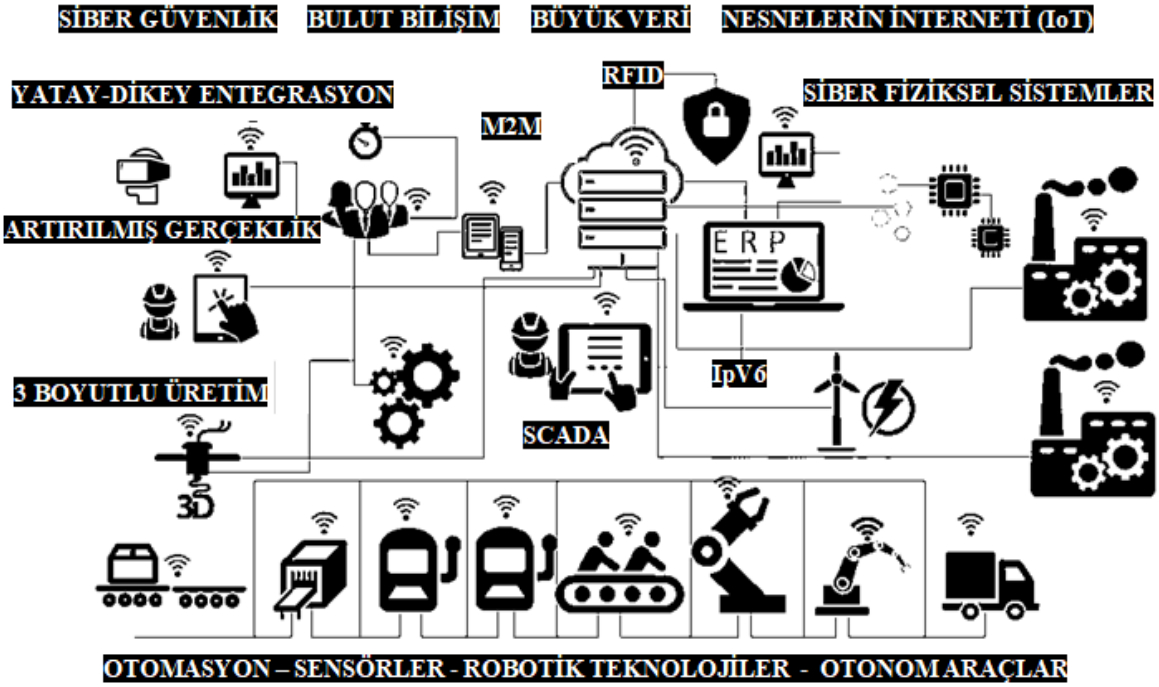
Yatay Entegrasyon, üretim ve planlama sürecindeki her bir adımın kendi arasında, ayrıca farklı işletmelerin üretim ve planlama süreçlerindeki adımlar arasında kesintisiz bir akış sağlamak amacıyla ham madde tedarikinden, lojistiğe kadar her noktayı kapsayan bütünleşik ve uçtan-uca sistemler kurulmasıdır. **Dikey Entegrasyon,** üretim alanındaki bütün süreçlerde sensörler, vanalar, motorlar, kumanda panelleri, üretim yönetimi sistemleri, kurumsal yazılımlar, iş zekası uygulamaları gibi teknolojik altyapıda kesintisiz bir iletişim ve akış sağlamak için kullanılan sistemler bütünüdür. [13]

Nesnelerin İnterneti (IoT), Şeylerin İnterneti ya da endüstriyel dünyada kullanıldığı haliyle Endüstriyel Nesnelerin İnterneti akıllı sensörlerle bütün verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesini sağlayan, standart internet tabanlı protokolleri (IPv6) kullanarak birbirleriyle haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu Endüstri 4.0 üretim süreçlerinde makine-insan-altyapı etkileşimini (MachineToMachine-M2M,MachineToHuman-M2H) sağlayan temel teknolojidir.

Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsüne (NIST) göre **Bulut Bilişim**, en az yönetim hizmeti

veya servis sağlayıcı müdahalesi ile hızla alınabilen ve verilebilen esnek yapıdaki ayarlanabilir bilişim kaynaklarının (ağ hizmeti, sunucu hizmeti, depolama hizmeti, uygulamalar ve diğer hizmetler vb.) paylaşıldığı havuza, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir modeldir [14].

Siber-Fiziksel Sistemler (SFS), sensörler ve aktüatörler(tetikleyiciler) yardımıyla, internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerden oluşan fiziksel dünyayı, gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonuyla ortaya çıkan sanal bilgi işlem dünyasıyla bağlar [15].



Şekil 3 Endüstri 4.0 Ekosistemi Teknolojik Bileşenleri

4 BÜYÜK VERİ (BIG DATA)

Büyük Veri, Endüstriyel üretim ekosistemi içerisindeki insan, makine ve nesne tabanlı birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin toplanmasını, kapsamlı biçimde değerlendirilmesini, karar verme süreçleriyle analizinin yapılmasını ve tekrar kullanılmasını içeren teknolojileri kapsamaktadır.

Büyük veri genel olarak kullanılan programların saklama, yönetme ve işleme kapasitesinin ötesindeki veri kümelerini anlatmak için kullanılan bir terimdir. Büyük verinin devasa boyutları ile bundan fayda sağlamak için gereken analizlerin karmaşıklığının birleşmesi, yeni sınıf teknolojilerin ve bunları yönetecek araçların gelişmesine neden olmuştur. Aslında büyük veri, genelde, hem yönetilen verinin türünü, hem de onu depolamak ve işlemek için kullanılan teknolojiyi anlatmaktadır. Büyük veri çözümlerinin ve uygulamalarımın karakteristik, yani kendine özgü olması gerekmektedir. Spesifik olarak büyük veri, çoklu ilişkisiz veri kümelerinin birleştirilmesi, büyük miktarda yapısal olmayan verinin işlenmesi, gizli enformasyonun kısıtlı zaman içinde toplanması gibi farklı gereksinimlere işaret etmektir [16].

Hootsuite ve **we are social**'ın [16] 2017 Küresel Genel Bakış Raporuna göre geniş bant altyapılı internet ve akıllı telefonların kullanımı ile veri trafiği hacminde yıllık bazda % 50 artış sağlanmıştır. Dünya genelinde yaklaşık 4 milyar internet kullanıcısı her ay 7 milyar Gigabyte'tan fazla veri trafiği oluşturmaktadır. Dijital dönüşümün önemli donanım yapılarına bakılacak olursa, yapılan tahminlere göre, 2020 yılı itibariyle, 200 milyardan fazla sensör, 50 milyar aygıt, 2,5 milyar insanın yüksek hızlı veri ağlarına erişimi, 4,5 milyar uygulama kullanıcısı ve 50 Exabyte büyüklüğünde veri trafiğinin oluşacağı öngörülmektedir [17].

Büyük miktardaki verinin çeşitli kaynaklardan ne kadar hızlı üretildiğini gösteren **GO Globe**'un [18] hazırladığı infografiğe göre İnternet dünyasında yalnızca 1 dakika içerisinde;

- 571 yeni web sayfası yaratılıyor
- 500.000 uygulama indiriliyor
- Dropbox'a 800.000 dosya yükleniyor
- Amazon'da 83000 dolarlık online alışveriş yapılıyor
- Skype'e 2 milyon dakika telefon görüşmesi oluyor
- Youtube'a 400 saatlik yeni video ekleniyor, 700.000 saat video izleniyor
- Twitter'da 320'den fazla yeni hesap ve 350.000 tweet atılıyor
- Facebook'da 695.000 durum güncellemesi 510.000 yorum, 1.8 milyon beğeni gerçekleşiyor
- Instagram'da 65.000 fotoğraf paylaşılıyor
- Google'da 2 milyon arama işlemi tıklanıyor
- 156 milyon e-posta iletiliyor
- Whatsapp'ta 29 milyon mesaj yazılıyor, 1 milyon fotoğraf, 175.000 video gönderiliyor

4.1 Büyük Verinin Yapısı – Bileşenleri

Büyük veri verilerin üretilmesi, toplanması, dönüştürülmesi, analiz edilmesi gibi bütün süreçleri kapsayan, yapısal olarak beş temel dinamikle değerlendirilmektedir.

Çeşitlilik (Variety): Verinin çeşitliliği farklı kaynaklar tarafından üretilen farklı özelliklere sahip verileri ifade etmektedir [19]. Sosyal ağ verileri, web platformlarının verileri, mobil uygulama verileri, konum verileri, kurum-devlet verileri, uzay, uydu, sonar vb. bilimsel veriler, makine ve sensör verileri gibi makineler ve bilgisayarlar tarafından üretilen veya bilgisayar aracılığıyla insanlar tarafından üretilen veriler büyük verininin çeşitliliğini açıklamaktadır.

Hız (Velocity): Dijital dünyada yüksek bant genişliği ve internet hızı ile sistemler üzerindeki bilgi akışı ve veri üretimi çok hızlı gerçekleşmektedir. Olağanüstü hızda üretilen ve büyüyen veri ile birlikte veri üzerinde yapılan işlem sayısı ve çeşitliliği de aynı hızda artmaktadır.

Hacim (Volume): Verinin ne kadar büyük olduğuna dair bilgi vermektedir. Yüksek boyutta veri saklama, işleme ve analiz etmede nasıl bir sistem geliştirileceği konusunda gerekli altyapı için kararların isabetli olarak alınmasını sağlayan en önemli özelliklerden biridir [20].

Doğruluk (Veracity): Genellikle toplanan verilerin kalitesi veya güvenilirliği olarak tanımlanır. Üretilen verinin geçerliliğini yitrimemiş olması, anlamlı ve doğru olması gerekliliğini ifade eder. Büyük verinin yaratacağı değer ancak doğruluğuna bağlıdır.

Değer (Value): Üretilen ve analizi yapılan verinin değerini ifade etmektedir. Büyük verinin, üretim ve işleme katmanlarından sonra kurum için artı değer yaratıyor olması gerekir. Karar verme süreçlerine anlık olarak etki etmesi ve doğru kararın zamanında verilmesi için hazır olması gerekir [21].

4.2 Endüstri 4.0 Dünyasında Büyük Veri (Big Data)

Endüstri 4.0 ile otomasyona dayalı akıllı üretim sistemleri içerisinde makineler, nesneler, veri tabanları gibi birbirine bağlantılı farklı yapıların İnternet altyapısını kullanan Makineler arası Haberleşme (M2M) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin sağladığı sürekli akış çok büyük miktardaki, çok boyutlu verilerin oluşmasını sağlamaktadır.

Nesnelerin, makinelerin fiziksel olarak birbirlerine ve fonksiyonel olarak internete bağlanarak verilerin kontrol edilmesi, uygulama sürecinin istenilen şekilde yürütülmesi, uzaktan algılama, performans izleme gibi farklı özellikleri olan **IoT/M2M özelinde üretilen verinin çeşitliliğini sağlayan en önemli yapı sensörlerdir. Nesnelerde bulunan sıcaklık, nem, basınç, ağırlık, titreşim, parlaklık, görüntü, hareket, toz, ses, manyetik alan vb. özellikler akıllı sensörler ile ölçümlenip spesifik nitelikli veriler olarak kaydedilmektedir.** Sensörlerden elde edilen bu veriler hataları öngörmek, parametreler tanımlamak ve değişen şartlara uyum sağlamak amacıyla gelişmiş Büyük Veri Teknolojileri ile analiz edilmektedir [22].

IoT/M2M teknolojileri, sağlık, ulaşım, perakende ve kamu sektörleri başta olmak üzere; trafik sistemleri, lojistik, elektrik, su, doğalgaz sayaçları, akıllı şebekeler, güvenlik bağlantılı binalar, ev aletleri, tıbbi otomasyon, uzaktan sağlık, satış noktaları, kritik satış altyapıları, akıllı tarım

uygulamaları, görüntüleme ve kontrol sistemleri gibi pek çok alanda aygıtların uzaktan izlenmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır [23]. Faklı alanlarda IoT/M2M ile gerçek zamanlı olarak büyük miktarda verinin toplandığı ve analizinin yapıldığı uygulamalara şu örnekler verilebilir.

Formula 1 yarışları, IoT/M2M ile gerçek zamanlı olarak büyük miktarda veri toplamanın, yüksek hızlı analizin iyi bir örneğidir. 2 saatlik yarış esnasında tek bir Formula arabasındaki sensörlerden ortalama 3 Terabyte veri elde edilmektedir. Formula 1 veri mühendisleri, lastik basıncı, yakıt verimliliği, rüzgar gücü, GPS konumu ve fren sıcaklığı gibi istatistikleri gerçek zamanlı olarak izleyerek araç başına 150 sensörden gelen verileri analiz etmektedirler [24].

Çift motorlu bir **Boeing 737 jet uçağı**, uçuş rotası, meterolojik akış, sistemlerin çalışması, iniş kalkış gibi işlemlerin izlendiği sensörlerden her saatte motor başına 20 Terabayt veri üretmektedir. Herhangi bir günde ABD'de gökyüzünde yaklaşık 28.537 ticari uçuş olduğu düşünülürse hava trafiğini sağlayan uçaklardan Petabyte'lar ölçeğinde verinin ortaya çıktığını söyleyebiliriz [25].

Kargo taşımacılık şirketi **UPS**'in **ORION** projesi ile UPS filosunda bulunan araçlar üzerindeki sensörler, motor performansı, hız, duruş sayısı vb. operasyon anındaki tüm verileri izleyip kayıt altına almaktadır. UPS ayrıca GPS ve mobil cihazlar ile zamanlama verilerini toplamakta, müşteri etkileşimlerini takip etmekte, sürücü davranışı ve güvenlik alışkanlıklarını tespit etmektedir. ORION'dan gelen tüm veri takibiyle, proje başladığından bu yana 16 Petabayttan fazla veri depolanmıştır. Bu verinin entegrasyonu ve analizi, UPS'in yönlendirme sorununu çözmenin ötesinde işlemleri iyileştirmesine izin vermiş, 50 milyon dolar yakıt, araç bakımı ve 206 milyon dakika zaman tasarrufu sağlamıştır [26].

Business Insider Intelligence şirketinin yayınladığı The IoT 101 **[**27] adlı raporda; Günümüzde 10 milyar civarında cihazın internete bağlı olduğu tahmin ediliyor. 2020 yılında internete bağlı cihaz sayısının yaklaşık 50 milyar olacağı, IoT/M2M teknolojilerini kullanan nesne sayısının ise 24 milyara ulaşacağı belirtiliyor. Bu rakamlar ve öngörüler dünyadaki her insan için yaklaşık dört yüksek teknolojili cihazın var olacağı anlamına gelmektedir.

4.2.1 Büyük Verinin Endüstriyel Sektörlerde Kullanım Alanları

McKinsey Global Institute tarafından yapılan araştırmaya göre **Gelişmiş BT mimarileri ve çözümleriyle şekillenen büyük veri teknolojileri, endüstriyel dünyada veri toplayan bütün sektörlere,** gerçeklere dayalı daha iyi ve daha hızlı karar verme becerisi kazanma, müşteri deneyimini iyileştirme, daha yüksek kalite ürün ve hizmetlerin pazara sunulması, satışlarda artış, yeni ürün geliştirmede artan etkinlik, azalan risk, daha etkin operasyonel faaliyetler gibi dönüşümsel fırsatlar sağladığı ortaya konulmuştur [28].

Büyük veri teknolojileri ve uygulamaları;

Endüstriyel **İmalat/Üretim alanında** süreç bazlı üretim operasyonlarında biyofarmasötik, kimyasal ve ayrık üretimi hızlandırma, verimi artırma ve maliyetleri düşürme [29],

Enerji sektöründe enerji verimliliğini artırma, akıllı ölçüm cihazları ve hava durumu bilgi sistemleri**,** yenilenebilir enerji kaynaklarıyla (**güneş, rüzgar enerjisi**) ilgili tahmin ve hesaplamalarda, **gaz türbinleri için veri yönetimi ve gerçek zamanlı görüntüleme,** akıllı sayaç analizi, enerji dağıtım şebekelerinde iletim ve cihaz ve ekipmanların uzaktan kontolü [30],

Lojistik yönetiminde otomatik tanıma, operasyonları gerçekleştirme, stratejik fayda için entegrasyon, gözlem, karar verme ve planlama, dağıtım ve lojistik optimizasyonu, GPS konum izleme, RFID okuyucular, araç iletişimi [31],

Bankacılık ve Finansal Hizmetler alanında, kart dolandırıcılığı tespiti, diğer dolandırıcılıklar için erken uyarı, kredi analizi, kurumsal kredi riski raporlaması, denetim süreçlerinin arşivlenmesi, ticari görünürlük, müşteri veri dönüşümü, ticaret için sosyal analiz [32],

Sağlık kurumlarında Elektronik Tıbbi Kayıt Sistemleri (EMR), Elektronik Sağlık Kayıt Sistemleri (EHR), Kişisel Sağlık Kayıt Sistemleri (PHR, klinik araştırmalar, genetik tanılama, DNA analizi, kişiselleştirilmiş tıp, gerçek zamanlı hasta izleme, ilaç ve tıbbi malzeme kullanımı analizi [33],

Telekomünikasyon operatörleri/şirketleri, konum tabanlı hizmetler, cihaz verilerinin takibi, tıklama, satın alma, çağrı merkezi analizleri, abonelerin erişim sağladığı noktalarda şebeke kapasite ve altyapı planlaması [34], gerçek zamanlı çağrı verilerini analizi, yetkisiz cihazların tanımlanması, ödeme işlem takibi, hacking, dolandırıcılık [35],

Pazarlama ve Perakendecilik sektöründe 360 derece müşteri görüntüsü oluşturma, müşteri profillerini, talep ve tercihlerini anlama [36].

Tarım endüstrisinde, günlük işlerin verimliliğini artırma, topografya, kaynaklar, toprak asitliği, hava koşulları tahmini, hayvanları uzaktan izleme, besleme ve üretme istatisikleri [37]

Kamuda, enerji araştırmaları, finansal piyasa analizi, dolandırıcılık tespiti, ARGE faaliyetleri, çevre koruma, meteoroloji, trafik gibi çok farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır.

Küresel öngörüler, Endüstri 4.0 ile ilişkili teknolojilerin daha çok uygulama alanı bulacağını ve sürekli yükselen bir eğilim göstereceğini işaret etmektedir. Amazon, Google ve Microsoft, Oracle, SAP gibi teknoloji devlerinin 25 milyar dolar tutarındaki yaptıkları yatırımlarla veri yönetiminde uzmanlaşmış yazılım şirketlerini satın aldıkları görülüyor [38]. **International Data Corporation (IDC)** Uluslararası Büyük Veri ve Analiz Harcamaları **raporunda 2017 yılı itibariyle, bilgi tabanlı ürünlerden elde edilen gelir artışı Fortune 500 şirketlerinin üçte biri için ürün / hizmet portföyünün geri kalanını ikiye katlayacağını öngörmüştür. Büyük veri teknolojileri ve iş analitiği uygulamaları için dünya çapındaki pazar gelirlerinin 2020 yılında 200 milyar doları aşacağı tahmin edilmektedir [39].**

5 SİBER GÜVENLİK

Sistemler arası veri/bilgi aktarımının ön planda olduğu akıllı endüstri dünyasında, işletmeler, faaliyetler, veriler ve insanlar arasındaki bağlantıları tek bir çatı altında toplayan teknolojik gelişmeler risk ve güvenlik kavramlarını da beraberinde getirmektedir. Üretim hattındaki her noktanın birbirleriyle güvenli şekilde iletişim kurabilmesi, farklı tesislerin etkileşime girebilmesi, endüstriyel üretimde optimizasyonun temel anahtarlarından birini oluşturmaktadır [40]. Dijital dönüşümün endüstriyel veri hırsızları ve bilgisayar korsanları gelişmiş teknolojiler, otomasyon, iletişim ve globalleşme ile şekillenen üretim ağlarına sızarak [41], makine sistemlerine müdehale etme, ticari faaliyetleri engelleme, verilerin çalınması, kritik altyapılara zarar verme gibi farklı tür ve nitelikte yöntemlerle şirketlerin, kurumların güvenliğini tehdit etmektedirler. Kritik önemdeki yaşamsal altyapıları, nedeniyle dahil olduğu siber dünyada yüksek değer sahibi olan endüstriyel sistemlerin tehdit ve saldırılara karşı risk yönetimi, strateji ve operasyonel biçimde korunmasını kapsayan Siber Güvenlik Endüstri 4.0'ın teknik boyutunda diğer önemli bir yapıyı oluşturmaktadır.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tanımına göre Siber Güvenlik, organizasyon, kurum ve kullanıcıların dijital ortamlardaki telekomünikasyon altyapıları, iletişim ağlarına bağlı bilgisayarlar, mobil cihazlar, hizmetler ve bütün bu sistem içerisindeki iletilen/depolanan bilgilerden oluşan varlıklarını korumak için kullanılan araçlar, politikalar, güvenlik önlemleri, risk yönetimi yaklaşımları, eylemler, eğitimler, en iyi uygulamalar ve teknolojilerin bütünüdür [47].

Neredeyse her noktanın bir hedef haline geldiği siber ortamda farklı veri iletişim yollarını kullanarak bir kontrol sistemi cihazına veya şebekesine izinsiz, yetkisiz bir biçimde erişim sağlayıp (Gizlilik), kurum, kuruluş ve kullanıcıların iletilen, saklanan bilgi varlıklarına yönelik kullanım, değiştirme, ifşa etme, ortadan kaldırma, el değiştirme ve zarar verilmesini(Bütünlük ve Erişebilirlik) kapsayan yaygın siber tehditler şu şekilde sıralanabilir [43];

- Gelişmiş Kalıcı Tehditler / Hedef Odaklı Saldırı – Advanced Persistent Threats
- Oltalama / Kimlik Avı – Phishing
- Zombi Makineler / Botnet – Botnets
- Fikri Mülkiyet Hırsızlığı – Intellectual Property Theft
- Fidye Yazılımları – Ransomware
- Servis Dışı Bırakma Saldırıları – Distributed Denial Of Service (D Dos)
- Bulaştığı Sistemde Her Şeyi Silen Zararlılar – Wiper Attacks
- Casus Yazılım / Zararlı Yazılımlar – Spyware / Malware
- Ortadaki Adam Saldırıları – Man in The Middle (MITM)
- İzinsiz Otomatik Olarak Yüklenen Zararlılar – Drive By Downloads
- Reklamlara Gömülmüş Zararlı Yazılımlar – Malvertising
- Antivirüs Olarak Görünen Ama Aslında Zararlı Olan Yazılımlar – Rogue Software

Hem global dijital dünyada hem de endüstriyel ekosistemde siber tehditlerin en fazla etkilediği alan, aksamaları ya da bozulmaları halinde sosyal ve ekonomik yapıya ciddi zarar verebilecek toplumsal düzenin, devlet ve kurumların sağlıklı bir şekilde işlemesi için gerekli olan birbirlerine bağlı fiziksel ve sayısal sistemler, organizasyonlar şeklinde tanımlanan [44] kritik altyapılardır. Enerji Üretim ve Dağıtım Sistemleri (Nükleer Santraller, Doğalgaz Üretim İşleme Tesisleri), Telekomünikasyon Altyapısı, Su ve Kanalizasyon Sistemleri, Uzay-Uydu Sistemleri, Hava Trafik Sistemleri, Savunma Sanayii, Barajlar vb. sistemler kritik altyapılar olarak örneklendirilebilir.

Kritik altyapılar sağlık, eğitim, finans, ulaştırma vb. kurum ve organizasyonlarda iş birimlerini ve işlemleri desteklemek amacıyla verilerin işlenmesi ve yönetilmesine yönelik kullanılan kaynakları ve bağlanırlığı sağlayan Bilgi Teknolojileri ile, endüstriye dayalı üretimin olduğu sistemlerin teknik olarak denetlenmesi, kontrolü, izlenmesi ve işletilmesi amacıyla kullanılan PLC, SCADA vb. Operasyonel Teknolojilerden oluşmaktadır.

Akıllı endüstri dünyasında saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan, tanımlanan kıstaslara göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı mesajları üreten, üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel olarak gözetlenmesini sağlayan endüstriyel kontrol sistemleri [45], yeni çoklu özel ve genel bulut stratejileri, gittikçe artan sayıda IoT ve uç nokta cihazları, işletmelerin ve bireylerin dijital ayak izlerini genişletirken, hem sahip olunan teknolojilere hem de bilgi varlıklarına yönelik siber tehditlerin boyutunu, kapsamını ve etki alanını da farklılaştırmaktadır.

Verizon tarafından hazırlanan 2018 Data Breach Investigations Report (Veri İhlalleri Araştırmaları Raporu), veri ihalleri ve siber tehditlerle ilgili önemli ayrıntılar içermektedir

65 Ülke üzerinden, 67 kuruluşun raporladığı 53.308 bilgi güvenliği ihlal olayı ve 2.162 veri sızıntısı incelendiğinde saldırıların üçte ikisinin ABD üzerinde yoğunlaştığı görülüyor. Siber saldırılardan en çok etkilenen sektörler ise sağlık kurumları, teknoloji şirketleri, finans kuruluşları ve kamu olmuştur.

Tehdit kaynaklarını üç temel başlık altında toplamak mümkündür; harici(dışardan) saldırganlar (hackerlar, aktivistler, siber casuslar), kurum içi saldırganlar (sistem yöneticileri, çalışanlar-son kullanıcılar) ve iş ortakları. Harici aktörlerin ihlal olaylarında %73 oranında rol oynadığı görülmektedir. Gerçekleşen saldırıların %50'si organize saldırı grupları tarafından gerçekleştirilirken, %60'ında hedef sistemlerin dakikalar içerisinde ele geçirilebildiği tespit edilmiştir. Buna karşılık ilgili saldırıların %75 oranında tespiti günlerce, haftalarca mümkün olmamaktadır. Saldırıların odak noktasını %65 oranında finansal çıkar sağlamak, %25 oranında casusluk ile veri sızıntısı gerçekleştirmek oluşturmaktadır. Saldırı yöntemleri açısından %48 oranında DDoS atakları ile sistemlerin (Veritabanları, Pos Sistemleri, Serverlar) hacklenmesi ve %30 oranında ağ üzerindeki donanımlara, bilgisayarlara, fidye yazılımları, Botnet gibi malware(zararlı yazılım) bulaştırma en çok karşılaşılan saldırı uygulamaları olmuştur [46].

Uluslararası siber güvenlik *kuruluşu* ***ARBOR Networks****'ün küresel İnternet trafiğinin üçte birini kapsayan* ***ATLAS*** *isimli* tehdit izleme altyapısı, 2017 yılında dünya genelinde çevrimiçi(online) erişimi engellemeye yönelik 7,5 milyon saldırı kaydetti. Dünyadaki İnternet servis sağlayıcılarının %90'ının siber güvenliğini sağlayan Arbor Networks'ün, Kasım 2016 - Ekim 2017 dönemine ilişkin Yıllık Küresel Altyapı Güvenliği Raporu'na göre, saldırganlar hedeflerine ulaşmak için büyük kapsamlı saldırı hacminden uzaklaşarak İnternet'e bağlı cihazları (IoT) kullanmaya yöneldiler. Rapora göre; DDoS saldırılarının sayısı ve karmaşıklığının artışıyla, kurumsal İnternet operatörlerinin %57'si, veri merkezi operatörlerininse %45'i, İnternet bant genişliklerinin doygunluğa ulaşması ile karşı karşıya kaldı. DDoS saldırıları nedeniyle gelir kaybına uğrayan kuruluşların oranı bu yıl neredeyse iki katına çıkmıştır. İnternet servis sağlayıcıları daha çok hacimsel saldırı yaşarken, şirketler ise gizli uygulama katmanı saldırılarında %30'luk artışa maruz kaldı. Çok boyutlu saldırıların sayısı önceki yıla göre %20 artarak hizmet sağlayıcılarda %59 ve kurumsal katılımcılarda %48'e ulaşmıştır [47].

6 SONUÇ

Bilgisayar, elektronik, lazer, nükleer, genetik gibi bilimlerin dijitalleşmenin etkisindeki gelişimiyle, makineler, nesneler ve insanların oluşturduğu, sanal/fiziksel dünyada üretim sistemleri, ekonomi ve ticarette yaşanan değişim, küreselleşen bir endüstriyel akıllı yapıyı, Endüstri 4.0'ı doğurmuştur.

Geleceğin endüstri dünyası, organizasyon, üretim, lojistik alanlarında çalışacak artırılmış gerçeklikle programlanmış, sensörlerle donatılmış robotlar, kendi verilerini üreten, işleyen, karar alabilen makineler, çevrimiçi yönetilebilen araçlar, Ar-Ge, satış pazarlama, yönetim aşamalarında kullanılacak, simülasyonlar, yapay zeka uygulamaları ve bütün bu gelişmiş sistemler arasındaki iletişimi gerçekleştirecek bilgisayar ağları, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve bulut gibi siber dijital teknolojiler üzerinde yükselecektir.

Değişen üretim ve hizmet anlayışları veriye dayalı teknolojilerdeki ilerlemeyi de beraberinde getirmiş, dijital etkileşimlerin oluşturduğu büyük veri yığınları işletme stratejilerinin vazgeçilmez bir unsuru olarak görülmeye başlanmıştır [48]. Artan veri işleme ve depolama kapasiteleri, cihazların esnek kullanımını sağlayan uzaktan programlanabilirlik ve yüksek hacimli verileri analiz edebilen ve istatistiksel modelleri çalıştırabilen yazılımlar sayesinde üretim sistemlerinin yanı sıra, kurumsal ve müşteri bazlı yönetim sistemleri gibi birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin toplanmasının ve kapsamlı biçimde değerlendirilmesinin, gerçek zamanlı karar verme süreçlerinde standart hale geleceği öngörülmektedir [49].

Gelişmiş iletişim ve akıllı bağlantı teknolojileriyle birbirlerine bağlanan üretim hatları, tedarik zincirleri ve fabrikalar, endüstriyel sistemleri daha çok görünür kılmaktadır. Sistemler üzerindeki yüksek oranlı veri paylaşımı şirketlerin üretim faaliyetleri üzerinde çok kötü etkiler yaratabilecek, para, zaman, müşteri ve itibar kaybettirecek sonuçlar doğurabilmektedir. Endüstri 4.0 ekosistemi aktörlerinin siber tehditlere karşı kritik endüstriyel sistemlerin, üretim hatlarının ve analizi yapılan büyük verinin korunması için risk yönetimi ve güvenlik stratejileri geliştirmeleri, istihbarat ve önlemeyi kapsayan bütünleşik siber altyapılar oluşturmaları ve mevcut güvenlik sistemlerini sürekli geliştirmeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Norman, Jeremey. (2015). James Watt's Key Inventions Make the Steam Engine Practical. http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=494 Erişim Tarihi: 13 Mart 2018

[2] Encyclopaedia Britannica, https://www.britannica.com/biography/Edmund-Cartwright Erişim Tarihi: 13 Mart 2018

[3] Alcorta, L. 1992. The Impact of New Technologies on Scale in Manufacturing Industry: Issues and Evidence. The United Nations University. Institute for New Technologies Working Paper No: 5

[4] Taghizadeh, K., Keser, G. 2015. Dördüncü Sanayi Devrimi:Yarının Fabrikaları Neye Benziyor? Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği Dergisi. 84, 68-70

[5] İren, D. (2017). Dördüncü Endüstri Devrimi Sanayinin Dijitalleşmesi. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu. http://www.endustri40.com/dorduncu-endustri-devrimi-sanayinin-dijitallesmesi/ Erişim Tarihi: 15 Mart 2018

[6] Şuman, N. (2017). Akıllı Üretim Çağı: Endüstri 4.0, Fortune Türkiye Dergisi. http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841 Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018

[7] Acaralp, Murat Cem. 2017. İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0 & Dijitalleşme Etkisi, Yetenek Yönetimi. Final Proje Çalışması. Lefkoşe.

[8] Ege Bölgesi Sanayi Odası. 2017. Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek. http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40--gozden-gecirilmis-ikinci-baski_95869497.pdf

[9] PwC Global Industry 4.0 Survey. 2016. Industry 4.0: Building the digital enterprise. https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf Erişim Tarihi: 17 Mart 2018

[10] Graham, M., M. Zook., and A. Boulton. 2013. Augmented Reality in the Urban Environment: Contested content and the duplicity of code. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 38(3). 464-47

[11] Özsoy, Koray., Duman, Burhan. 2017. Eklemeli İmalat Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği *International Journal Of 3D Printing Technologies And Dıigital Industry.* 1(1): 38.

[12] İlgen, İlker. (2017). Endüstri, Otomasyon ve Türkiye. https://medium.com/@ilker_ilgen/endüstri-otomasyon-ve-türkiye-72c2407b35d4 Erişim Tarihi: 17 Mart 2018

[13] Siemens Türkiye. (2014) Siemens Endüstri 4.0 Yolunda Dijital Kitapçığı https://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Defaul.html Erişim Tarihi: 17 Mart 2018

[14] Kavzoğlu, Şahin. 2012. Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları. *4. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012).* 16-19 Ekim. Zonguldak.

[15] Tellan, T. 2017. Endüstri 4.0: Üretici Olarak Yeni Medya ve Mülkiyet Hakkı. *Yeni Medya Çalışmaları 3. Ulusal Kongresi.* 9-10 Mart. Ankara

[16] Doğan, K., Arslantekin, S. 2016. Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum. *Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi* 56(1): 15.

[17] Hotsuite & we are social. Digital in 2017: Global Owerview. https://wearesocial.com/special-reports/digital-in-2017-global-overview Erişim Tarihi: 17 Mart 2018
[18] Things That Happen On InternetEvery 60 Seconds. (2017) https://www.go-globe.com/blog/things-that-happen-every-60-seconds/ Erişim Tarihi: 22 Mart 2018
[19] Dokuz, A.Ş., Çelik, M. 2017. Bulut Bilişim Sistemlerinde Verinin Farklı Boyutları Üzerine Derleme. *Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 6. 2 s. 316-338
[20] Sağıroğlu, Ş. 2016. Büyük Veri Analitiği, Güvenliği ve Mahremiyeti. Ankara. Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Büyük Veri Analitiği ve Güvenliği Araştırma Grubu 1. 12
[21] Bahçeci, V. (2016). Büyük Veri Nedir? Hangi Alanlarda, Nasıl Kullanılır? https://tr.linkedin.com /pulse/big-data-büyük-veri-nedir-hangi-alanlarda-ve-nasıl-veli-bahçeci Erişim Tarihi: 14 Mart 2018
[22] Büyük Veri Gelecek Yerden IoT Esirgenmez. (2017). http://www.gelecekhane.com/buyuk-veri-gelecek-yerden-iot-esirgenmez/ Erişim Tarihi: 14 Mart 2018
[23] Oyucu, S., Polat, H. 2016. M2M ve IoT Platformları Üzerinde Prototip Uygulama Geliştirme. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi* 9: 2.
[24] McDonald, C. 2017. Fast Cars, Big Data - How Streaming Data Can Help Formula 1. https://mapr.com/blog/fast-cars-fast-data-formula1/ Erişim Tarihi: 14 Mart 2018
[25] Phal, T. (Senior Director of Marketing-Aerospace and Defense-SAP). (2015). How Big Data Keeps Planes In The Air. https://www.forbes.com/sites/sap/2015/02/19/how-big-data-keeps-planes-in-the-air/#3bc777d938a7 Erişim Tarihi: 02 Nisan 2018
[26] Alumni, A. (2017). UPS. Digital Innovation and Transformation. A Course at Harward Business School. https://digit.hbs.org/submission/ups/ Erişim Tarihi: 02 Nisan 2018
[27] Newman, P. The Internet of Thıngs 2018 Report: How the IoT is evolving to reach the mainstream with businesses and consumers 2018. http://www.businessinsider.com/the-iot-101-report-your-essential-guide-to-the-internet-of-things-2017-1 Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018
[28] McKinsey, G. I. (2011). Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity, https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation 15.03.2018. Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018
[29] Columbus, L. (2014). Ten Ways Big Data Is Revolutionizing Manufacturing, https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2014/11/28/ten-ways-big-data-is-revolutionizing-manufacturing/#3f4ed2f5ce16 Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018
[30] Eğer, Ö. (2017). Big Data'nın (Büyük Veri) Endüstriyel Kullanımı. http://www.endustri40.com/big-datanin-buyuk-veri-endustriyel-kullanimi/ Erişim Tarihi: 6 Mart 2018
[31] MÜSİAD. (2017). Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği Lojistik Sektör Raporu 2017, http://www.musiad.org.tr/F/Root/Pdf/lojistik_raporlari_2017_12_25.PDF Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018
[32] Bilginç IT Academy, (2018). Büyük Verinin Endüstriyel Kullanımı. http://www.bilginc.com/tr/eg itim-haber/buyuk-verinin-endustriyel-kullanimi ErişimTarihi: 24 Mart 2018
[33] Sağlık ve Bilişim (2016) Endüstri 4.0 Sağlık alanında fırsatlar https://saglikvebilisim.wordpress.com/2016/02/04/ ErişimTarihi: 24 Mart 2018
[34] McDonald, C. (2017). Big Data Opportunities for Telecommunications. The Motivation for Big Data. https://mapr.com/blog/big-data-opportunities-telecommunications/ Erişim Tarihi: 26 Mart 2018
[35] Exactas. (2017). Büyük Veri Telekom Operatörleri İçin Nasıl Değer Sağlar? https://www.exactas.com.tr/buyuk-veri/buyuk-veri-analizi-telekom-icin-nasil-deger-saglar/ ErişimTarihi: 24 Mart 2018
[36] Dal, B. (2013). Perakendecilikte Büyük Veri Kullanım Alanları, https://www.retailturkiye .com/bulent-dal/perakendecilikte-buyuk-veri-kullanim-alanlari ErişimTarihi: 24 Mart 2018
[37] Meola, A. (2016). Why Iot, Big Data & Smart Farming are The Future of Agriculture. http://www.businessinsider.com/internet-of-things-smart-agriculture-2016-10 ErişimTarihi: 24 Mart 2018
[38] Kunt, A. (2010). Bilgi Patlaması. http://www.bthaber.com/dunya/bilgi-patlamasi/1/1018 ErişimTarihi: 28 Mart 2018
[39] IDC. (2017). Worldwide Semiannual Big Data and Analytics Spending Guide https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P33195 ErişimTarihi: 17 Mart 2018
[40] Koçak, O. (2017). Endüstri 4.0' a Geçiş İçin Asgari Şartlar. http://www.ozlukhaklari.com/ http://www.ozlukhaklari.com/ sartlar/ ErişimTarihi: 17 Mart 2018
[41] Trend Micro Basın Bültenleri. (2018). 2018'de Siber Dünyayı Bekleyen Tehlikeler, http://www.trendmicro.com.tr/newsroom/pr/de-siber-duenyay-bekleyen-tehlikeler/index.html ErişimTarihi: 05 Nisan 2018
[42] ITU. Definition of cybersecurity, referring to ITU-T X.1205, https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/com17/Pages/cybersecurity.aspx ErişimTarihi: 05 Nisan 2018

[43] BGA Blog Yazıları. (2018). Siber Tehdit İstihbaratı, Temel Kavramlar ve Kökenleri, https://www.bgasecurity.com/2018/01/siber-tehdit-istihbarati/ ErişimTarihi: 05 Nisan 2018
[44] CoESS Kritik Altyapıların Güvenliği Çalışma Komitesi Sunuş Raporu, http://ogf.org.tr/uluslararasi-faaliyet/kritik-alt-yapilarin-guvenligi-ve-korunmasi ErişimTarihi: 05 Nisan 2018
[45] Aydoğdu, Ö. Hasırcı, M.G., Akçay, H. (2008). Bir Entegre Et Tesisinde SCADA Tabanlı Endüstriyel Kontrol Uygulaması. *ELECO 2008*. Bursa
[46] Verizon. (2018). Data Breach Investigations Report 2018, 11th edition. http://www.verizonenterprise.com/verizon-insights-lab/dbir/ ErişimTarihi: 06 Nisan 2018
[47] Netscout Arbor's. (2017). 13th Annual Worldwide Infrastructure Security Report, https://www.arbornetworks.com/report/ ErişimTarihi: 06 Nisan 2018
[48] Esen, M., Türkay, B. 2017. Turizm Endüstrilerinde Büyük Veri Kullanımı, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 5.4: 92-115
[49] TÜSİAD. (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0. TÜSİAD-T/2016-03/576: 25

İnsansız Hava Aracı ile Depo Sayım Sisteminin Stok Kontrolüne Etkileri

Gamze Karahan[1] ,Melis Gizem Öztürk[2],Ahmet Murat Köseoğlu[3], Ömür Özkardeşler[4]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi/ Endüstri Mühendisliği
DHL Supply Chain Turkiye
[2] Okan Üniversitesi/ Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık
Okan Üniversitesi
[3] Okan Üniversitesi/ Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık
Okan Üniversitesi
[4] DHL Supply Chain Turkiye

gamze.karahan@dhl.com, melis.ozturk@okan.edu.tr, murat.koseoglu@okan.edu.tr, omur.ozkardesler@dhl.com

ÖZET

Depolama süreçlerinde büyük bir yeri olan stok alımı süreci, mevcut durumda işçiler için risk teşkil etmekte ve aynı zamanda verimsizliklere neden oluşturmaktadır. Stok alım süreci aynı zamanda depo yönetim sistemlerinin ve ürünlerinin stok durumunun kontrolü için kritik bir ön koşul oluşturmaktadır. Sayma süreci kritik bir süreç olmasına rağmen görsel sayma sistemi genel olarak depolarda mevcut değildir. Görsel sayma işlemi gibi yardımcı bir işlemin bulunmadığı durumlarda, işletme personeli elle sayma işlemini gerçekleştirir. Sayım işlemleri, depo personelinin sahada aktif olarak sayım yapması ile gerçekleştirilmekte ve ürünün türü ve ürün numarası bilgilerinin kaydedilmesine dayanmaktadır. Rafın üzerindeki her bir konumun sayım işlemleri, sayaç personelinin ürün barkoduna ve sayısına sayısına ulaşamadığı alanlar için kaldırılmış forkliftler aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu yöntem işçilerin sağlığı ve güvenliği için bir risk oluşturur ve sürecin yavaşlamasına neden olur. Mevcut durum insan odaklı olduğundan, insan hatasına açıktır ve kontrol edilebilirliği düşük bir süreçtir. Bu çalışmada, stok sürecinin otomatikleşmesinin insan sağlığı ve hata azaltma üzerine olan etkileri incelenmiştir.

ABSTRACT

The stock-taking process, which occupies a large part in the storage processes, has risks for the workers in the current situation and also creates inefficiencies. The stock-taking process has a critical pre-requisite for the control of the stock status of warehouse management systems and products. Most of the sectors have no visually recorded counting system, although the counting process is critical. In the present case, the operating staff manually performs the counting process. The counting operations are carried out in as the field tour of warehouse personnel and recording the product type and product number information in each location. The counting operations of each location on the shelf are carried out through lifted forklifts for areas where the counting personnel cannot reach the product barcode and the number of parcels. This method poses a risk to workers' health and safety and causes the process to slow down. Since the current situation is profoundly human, open to human error and controllability is a low process. In this study, the effects of automation and visual recording of stock-taking process examined regarding human health and mistake lowering

Anahtar kelimeler: otomasyon, stok kontrolü, görsel depolama alanı, endüstri4.0, envanter yönetimi

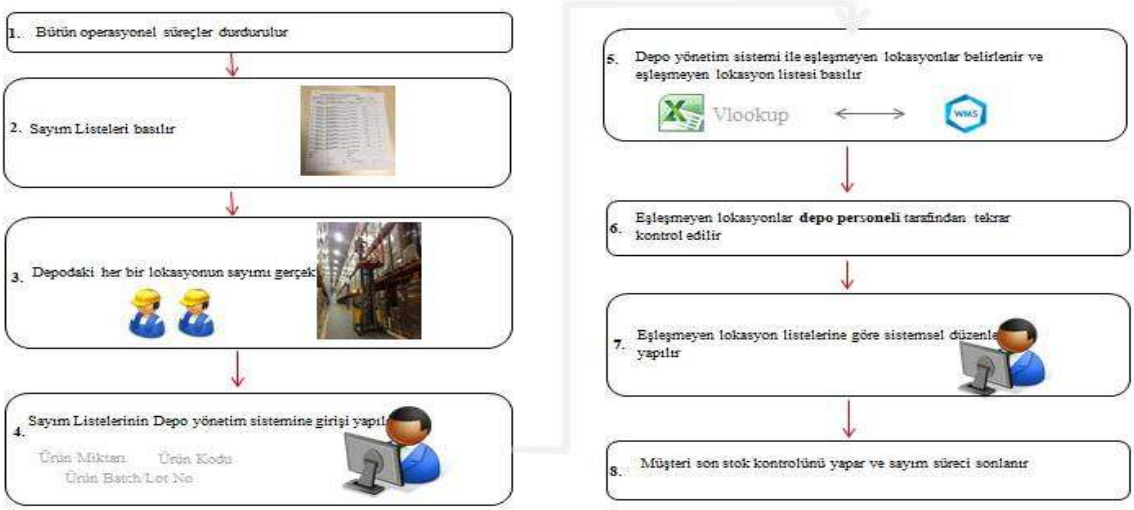
1. Giriş

Günümüzde işletmeler, canlı bir organizma gibi varlık gösteren ve daimî bir değişim içerisinde olan piyasalarda rekabetçiliklerini kaybetmemek, marka değerlerini yükseltmek, müşteri memnuniyetini korumak ve arttırmak gibi sebeplerden ötürü piyasa koşullarına uyum sağlamayı hedeflemektedirler. Piyasa koşullarına uyum göstermenin temel gerekliliklerinden biri de değişen koşulları takip etmektir. Bu sebeple firmaların dördüncü endüstriyel devrim olarak kabul edilen Endüstri 4.0'a da uyum sağlamaları gerekmektedir. Endüstri 4.0 teknoloji odaklı bir yaklaşımla gelen, henüz uygulama seviyesine tam olarak geçilmemiş bir vizyondur. 2011 yılında Hannover Messe fuarında Alman hükümetinin vizyonu olarak ortaya çıkan Endüstri 4.0, otomasyon sistemlerinin verimliliğini ve kullanım alanlarını çoğaltarak daha hızlı, müşteri odaklı ve üretken sistemler kurmayı hedeflemektedir.

Stok, firmaların en çok maliyet yaratan kalemlerinden biri olarak gelecekte veya anında kullanılmak, satarak kar elde etmek gibi çeşitli amaçlar için firmalar tarafından tutulan hammaddeler, yarı mamuller, mamuller veya varlıklardır. Üretimin yapı taşı olan stoku elde tutmak veya elde etmek firmalar için önemli maliyetler oluşturmaktadır. Hem üretimi devam ettirebilecek seviyede stok tutmak hem de minimum stok miktarını tutturmak firmalar için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Özellikle firmaların bütün tedarik zinciri sürecini yöneten dördüncü parti lojistik firmaları için stok süreçleri geliştirmeye ve iyileştirmeye en açık süreci oluşturmaktadır.

Endüstri 4.0 teknoloji odaklı bir yaklaşımdır ve stok kontrol sürecinde de değişikliklere sebep olacaktır. Endüstri 4.0'ın stok kontrol sürecinde verimliliği arttırması, süreci hızlandırması ve iş güvenliği konusunda katkılarda bulunması beklenmektedir.

Proje fikrinin doğmasındaki temel sebep, mevcut durumda depolarda sayım sürecinin yönetiminde uygulanan yöntemler olmuştur. Ülkemizde sektörün gelişimine katkı sağlamayı amaçlayarak ve süreçteki problemleri gidermek hedefiyle yeni yöntem geliştirmek için proje çalışmaları başlatılmıştır. Günümüzde sayım süreci, operasyonel kalite ve ürünlerin stok doğruluğu açısından kritik öneme sahip olmasına rağmen, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler barındırmakta, operasyonel verimsizlikler içermekte ve sistemsel olarak takip edilememektedir. Belirlenen analiz çalışmaları kapsamında, mevcut durumda uygulanan yıllık sayımda bulunulmuş, sürecin zaman etüdü çalışmaları yapılmış ve iş akışı oluşturulmuştur. Zaman etüdü çalışmalarından ve verimlilik analizinden sonra elde edilen çıktılar sonuç bölümünde paylaşılmıştır.



Şekil 1 Mevcut Sayım Sürecinin Akış Şeması

Mevcut durumda depolarda sayım süreci aşağıda belirtildiği gibi yapılmaktadır :

1) Sayım yapılırken diğer tüm operasyonel süreçler (mal kabul, ürün yerleştirme, toplama, sevkiyat, son kontrol gibi) durdurulur.

2) Sayılacak lokasyonların sayım listeleri sayım operatörleri tarafından basılır.

3) Depodaki her bir lokasyonun sayımı depo personelleri tarafından RT (Reach Truck) kullanılarak gerçekleştirilir. (RT'ı kullanan bir kişi ve sayımda kullanılan sepette bir kişi olmak üzere 2 kişi gerçekleştirir.)

4) Sayılan lokasyon bilgilerini içeren sayım listeleri, sayım operatörleri tarafından mevcutta kullanılan depo yönetim sistemine girilir.

5) Depo yönetim sistemi ile eşleşmeyen lokasyonlar belirlenir ve eşleşmeyen lokasyon listesi basılır.

6) Eşleşmeyen lokasyonlar depo personeli tarafından tekrar kontrol edilir.

7) Eşleşmeyen lokasyon listelerine göre sistemsel düzenlemeler yapılır.

8) Operasyonumuz depo sayımını bitirdikten sonra müşteri son stok kontrolünü yapar ve sayım süreci sonlanır.

2. Literatür Taraması, Piyasa Araştırması ve Saha İnceleme Çalışmaları

2.1 Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 genel olarak üç temel faktörden oluşmaktadır ve bu faktörler nesnelerin interneti, servislerin interneti ve siber fiziksel sistemlerdir. Nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin çeşitli teknolojik yöntemler ile birbirleri ile haberleşmelerinin ve etkileşimlerinin sağlanmasıdır. İlk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ortaya atılan kavram ilk çıkış noktasından bugüne gelişerek günümüzdeki konumuna ulaşmıştır. Nesnelerin internetinin temel avantajı haberleşme protokolleri aracılığı ile insan faktörünün azaltılarak cihazların akıllı ağlar aracılığı ile birbirleriyle haberleşmelerinin sağlanmasıdır. Bu haberleşme ağı aracılığı ile nesnelerin yaşadıkları sorunlar sonucunda ortaya çıkabilecek sorunların engellenmesi, bilgi paylaşımı ve etkileşimler sonucunda verimliliğin artmasıdır. 2011 yılında 11 milyar cihaz internete bağlı iken 2020 yılında 50 milyar cihazın internete bağlı olması beklenmektedir bu öngörü gelecekte internete bağlı olmayan nesne yüzdesinin son derece az olacağını göstermektedir.

Servislerin interneti de nesnelerin interneti ile benzerlik göstererek servislerin internete bağlı olmasını açıklamaktadır. Günümüzde firmaların sattıkları ürünlerden elde ettikleri karlar kadar satış sonrası servislerden de elde ettikleri kara önem verdikleri bilinmektedir. Örneğin, Rolls Royce firması günümüzde uçak firmalarına motor satmak yerine uçuş saati üzerinden motor bakımı satarak temel gelir kaynağını oluşturmaktadır. Bir partinin başka bir partiden ücret karşılığında uzmanlık, danışma ve bilgi gibi elle tutulamayan şeyler satın almasına servis denmektedir. Bu durumda nesnelerin interneti ile yenilikçi yaklaşımların firmalara ek kar getireceği öngörülebilir.

Siber-fiziksel sistemler ise gerçek dünya ile sanal dünya arasında bir köprü görmektedir. Globalleşmenin bir sonucu olarak bilgiye her an ulaşma gerekliliği siber-fiziksel sistemler ile ayrı bir boyuta ulaşacaktır. Firmalar için geleceği aydınlatan simülasyonlar siber-fiziksel sistemler ile daha da etkinleşecektir. Siber-Fiziksel Sistemler, sadece üretimde değil birçok yerde esas rol oynamaktadır. Bazıları şöyle sıralanabiliyor:

- Fiziksel ve organizasyonel veya iş süreçleri monitör ve kontrol ediyor
- Önemli kullanıcı katılımı/etkileşimi içeriyor
- Gerçek zaman yapılandırma, dağıtım veya görevlendirme ile çevredeki tepkisel değişiklere uyum ve gelişim sağlıyor
- Kendi performansını sürekli monitör ve optimize ediyor
- Yüksek derecede güvenirlik gerektiriyor
- Farklı teknik disiplinler ve farklı uygulama alanlarının entegrasyonunu gerektiriyor
- Yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeyde özerlik yüksek derecede hiyerarşik karar sistemleri gerektiriyor (Ghafory, 2017).

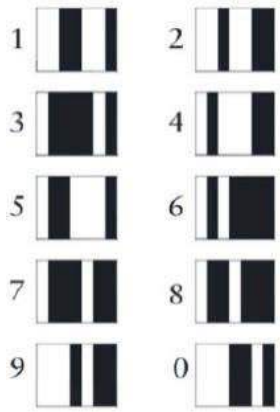
2.2 Stok Kontrol Yöntemleri, Lojistik Sektörünün İncelenmesi ve Projenin Açıklanması

Bu aşamada amaç, depolamada kullanılan sayım yöntemleri ve hedeflenen otomatize edilmiş sayım sürecine yönelik yapılan literatür taraması, ürün taraması, piyasa araştırması ve patent'e yönelik araştırmaları belirtmektir. Lojistik sektöründe ve diğer tüm sektörlerdeki mevcut sayım süreci araştırılıp bilgi birikimimiz ile literatürdeki bilgiler sentezlenerek, projenin potansiyel geliştirilebilecek noktaları tespit edilmiştir.

Literatür ve ürün taraması için öncelikle araştırma başlıkları belirlenmiştir. Bu başlıklar özetle aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

- İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları
- Depolarda Envanter Stok Yönetimi
- Kamera ile barkod okuma
- Image Processing kullanılarak barkod okuma işlemleri
- Depolarda sensörlerin kullanılması
- Drone teknolojisinin depolarda kullanılması
- Drone'un konumlandırılması ve programlanması
- Drone Lokalizasyon Metodları
- Kapalı alanda kullanılan Drone modelleri

Barkod okuma yöntemleri için yapılan araştırmalarda, görüntü işleme algoritmaları kullanılarak kameradan alınan görüntüye kenar bulma (edge detection) yöntemi uygulanarak; barkodun her bir çizgisinin anlamlandırılmasının yapıldığı görülmüştür. Okunan barkodun anlamlandırılması sürecinde barkod çözücü algoritmalar (decoding) araştırılmış olup, EAN kod sisteminin prosedürleri incelenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda kenar bulmayla tespit edilen barkod üzerindeki verinin ikili sayı sistemi (binary) formatına getirilmesi ve karakter karşılıklarının bulunması ile ilgili Chai, D. ve Hock, F. Tarafından yazılan makalede verilen çözücü algoritma yöntemi dikkate alınarak anlamlandırma yapılması düşünülmüştür. Yüksek çözünürlüklü bir görüntünün piksel sayısının fazlalığından kaynaklı olarak işlenmesi, yoğun bir işlem yükü gerektirtirdiğinden barkod tespit (Barcode recognition) algoritmaları üzerine BURIAN, A., VEHVILÄINEN, M. ve KANGAS, J. Tarafından yazılan makalede işlem yükünün azaltılması için görüntünün önce renkli (RGB) görüntüden gri ton(Gray Scale) görüntüsüne çevrildikten sonra tüm resmin değil, yalnızca barkodun olduğu bölge tespit edilip işlenilirse, işlem yükünün daha az olacağı ve gerçek zamanlı görüntü işleme yapılabileceği görülmüştür.

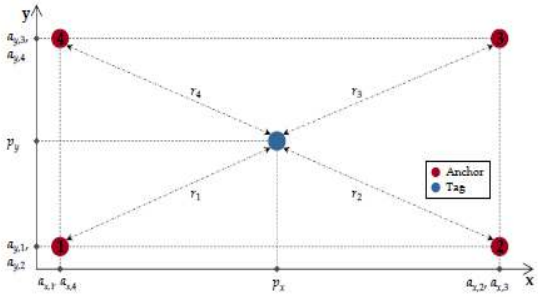


Rakamların barkod karşılıkları

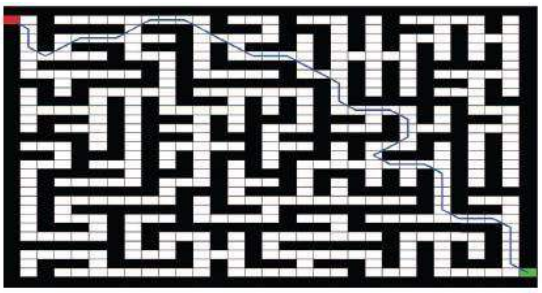
Ön işlemeden geçirilmiş barkod

Şekil 2 Barkod Okuma Metodları

Projede kullanılacak drone mekanizmaları ile sayım yapılması için pazarda bulunan droneların özelliklerinin incelendiği ve literatür araştırması kapsamında incelenen, karşılaştırmalarının yapıldığı makaleden yola çıkılarak kullanılacak drone'un sistem gereksinimleri ve modeli hakkında ön çalışma için çıkarımlar yapılmış olup, bahsedilen modellere benzer droneların araştırılması üzerine yoğunlaşılmıştır. Literatürde halen çok sayıda çalışmanın yapıldığı drone iç mekan konumlamayla ilgili olarak yapılan drone kontrol metodları incelenmiş olup; haritalama, kamera ile yer tespiti ve wireless sensörler ile konum tespiti yöntemleri görülmüştür.



İç mekan haritalama ile kontrol



Mobil etiket tabanlı lokalizasyon

Şekil 3 Drone Pozisyonlama Metodları

Haritalama yöntemlerinde uygulamanın yapılacağı iç çevrenin haritalaması yapılmakta ve konum bilgisi drone içerisinde bulunan IMU (Inertial Measurement Unit) üzerinden yapılmaktadır. Bu yöntemin kısa süreli uygulamalarda başarılı olduğu fakat IMU birimi çıkışından alınan ivme bilgisinin iki kez integrali alınması ile bulunan konum bilgisinin ivme ölçümde yok sayılan hataların integral değerinin sürekli artmasından dolayı konumda hatalar oluştuğu ve sistemin kararsızlığa gittiği

görülmüştür. Bir başka yöntem olan wireless sensörler ile konum tespit yönteminde drone üzerindeki vericinin sensör menzillerine girmesiyle üçlü düğüm yöntemi kullanılarak anlık konum bilgisi tespti edilebilmektedir. Bu yöntemin dezavantajının depo için çok sayıda sensör kullanmak olduğu (maliyet yüksek) ve depo gibi metal yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde wi-fi haberleşmesinin sağlıklı olarak yapılamacağı çıkarımında bulunulmuştur.

Şekil 4 Depolarda kullanılan DJI M100 Drone ve depolarda kullanılan uzaktan kumandalı Drone

Drone ile stok sayım için yapılan patent araştırmasında Craig Olivo ve Micheal Buzaki tarafından alınan **2016/0247116** no'lu patentte Drone'a entegre bir RF barkod okuyucu ile kumanda ile kontrol edilen drone, paletlere doğru yönlendirilmekte ve barkod okuyucu tarafından okunan veri PC'ye aktarılmaktadır. Patentin depo ortamında kumandayla kontrol kısmında eksik kalındığı görülmüş, metal yoğunluğundan dolayı oluşan sinyal kesilmeleri dolayısıyla kumandayla sağlıklı kontrolün yapılamayacağı tespit edilmiş ve Drone'un otonom olarak hareket edilmesine karar verilmiştir.

Saha İnceleme Çalışmaları:

Yapılan literatür taramalarına ek olarak farklı işletmelerin sayım yapma teknikleri araştırılmıştır. Araştırmalara göre sayımda kullanılan diğer yöntemler ve bu yöntemlere dair proje değerlendirmelerinin sonuçları aşağıda sıralanmıştır:

- **RFID Tag kullanılarak sayım yapılması:** Radyo Frekanslı Tanımlama Teknolojisinin sürecin insan hatasına açık olmasını engellemek amacıyla pek çok uygulamada tercih edilebildiği görülmüştür. Ürünlerin sevki esnasında oluşabilecek hataların engellenmesi, hatasız ve daha sık sayım yapılabilmesinin sağlanması bunlara örnek verilebilir. Ancak depolardaki paletlerin genelde firmalara ait olmaması sonucu oluşacak yüksek maliyet, depolarda metal yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı sahada oluşacak radyasyon ve sistemin kontrolü için ek bir kontrol sürecinin gerekliliği gibi nedenlerden dolayı projede RFID teknolojisi tercih edilmemiştir.

- **Manlift (İnsan Asansörü) kullanılarak sayım yapılması:** İnsan asansörü olarak da bilinen manliftler, daha önce depolarda sayım sürecinde kullanılmış ancak yükseltilmiş haldeyken hareket kabiliyetinin sınırlı olduğu görülmüş ve bu sebeple bu yöntemin sayım süresini ciddi ölçüde arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca klasik ve manuel yöntemlerle sürdürülmesi ve insan hatasına açık olması gibi nedenlerden dolayı projede kullanılması tercih edilmemiştir.

- **Sepet kullanılarak sayım yapılması:** Mevcut durumda depolarda sayım sürecinde depo çalışanının yüksek raf lokasyonlarındaki ürünleri sayma amacı ile kullanılan sayım sepetleri, yüksekte çalışma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği açısından riskler barındırması, yine klasik ve manuel yöntemlerle sürdürülmesi ve insan hatasına açık olmasından dolayı projenin ana amacına uygun olarak tercih edilmemiştir.

Şekil 5 Manlift ve Sepetle sayım görselleri

3. Metodoloji

Bu kısımda projede uygulanacak yöntemlere ve yapılan çalışmaya ait adımlara yer verilmiştir. Yapılan çalışmada öncelikle literatür taraması ile stok kontrol yöntemleri belirlenmiştir. Bir sonraki adımda stok kontrolü için geliştirilen proje açıklanmıştır ve projenin faydaları tespit edilmiştir.

Projede kamera entegreli drone mekanizmaları kullanılarak raf lokasyonlarının görüntü kayıtları alınacaktır. Fotoğraflardaki bilgiler, görüntü işleme teknolojisi (image processing) ile veri tabanına aktarılacak ve bu projeye özel geliştirilecek yazılım aracılığıyla, depo yönetim sistemindeki verilerle karşılaştırılarak stok farkları tespit edilecektir. Droneların otonom izleyeceği yol alternatifleri için rota optimizasyonu yapılarak her bölümün etkin şekilde fotoğraflanması sağlanacaktır. Geliştirilecek yeni yöntem ile yazılım ve bütünleşik cihazların uyumlu şekilde programlanması sonucu iş kazalarının engellenmesi ve verimlilik artışı hedeflenmektedir.

Mevcut sayım sürecindeki iş sağlığı ve güvenliğine yönelik tehdit oluşturan durumların önüne geçmek amacıyla ileri teknolojiler barındıran yenilikçi bir süreç tasarlanmıştır. Bu süreçte kullanılacak insansız hava aracı (drone) ile ilgili birçok ulusal ve uluslararası kuruluşlarda Ar-Ge projeleri yürütülmektedir. Sayım sürecinde insansız hava aracı kullanımına yönelik ulusal anlamda bir çalışma yoktur ancak uluslararası bazı pilot uygulamaları bulunmaktadır. Bu anlamda projemiz ulusal bilgi birikimine katkı sağlamakla kalmayıp, Türkiye'nin bu konuda uluslararası teknolojik gelişmelere katkı sağlamasına olanak tanıyacaktır.

4. Sonuç ve Öneriler

Drone ile sayımı sürecini gerçekleştirmek için kritik parametreler olan görüntü kalitesi ve lokasyon başına düşen sayım süresi yapılan araştırmalar ile analiz edilmiştir. Belirlenen en önemli parametre sayım süresidir. Hedefler ve saptamalar mevcut durumda uygulanan sayım sürecinde bulunularak elde edilmiş, fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda mevcut durumda lokasyon başına düşen sayım süresi, her bir lokasyonun ortalama sisteme giriş süresi ve sahada geçirilen sürenin toplam sayım süresine oranı incelenmiştir.

- Drone teknolojisinin depoda kullanılmasıyla birlikte lokasyon başına sayım süresinin 26,69 adam.saniyeden 10.94 adam.saniyeye düşeceği saptanmıştır.
- İş sağlığı ve güvenliği açısından risk barındıran durumlar ortadan kaldırılarak sayım süreci ile alakalı '0' iş kazası olması hedeflenmiştir.
- Drone (insansız hava aracı) kullanılarak sayım yapılması durumunda iş yükünde %59 adam.saat kazanç beklenmektedir.

- Geliştireceğimiz süreç ile birlikte her bir lokasyonun ortalama sisteme giriş süresinin %35 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir.
- Sahada geçirilen sürenin toplam sayım süresine oranı ise, mevcut durumda %70 iken planlanan süreç ile birlikte %51 olacaktır.

KAYNAKÇA

[1]Ghafory, İ. (2017). *Siber Fiziksel Sistemler*. [online] Endustri40.com. Available at: http://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/ [Accessed 22 Apr. 2018].

[2]PARIYAR, Kopila. Process of Detecting Barcodes Using Image Processing. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 2014, 2.7.

[3]Chai, D. and Hock, F. (n.d.). Locating and Decoding EAN-13 Barcodes from Images Captured by Digital Cameras. *2005 5th International Conference on Information Communications & Signal Processing*.

[4]BURIAN, A., VEHVILÄINEN, M. and KANGAS, J. (n.d.). Camera Barcode Reader with Automatic Localization, Detection of Orientation and Type Classification. *Computers and Simulation in Modern Science,1(1790-2769), pp.214-219.*

[5]Vidhya, J. and John Singh, K. (2015). A Survey on Various Techniques Used for Barcode Scanning in Android Applications. *World Applied Sciences Journal*, 33(7), pp.1093-1101.

[6]Röhrig, C. and Spieker, S. (2008). Tracking of Transport Vehicles for Warehouse Management using a Wireless Sensor Network. In: *Intelligent Robots and Systems (IROS 2008),*. Nice,France, pp.3260-3265.

[7]Santana, Lucas Vago "A Trajectory Tracking and 3D Positioning Controller for the AR.Drone Quadrotor." *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 2014, doi:10.1109/icuas.2014.6842321.

[8]Hussein, A., Al-Kaff, A., Escalera, A. D., & Armingol, J. M. (2015). Autonomous indoor navigation of low-cost quadcopters. *2015 IEEE International Conference on Service Operations And Logistics, And Informatics (SOLI)*. doi:10.1109/soli.2015.7367607

[9]Droneware Technology Corp (n.d.). *Method and Apparatus For Warehouse Cycle Counting Using A*

Drone. 2016/0247116.

Tedarik Zincirindeki Sapmaların Lojistik Maliyet Üzerindeki Etkilerinin Saptanması ve Optimizasyonu

DHL Supply Chain LLP Turkey

Yasin Kaya[1], Serkan Kabalı[2], Gözde Duru Aksoy[3], İrem Anter[4], Başak Günver[5], Seben Özkan[6], Ata Şenkon[7], Ege Tezerişener[8]

[1] Okan Üniversitesi/Uluslararası Ticaret
DHL Supply Chain Türkiye-LLP
[2] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
DHL Supply Chain Türkiye-LLP
[3] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
[4] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
[5] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
[6] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
[7] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
[8] Bilkent Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği
12 İdealtepe Mahallesi, Dik Sokak, İstanbul, 34841, Türkiye
345678 Bilkent Üniversitesi, Ankara, 06800, Türkiye
Kaya.yasin@dhl.com, Serkan.kabali@dhl.com, Gozde.aksoy@ug.bilkent.edu.tr, Irem.anter@ug.bilkent.edu.tr, Basak.gunver@ug.bilkent.edu.tr, Seben.ozkan@ug.bilkent.edu.tr, Ata.senkon@ug.bilkent.edu.tr, Ege.tezerisener@ug.bilkent.edu.tr

ÖZET

Tedarik zincirindeki aksaklıklar sistemdeki ürünlerin tahmin tutarlılıkları, tedarik ve sevkiyat süreleri, sipariş sıklıkları ve miktarlarındaki değişimler olarak tanımlanabilir. Bu değişimler, şirket açısından depo, stok, demuraj ve envanter maliyetlerinden oluşan lojistik maliyetin artmasının en büyük nedenidir. Bu kapsamda sistemdeki sapmaların lojistik maliyet üzerindeki etkilerini saptamak ve en aza indirmek tedarik zincirinin verimliliğini önemli ölçüde artıracaktır. Amaç, Karar Destek Sistemi (KDS) geliştirilmesiyle lojistik maliyete neden olan unsurların saptanması ve sisteme en uygun envanter politikasının önerilmesi olarak belirlenmiştir. Kaynak araştırmasından sonra sistemdeki ürünlerin kullanım miktarlarını belirlemek için verilerin dağılımı incelenmiş, envanter politikaları modellenmiş ve KDS'nin önerisini güçlendirecek dinamik simülasyon modelleri tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Envanter Politikası, Lojistik Maliyet, Tedarik Zinciri Yönetimi, Dinamik Simülasyon, Karar Destek Sistemi

1. Şirket Tanıtımı

DHL, Adrian Dalsey, Larry Hillblom ve Robert Lynn tarafından 1969 yılında San Francisco'da kurulmuştur. İlk kurulduğunda kargo dokümanlarını San Francisco'dan Honolulu'ya uçak ile gönderen DHL, bu nakliye yöntemi ile, gerekli dokümanların gümrük kontrolüne asıl varış zamanından daha erken varmasını sağlamış, dolayısıyla limanlardaki gümrük kontrollerinin bekleme süresini azaltarak yeni bir nakliyat sisteminin öncüsü olmuştur. Bu sayede DHL, uluslararası hızlı servis adı verilen, dokümanların ve kargo kağıtlarının daha hızlı gönderilmesini sağlayan yeni bir endüstri yaratmıştır. Ağını dünya çapında genişlettikten ve paket teslim gibi ek hizmetler sunmaya başladıktan sonra Deutsche Post DHL'nin hisselerinin yaklaşık yüzde 25'ini satın almıştır. Bu satın alma da Deutsche Post'un DHL'yi 2002 yılında tamamen satın alması için temel oluşturmuştur. 2003 yılında Deutsche Post, ekspres, parsel ve lojistik alanlarındaki işlerini DHL adı altında bir araya getirmiştir. Bu, DHL'nin eski kurye ve ekspres işletmelerine ek olarak parseller ve lojistik için de tek bir kaynak olarak çalışması ile sonuçlanmıştır.

Bu projenin kapsamı, DHL Lider Lojistik Partneri (LLP) Avrupa'nın tedarik zinciri yönetimi ile ilgilidir. DHL, ilk danışmanlık ve tasarım aşamalarından başlayarak, özelleştirilmiş tedarik zinciri çözümleri sağlamakla birlikte müşterilerinin tedarik zincirlerini geliştirmeyi ve sürdürmeyi amaçlamaktadır. Bu tedarik zinciri yönetiminin planlama aşamasında DHL, Lider Lojistik Partneri rolünde işlemlerini gerçekleştirir. İşletmelerdeki ve müşteri taleplerindeki sık ve hızlı değişimleri LLP bütün tedarik zinciri kapsamında yönetmeyi amaçlar. DHL, bu amaç doğrultusunda, tedarik zincirinde değer yaratımını sağlayan sürekli iyileştirme ve yalın lojistik süreçlerinin tanıtımı ve lojistik süreçlerinin optimizasyonu gibi maliyet azaltma teknikleri kullanmaktadır. LLP, artan esneklik ve ölçeklenebilirlik, gelişmiş tedarik zinciri yetkinlikleri, paylaşılan riskler ve ödüller ve doğrudan harcamalarda azalma gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır. LLP Avrupa 15 ülkede 500'den fazla çalışanı ile otomotiv, tüketici, teknoloji ve E&M sektörlerinde 2 milyar Euro'nun üzerinde navlun harcamaları idaresini yürütmektedir.

2. Sistem Tanımı

DHL LLP, beraber çalıştığı müşterisinin siparişlerini belirlenen süre içerisinde istenilen alana taşıma faaliyetlerini yürütmektedir. Bu proje kapsamında DHL LLP'nin tek bir müşterisinin sistem akışına odaklanılmıştır ve analiz edilen bu sistem akışı ilk olarak müşterinin siparişi tedarikçiye bildirmesi ile başlar. Tedarikçi, verilen siparişin (purchase order – PO) sisteme girişini yapar. Daha sonra çıkış limanında (origin port) gemiye yüklenen siparişler varış limanına (destination port) gitmek üzere yola çıkar. Varış limanına gelen siparişler, gümrük işlemlerine tabi tutulduktan sonra bu limanda bulunan açık alana (open area) indirilir. Bu siparişler, eğer bu limanda bulunan liman deposunda (port warehouse) yer var ise oraya transfer edilir. Yok ise, siparişler liman deposunda yer açılana kadar açık alanda bekletilir. Limanda bulunan siparişler fabrika deposunda (factory warehouse) yer açıldığı takdirde aynı gün içinde üretim hattında kullanılmak üzere fabrika deposuna çekilir.

Bu sistem sürecinde çeşitli taşıma maliyetleri ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetler şunlardır: demuraj (demurrage), envanter (inventory), stok (storage) ve depo (warehouse). Demuraj maliyeti, gelen siparişlerin açık alanda geçirdiği süre önceden belirlenen serbest/ücretsiz süreyi (free time) aşması sonucu, geçirdiği ekstra gün bazında ortaya çıkan bir maliyet kalemidir. Stok maliyeti, demuraj maliyetine benzer şekilde limana gelen siparişlerin konteynerlerden boşaltılana kadar geçen sürenin serbest/ücretsiz süreyi aşması sonucu yine geçirdiği ekstra gün bazında ortaya çıkan maliyet kalemidir. Envanter maliyeti ise fırsat maliyeti (opportunity cost) olarak tanımlanmıştır. Son olarak depo maliyeti, siparişlerin liman ve fabrika depolarında beklediği süre boyunca kg ve ay başına bu siparişler için ödenen depolama maliyetidir. Açık alanda oluşan maliyet stok ve demuraj maliyetlerinden, liman deposundaki maliyet envanter ve liman deposu maliyetlerinden ve fabrika deposundaki maliyet de envanter maliyeti ve fabrika deposu maliyetlerinden oluşmaktadır. Bunun sonucunda açık alandaki maliyet liman deposunda oluşan maliyetten ve liman deposunda oluşan maliyet de fabrika deposunda oluşan maliyetten daha fazladır. Bu nedenle, proje kapsamında yapılacak sistem iyileştirmelerinde, stoklar en az maliyete sebep olan fabrika deposunda tutulmaya çalışılacaktır.

3. Problem Tanımı

DHL LLP, müşterilerine lojistik planlama, sevkiyat takibi ve performans raporlama gibi konularda hizmet sağlamaktadır. Mevcut durumda tedarik süresi (lead time), parti büyüklüğü (lot size), minimum sipariş miktarı (minimum order quantity), güvenlik stoğu (safety stock), sevkiyat sıklığı (shipment frequency), fazla sevkiyat (overshipment), tahmin tutarlılığı (forecast compliance) ve sevkiyat süresi tutarlılığı (transit time compliance) gibi tedarik zinciri parametreleri tecrübesel yöntemlerle belirlenmektedir. Fakat bu tecrübesel yöntem ile parametre belirlemeleri yukarıda tanımlanan demuraj, envanter, stok ve depo maliyetleri gibi yüksek taşıma maliyetlerine sebep olmaktadır. Şirket tarafından en büyük şikayet bu yüksek taşıma maliyetleri olarak ifade edilmiştir. DHL LLP şirket danışmanları bu problemin semptomu olarak ideal bir sistemde var olmaması gereken demuraj maliyetlerini belirtmiştir. Ek olarak, bu tarz maliyetlerin neden ve hangi parametreler yüzünden oluştuğunu raporlayan bir Karar Destek Sistemi (KDS)'nin bulunmaması da belirtilen şikayetler arasındadır. Böyle bir KDS'nin yokluğu da DHL LLP müşterilerinin kendi taşıma maliyetlerini minimize edememesine neden olarak karlılığı azaltmaktadır.

4. Sistem Tasarımı

Şirket tarafından belirtilen probleme yönelik çözüm yaklaşımı üç ana başlık altında toplanabilir. Öncelikle Microsoft Excel Visual Basic for Applications (VBA) Proglamlama Dili kullanılarak oluşturulan KDS önceden tanımı yapılan taşıma maliyetlerine sebep olan problemli siparişleri (PO'ları) belirlerken mevcut durumdaki toplam taşıma maliyetini hesaplamaktadır. Sonrasında şirket tarafından tecrübesel yöntemlerle belirlenen tedarik zinciri parametrelerinin en iyi değerlerinin bulunması ve dolayısıyla taşıma maliyetlerini en aza indirgemeye çalışılması doğrultusunda yeni envanter politikalarının optimizasyonu ve simülasyonu yapılmıştır. Envanter politikalarının optimizayon modelleri Excel OpenSolver ile çözdürülmüş ve bu politikaları kendi aralarında ve mevcut sistemle karşılaştırılması adına dinamik simülasyon modelleri kurmayı sağlayan Yet Another Simulation Add-In (YASAI) Excel eklentisi kullanılmıştır. (1)

4.1. Microsoft Excel VBA Programlaması

Şirket tarafından sağlanan veriler ve bilgilendirmeler analiz edilerek taşıma maliyetlerine sebep olan faktörler tedarikçi performansı, envanter kontrol politikası, tahminleme tutarlılığı ve transit tutarlılığı olarak sınıflandırılmıştır. Tahminleme tutarlılığı, verilen siparişin tahmini ve gerçekte kullanımı arasında karşılaştırma yaparken bu tahminlerin gerçek kullanımlardan sapma miktarlarını göstermektedir. Bu proje kapsamında tahminleme tutarlılığı sonuçları gösterilirken, sapma gösteren tahminleri düzeltmek adına bir işlem yapılmamaktadır. Transit tutarlılığı kapsamındaki faktörler, kontrol edilemeyen ve öngörülemeyen faktörler (hava koşulları, teknik arızalar, vb.) olarak tanımlanmıştır. Tedarikçi performansı faktörü kapsamına giren ölçümler, tedarikçi kaynaklı ortaya çıkan çıkış limanında erken, zamanında ya da geç yüklemeleri kapsamaktadır. Envanter kontrol politikası faktörü altında yapılan analizlere göre asıl sıkıntının parti büyüklüğü, sipariş sıklığı ve güvenlik stoğu seviyesi olduğu belirlenmiştir ve bu parametreleri eniyilimeye yönelik envanter politikaları KDS'ye eklenmiştir. Microsoft Excel VBA ile hangi siparişin (PO) hangi faktör nedeniyle problemli olduğu, bu problemin toplam taşıma maliyetine etkisi ve bu maliyetin demuraj, envanter, stok ve depolama maliyeti şeklinde kırılımları analiz edilebilmektedir.

Kurulan KDS, Microsoft Excel üzerinden çalışan ve farklı veri tiplerine adapte edilebilen esnek bir sistemdir. Kullanıcı KDS'nin bulunduğu Excel dosyasını açtığında karşısına kullanıcı formu (user form) çıkmaktadır. Kullanıcı formunun görseli Ek 1'dedir. KDS'yi kullanmak için kullanıcı ilk olarak bu formda görülen "Browse" butonu ile hammadde sipariş verilerinin bulunduğu Excel dosyasını sisteme yükler. Kullanıcı formunda yer alan işaret kutucuklarından analiz edilmesi istenilen parametre başlıkları seçilerek birçok farklı hesaplama yapmak mümkündür. Bu noktadan sonra kullanıcı gereken hesaplamaları, sorunlu siparişleri, önerilen envanter politikalarının optimizasyon ve simülasyon modellerini ve iyileşme miktarını seçerek KDS'nin rapor kısmında görebilmektedir. Bu rapor kısmına ek olarak, KDS'yi içeren Microsoft Excel dosyasının ilk sayfasına sistem hakkında detaylı bilgiye sahip olmayan kişi/kişilerin bile sistemi yorumlayabilmesi adına istatistiki kırılımları gösteren şemaları içeren özet rapor sayfası eklenmiştir.

Şirketin ilk aşamadaki talebi problemli siparişlerin işaretlenmesi (flagging) ve bu problemlerin yukarıda bahsedilen faktörlerin hangilerinden kaynaklandığının saptanması olarak belirtilmiştir. Bu kapsamda, çeşitli karşılaştırmalar, ölçümler ve hesaplamalar sonucunda her sipariş belirlenen renklendirmelerle işaretlenmektedir. Örneğin, demuraja sebep olan siparişlerin satırı sarı ile renklendirilirken, tedarikçinin siparişleri gemiye yükleme tarihi planlanan tarihten daha geç ise o siparişin satırı turuncu ile renklendirilmektedir. Bu işaretlemeler sonucunda kullanıcı hangi siparişlerde nasıl bir problem olduğunu görebilmektedir. Bu işaretlemelere ek olarak, KDS'nin sunduğu raporda hangi siparişin, limanda kalma süresine ücret tabii tutulmayan gün sayısı olan demuraj serbest zamanını kaç gün geçtiği, stok, envanter, demuraj ve depo maliyetleri ve bunların sonucunda oluşan toplam taşıma maliyeti bulunmaktadır. Raporun ve işaretlemenin örnek görselleri Ek 2'dedir.

KDS'nin esnek olabilmesi açısından, kullanıcı formundaki parametreler kullanıcı tarafından belirlenebilmektedir. Bununla beraber, yüklenen veri içindeki ürünün kullanım miktarlarının istatistiksel dağılımları çıkarılıp, kullanıcı formundaki optimizasyon ve simülasyon modelleri içerisine entegre edilmektedir.

4.2. Envanter Kontrol Politikaları

Daha önce de belirtildiği gibi, DHL müşterisinin iki sıvı maddesinin ham verilerinin ilk analizi yapıldığında, yüksek taşıma maliyetlerine sebep olan en önemli nedenlerin gerekenden sık sipariş verilmesi ve güvenlik stok seviyelerinin gerekenden yüksek tutulması olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, şirketin mevcut sistemde kullanmadığı (s, S), (r, Q) ve Lot-For-Lot (L4L) olmak üzere üç farklı envanter kontrol politikasının modellenmesine karar verilmiştir.

(s, S) envanter politikasında, stok düzeyi belirlenen minimum seviyenin, s noktasının, altına indiğinde sipariş verilir. Verilen sipariş miktarı eldeki stok miktarını hedef düzeye, S noktasına, çıkaracak kadardır. Bu politikada, yeniden sipariş verme noktası (reorder point), s, sipariş verme durumunu başlatıcı bir seviye iken, S noktası verilecek sipariş miktarının maksimum değerini belirlemektedir (Zheng ve Federgruen, 1991).

(r, Q) envanter politikası kapsamında, envanter düzeyi yeniden sipariş verme noktası olan r seviyesinin altına düştüğünde Q miktarı kadar sipariş verilir. Bu politikada r, sipariş verme durumunu başlatıcı bir seviye, önceden belirlenen Q ise sipariş verilmesi gereken miktardır (Hopp, 1997).

Lot-for-Lot (L4L) envanter politikasında verilecek sipariş miktarları tedarik süresi boyunca sisteme gelen talep miktarları kadardır. Yani, t periyodunda verilecek sipariş miktarı, (t + tedarik süresi) periyodundaki talep miktarı kadardır. Sonuç olarak, (t + tedarik süresi) periyodunda talep olduğu sürece t periyodunda bu miktarı karşılayacak kadar sipariş verilir (Taş, 2007).

4.2.1. Envanter Kontrol Politikalarının Optimizasyonu

OpenSolver ücretsiz bir Microsoft Excel eklentisidir. Bu proje kapsamında Microsoft Excel Solver aracı yerine OpenSolver'ın kullanılmasının nedeni bu eklentinin daha fazla sayıda karar değişkeni ve kısıt ile çalışabilmesidir.

Envanter politikalarında kullanılacak talep miktarları, KDS'e yüklenen Excel dosyası içerisindeki siparişlerin geçmiş kullanım verilerinden alınmaktadır. Bu dosya içerisindeki geçmiş kullanım verileri günlük, politikaların modellerde baz aldığı periyot ise haftalıktır. Modeller çözdürülürken analizi yapılan sürenin aynı cinsten olması amacıyla KDS, ham veriden aldığı günlük geçmiş kullanım miktarlarını haftalık kullanım miktarlarına çevirmektedir.

Matematiksel modelleri kurulan envanter politikaları OpenSolver ile çözdürülürken, kullanıcı tarafından kullanıcı formuna girilen parametreler kullanılmıştır. Bu parametreler, sabit sipariş maliyeti, birim başına sipariş maliyeti, depo kapasiteleri ve başlangıç zamanında depolarda bulunan envanter seviyeleri gibi parametrelerdir. Kullanıcı bu parametreleri sisteme girerken aynı zamanda optimizasyon çözümünü istediği envanter politikasını da kendisi seçebilmektedir. Envanter politikası seçildikten sonra kullanıcı, KDS içerisinde bulunan bir Excel çalışma sayfasına yönlendirilir. Bu sayfa seçilen envanter politikası için optimizasyon modelini çözdürecek hazır bir çalışma sayfasıdır. Kullanıcı tarafından girilen parametreler bu sayfayı otomatik olarak doldurur ve OpenSolver için gerekli karar değişkenleri (s, S, r ve Q), kısıtlar ve amaç fonksiyonu oluşturulur. OpenSolver sonucunda toplam taşıma maliyeti en aza indirilirken, optimal değerleri bulunan karar değişkenleri YASAI simülasyonunda kullanılır.

4.2.2. Envanter Kontrol Politikalarının YASAI Dinamik Simülasyonu

YASAI, Microsoft Excel içerisinde kullanılabilen dinamik ve statik sistem simülasyonu yapan bir eklenti programdır (Eckstein ve Riedmueller, 2001). Bu eklentinin bu projede kullanılma amacı YASAI'nin ücretsiz ve kolay erişilebilen bir program olmasıdır. Kullanıcının YASAI eklentisini ayrıca açmasına gerek olmaması için YASAI'yi çağırma butonu KDS'nin içine entegre edilmiştir. YASAI, (s, S) ve (r, Q) politikalarının optimzayonu çözdürülmeden bu iki politika için başlatılamaz. L4L için ise simülasyon modeli optimizasyon modeli çözdürülmeden başlatılabilir. Bunun nedeni L4L politikası için gerekli karar değişkenlerinin sadece geçmiş kullanım miktarlarına bağlı olmasıdır.

OpenSolver ile çözdürülen optimizasyon modelleri sonucunda bulunan karar değişkenleri, KDS tarafından otomatik olarak YASAI çalışma sayfasına yönlendirilir. YASAI çalışma sayfaları, seçilen envanter politikalarına göre Values L4L, Values rQ ve Values sS olarak adlandırılmıştır. YASAI çalışma sayfasına yönlendirilen karar değişkenleri ile beraber YASAI'de %1'lik artışlar

kullanılarak 48 senaryo oluşturulmuştur. Senaryo sayıları ve artış miktarı kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir.

Proje kapsamında YASAI'nin kullanılma sebebi, optimizasyon çözümlerinde deterministik olarak kullanılan taleplerin YASAI'de stokastik taleplere çevrilmesidir. Bu şekilde YASAI'de dinamik bir envanter simülasyon modeli kurulmaktadır. Talep verilerinin istatistiki dağılımları kullanıcı formunda bulunan dağılım fonksiyou ile belirlendikten sonra, bu dağılıma ait parametreler YASAI çalışma sayfasına gönderilerek YASAI tarafından random talep değerleri oluşturulmaktadır. YASAI simülasyonu sonucunda bulunan ortalama stock-out sayıları, yıllık taşıma maliyetlerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri *Simulation Output #* isimli çalışma sayfasına gönderilir. Bu çalışma sayfasında her senaryo sonrasında oluşan yıllık taşıma maliyetlerinden en az olanının denk geldiği senaryo *Show Simulation Results* butonuna basıldığında gösterilmektedir. DHL tarafından belirtildiği üzere sistemde stock-out durumuna izin verilmemektedir. Bu nedenle, yıllık taşıma maliyetiniin en az olduğu senaryoda stock-out sayısının sıfır olmasına da dikkat edilmektedir.

4.3. Model Doğrulama

Mevcut sistemdeki ilk incelemelere göre verilen sipariş miktarları ve sıklıklarına bakıldığında belirli bir envanter politikası saptanamamıştır. Şirket yetkilileriyle yapılan görüşmelerde bu durum doğrulanmıştır.

İlk üç yılın veri seti incelendiğinde her yıl için hesaplanan ortalama demuraj oluşan gün sayısı, şirketin gerçekte yaşadığı ortalama demuraj oluşan gün sayısı ile bağdaşık olduğu saptanmıştır ve aynı doğrulama konteynerlerin liman deposunda geçirdiği ortalama gün sayısı için de geçerlidir. Yine aynı şekilde bu veri seti üzerinde yapılan analizler sonucu hiçbir stok maliyeti oluşmadığı hesaplanmıştır ve bu durum şirket yetkilileri tarafından doğrulanmıştır.

KDS'yi ilk olarak oluşturmak için iki farklı sıvı materyalin veri setleri (data set) kullanılmıştır. Bu iki sıvı materyal şirket tarafından en problemli iki ham madde olarak belirtilmiştir. KDS'nin son halini doğrulamak amacı ile şirket yetkililerinden farklı materyallerin de veri setleri elde edilmiştir. Bu veri setleri üzerinden de KDS çalıştırıldığında kurulan sistemin esnek (flexible) olduğu doğrulanmıştır.

Şirketin operasyonlarıyla neredeyse bire bir uyuşan simülasyon modeli sonrası çıkartılan sonuçlar, şirket danışmanı tarafından doğru/uygulanabilir olduğuna ve mevcut durumun iyileştirildiğine yönelik olumlu yorumlar almıştır.

Şirketle yapılan toplantılar sonucunda APG'lerin (Anahtar Performans Göstergesi / Key Performance Indicator) sonuçları gerçekçi bulunmuş ve şirket danışmanlarının bu verileri toplantılarda daha net bir biçimde kullanacağı bilgisi öğrenilmiştir.

5. Geliştirilen Sistemin Başarısı

5.1. Şirketin Beklentilerini Karşılama

Projenin şirkete sağlayacağı yararlar Microsoft Excel VBA aracılığıyla yapılan işaretleme sonucu problemli siparişlerin (PO'ların) tespit edilmesi, problemli PO'lara neden olan unsurların belirlenmesi, önerilen envanter politikası ile ne zaman ve ne kadar sipariş verilmesi gerektiğinin saptanması, bu politika ile hatalı zaman ve miktarda verilen siparişlerin ve envanterde birikme durumunun ortadan kalkması ve envanter, stok, depo ve demuraj maliyetlerinin en aza indirilmesi olarak sıralanabilir. KDS içinde kullanılan YASAI ve OpenSolver eklentileri ücretsiz Microsoft Excel ek paketleri olduğu için proje başında şirketin talep ettiği problem çözümü hiçbir ek maliyet oluşturmadan geliştirilmiş ve tamamlanmıştır.

5.2. Uygulama ve Mevcut Sisteme Uyarlama

Microsoft Excel VBA programlama dili ile oluşturulan kullanıcı formu, sistem üzerinden sipariş analizini ve raporlamayı görmek isteyen herkes tarafından kullanılabilecek doğrultuda kullanıcı dostu bir şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcı formunda, hesaplanması istenen ve kullanıcının kendisi tarafından girilecek değerlerin başlıklarının, optimizasyon ve simülasyon modelleri için seçeneklerin detaylı açıklamasını içeren bilgilendirme kutucukları bulunmaktadır. Bu kutucuklar sayesinde formu ilk defa kullanacak kişiler bile işaretleyecekleri ya da hesaplayacakları değerleri ve envanter kontrol

politikalarının optimizayonunu ya da simülasyonunu görmek isteyecekleri seçeneklerin açıklamalarını basit başlıklar ve bilgilendirmelerle görebilmektedir. Bununla beraber, hazırlanan kullanım kılavuzu (user manual) sayesinde kurulan KDS'nin aşama aşama nasıl çalıştığı ve kullanıcı tarafından istenilen doğrultuda nasıl çalıştırılacağı bilgilerine ulaşılabilmektedir. Hesaplanması istenilen değerler, görülmek istenen optimizasyon ve simülasyon modelleri kullanıcıdan kullanıcıya değişeceği için kullanıcı bu kılavuzu kendi amacı doğrultusunda takip ederek sistem analizini gerçekleştirebilmektedir.

Kullanıcı formunda işaretlenen her başlık ve fonksiyonun detaylı analiz ve hesaplaması aynı Excel dosyasındaki raporlama kısmında görülebilmektedir. Bu raporlama sayfasının yanı sıra yapılan hesaplamalar ve analizler Microsoft Excel dosyasının ilk sayfasına şema ve grafikler üzerinde aktarılmaktadır. Bu özet sayfası kullanıcının tedarik zincirinde sapmalara neden olan özellikle tedarikçi performansı, sevkiyat ve tahmin tutarlılığı gibi faktörlerin dağılımlarını ve sistem üzerindeki etki ağırlıklarını gözlemlemeye olanak sağlamaktadır. Özet sayfasının örnek gösterimi Ek 3'tedir.

Kurulan KDS daha önce de belirtildiği üzere öncelikle siparişler için gerekli verilerin bulunduğu Excel dosyasını yükleme işlemi ile başlatılmaktadır. Ancak, yüklenen dosyalar içerisindeki başlıklar her zaman istenilen satır ya da sütun isimlerini içermemektedir. Microsoft Excel VBA kodu içerisindeki kodlar dizin tahsisi (index allocation) sayesinde farklı veri yapılarını KDS'ye adapte edebilmekte ve böylece esnek bir sistem yürütülebilmektedir.

5.3. Yeni Sistemden Beklenen İyileştirmeler

Kurulan KDS, şirketin ödemek zorunda kaldığı ve istenmeyen yüksek tedarik zinciri maliyetlerini en aza indirgeyerek şirkete mali açıdan önemli bir iyileştirme sağlayacaktır. Örnek olarak, iki sıvı materyalden ilkinin mevcut sistem ile ortaya çıkardığı maliyet yaklaşık olarak haftalık 11000 Amerikan Doları'dır. Kurulan sistemin YASAI simülasyon modeli bu materyal için çalıştırıldığında haftalık maliyetin (r, Q) politikası ile 11500, (s, S) politikası ile ise yaklaşık 9700 Amerikan Doları olduğu gözlemlenmiştir. İkinci materyalin ise mevcut durumda ortaya çıkardığı maliyet yaklaşık olarak haftalık 8300 Amerikan Doları'dır. Bu maliyet YASAI simülasyon modeli çalıştırıldığında ise yaklaşık olarak haftalık 7800 Amerikan Doları'na düşürülmüştür. Sonuç olarak, mevcut materyaller ve önerilen envanter kontrol politikaları için maliyet azalmasının yıllık yaklaşık %5 ile %15 arasında olması ön görülmüştür. Buradaki önemli bir nokta ise bu iyileştirme miktarlarının her materyal için aynı olmadığıdır. Farklı materyallerin farklı tedarik zinciri maliyet kalemleri ve farklı envanter kontrol politikalarına göre belirtilen iyileştirme miktarları farklılık gösterecektir.

KAYNAKÇA

[1]Eckstein, Jonathan and Steven Riedmueller. "About Yasai", *Yasai*. Rutgers Business School, Department of Management Science and Information Systems, 3 Apr. 2001. Web. 16 Feb. 2018. www.yasai.rutgers.edu/.

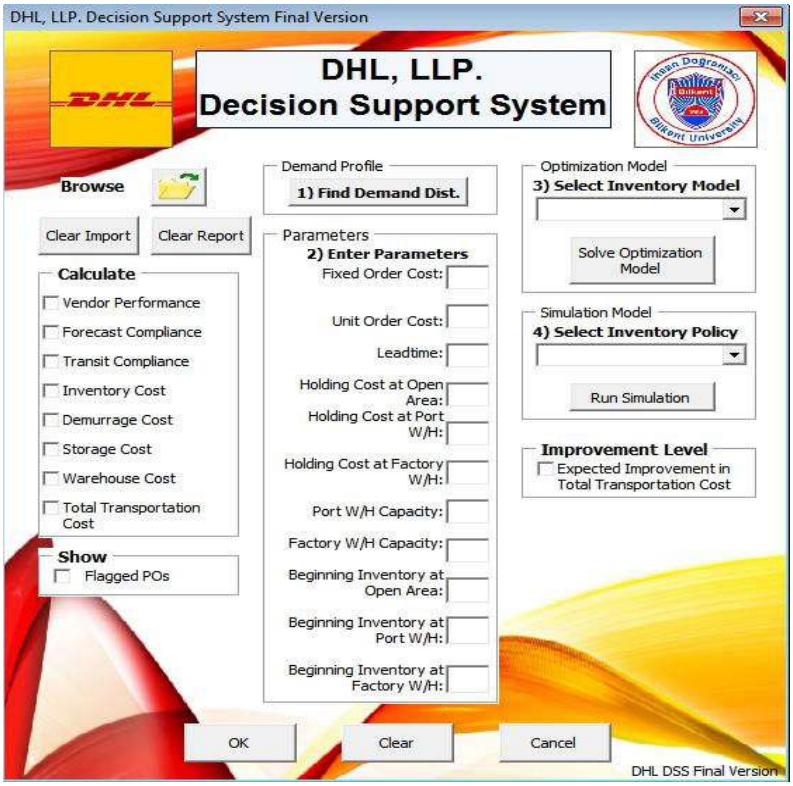
[2]Hopp, Wallace J., et al. "Easily Implementable Inventory Control Policies." *Operations Research*, vol. 45, no. 3, 1997, pp. 327–340.

[3]Taş, Ayşegül. "Deterministik Ve Stokastik Talep Varsayımları Altında Envanter Parti Büyüklüğü Belirleme Problemi İçin Modeller ." *H.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol. 25, no. 1, 2007, pp. 215–237.

[4]Zheng, Yu-Sheng, and Awi Federgruen. "Finding Optimal (s,S) Policies Is About as Simple as Evaluating a Single Policy." *Operations Research*, vol. 39, no. 4, Aug. 1991, pp. 192–192.

Ekler

Ek 1 – DHL Karar Destek Sistemi'nin Kullanıcı Formu



Ek 2 – Raporun ve İşaretlemenin Örnek Görselleri

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	PO Date	Inventory Cost	Days in Demurrage	Demurrage Cost	Storage Cost	Port Warehouse Days	Port Warehouse Cost	Plant Warehouse Cost	Total Cost	
2	08.01.2015	133,0639674	17	0,206956522	0	42	16,12770833	1,979166667	5407883,797	
3	08.01.2015	133,0639674	17	0,206956522	0	42	16,12770833	1,979166667		
4	08.01.2015	133,0639674	24	0,292173913	0	49	16,12770833	1,979166667		
5	08.01.2015	133,0639674	20	0,243478261	0	45	16,12770833	1,979166667		
6	08.01.2015	133,0639674	21	0,255652174	0	46	16,12770833	1,979166667		
7	08.01.2015	133,0639674	24	0,292173913	0	49	16,12770833	1,979166667		
8	08.01.2015	133,0639674	13	0,15826087	0	38	16,12770833	1,979166667		
9	08.01.2015	133,0639674	15	0,182608696	0	40	16,12770833	1,979166667		
10	08.01.2015	133,0639674	18	0,219130435	0	43	16,12770833	1,979166667		
11	12.02.2015	120,9518856	13	0,15826087	0	38	15,5875	1,979166667		
12	12.02.2015	120,9518856	13	0,15826087	0	38	15,5875	1,979166667		
13	12.02.2015	120,9518856	21	0,255652174	0	46	15,5875	1,979166667		
14	12.02.2015	120,9518856	9	0,109565217	0	34	15,5875	1,979166667		
15	12.02.2015	120,9518856	12	0,146086957	0	37	15,5875	1,979166667		
16	12.02.2015	120,9518856	18	0,219130435	0	43	15,5875	1,979166667		
17	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	25	20,31333333	1,979166667		
18	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	23	20,31333333	1,979166667		
19	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	25	20,31333333	1,979166667		
20	11.03.2015	120,5954568	4	0,048695652	0	29	20,31333333	1,979166667		
21	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	19	20,31333333	1,979166667		
22	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	22	20,31333333	1,979166667		
23	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	21	20,31333333	1,979166667		
24	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	24	20,31333333	1,979166667		
25	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	25	20,31333333	1,979166667		
26	11.03.2015	120,5954568	0	0	0	25	20,31333333	1,979166667		
27	11.03.2015	120,5954568	6	0,073043478	0	31	20,31333333	1,979166667		
28	11.03.2015	120,5954568	2	0,024347826	0	27	20,31333333	1,979166667		
29	11.03.2015	120,5954568	2	0,024347826	0	27	20,31333333	1,979166667		
30	11.03.2015	120,5954568	2	0,024347826	0	27	20,31333333	1,979166667		
31	11.03.2015	120,5954568	2	0,024347826	0	27	20,31333333	1,979166667		
32	11.03.2015	120,5954568	6	0,073043478	0	31	20,31333333	1,979166667		
33	18.03.2015	141,5194981	0	0	0	17	20,01179167	1,979166667		
34	18.03.2015	141,5194981	0	0	0	21	20,01179167	1,979166667		
35	18.03.2015	141,5194981	0	0	0	19	20,01179167	1,979166667		
36	08.04.2015	123,837845	0	0	0	22	16,15483333	1,979166667		
37	02.04.2015	128,6791506	0	0	0	22	16,28979167	1,979166667		
38	02.04.2015	128,6791506	0	0	0	22	16,28979167	1,979166667		
39	02.04.2015	128,6791506	0	0	0	18	16,28979167	1,979166667		
40	08.04.2015	123.837845	0	0	0	19	16.15483333	1.979166667		

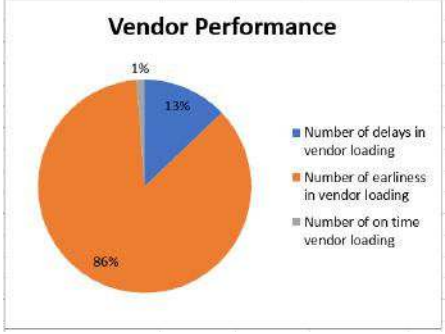
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	PO	PO Date	Forecast (Monthly)	Required Delivery Date	Planned Vendor Loading Date	Actual Vendor Loading Date	Planned Origin Port Departure Date	Actual Origin Port Departure Date	Planned Destination Port Arrival Date	Actual Destination Port Arrival Date
13	5500065517-010-0087	5.02.2015	-	11.04.2015	12.03.2015	5.03.2015	16.03.2015	12.03.2015	11.04.2015	1.04.2015
14	5500065517-010-0088	5.02.2015	-	11.04.2015	12.03.2015	5.03.2015	16.03.2015	12.03.2015	11.04.2015	1.04.2015
15	5500065517-010-0089	18.02.2015	-	21.04.2015	22.03.2015	18.03.2015	26.03.2015	25.03.2015	21.04.2015	18.04.2015
16	5500065517-010-0090	18.02.2015	-	21.04.2015	22.03.2015	18.03.2015	26.03.2015	25.03.2015	21.04.2015	18.04.2015
17	5500065517-010-0094	4.03.2015	-	2.05.2015	2.04.2015	30.03.2015	6.04.2015	6.04.2015	2.05.2015	28.04.2015
18	5500065517-010-0095	4.03.2015	-	2.05.2015	2.04.2015	30.03.2015	6.04.2015	6.04.2015	2.05.2015	28.04.2015
19	5500065517-010-0096	4.03.2015	-	2.05.2015	2.04.2015	30.03.2015	6.04.2015	6.04.2015	2.05.2015	28.04.2015
20	5500065517-010-0091	25.02.2015	-	7.05.2015	7.04.2015	1.04.2015	11.04.2015	7.04.2015	7.05.2015	1.05.2015
21	5500065517-010-0092	25.02.2015	-	7.05.2015	7.04.2015	1.04.2015	11.04.2015	7.04.2015	7.05.2015	1.05.2015
22	5500065517-010-0093	25.02.2015	-	7.05.2015	7.04.2015	1.04.2015	11.04.2015	7.04.2015	7.05.2015	1.05.2015
23	5500065517-010-0097	11.03.2015	-	10.05.2015	10.04.2015	8.04.2015	14.04.2015	14.04.2015	10.05.2015	9.05.2015
24	5500065517-010-0098	11.03.2015	-	10.05.2015	10.04.2015	8.04.2015	14.04.2015	14.04.2015	10.05.2015	9.05.2015
25	5500065517-010-0099	18.03.2015	-	15.05.2015	15.04.2015	16.04.2015	15.04.2015	20.04.2015	15.05.2015	14.05.2015
26	5500065517-010-0100	18.03.2015	-	15.05.2015	15.04.2015	16.04.2015	15.04.2015	20.04.2015	15.05.2015	14.05.2015
27	5500065517-010-0101	25.03.2015	-	22.05.2015	22.04.2015	22.04.2015	26.04.2015	28.04.2015	22.05.2015	26.05.2015
28	5500065517-010-0102	25.03.2015	-	22.05.2015	22.04.2015	23.04.2015	26.04.2015	28.04.2015	22.05.2015	26.05.2015
29	5500065517-010-0103	25.03.2015	-	22.05.2015	22.04.2015	24.04.2015	26.04.2015	28.04.2015	22.05.2015	25.05.2015
30	5500065517-010-0104	25.03.2015	-	22.05.2015	22.04.2015	24.04.2015	26.04.2015	28.04.2015	22.05.2015	25.05.2015
31	5500065517-010-0105	8.04.2015	-	5.06.2015	6.05.2015	30.04.2015	10.05.2015	5.05.2015	5.06.2015	30.05.2015
32	5500065517-010-0106	8.04.2015	-	5.06.2015	6.05.2015	30.04.2015	10.05.2015	5.05.2015	5.06.2015	30.05.2015
33	5500065517-010-0107	8.04.2015	-	13.06.2015	14.05.2015	7.05.2015	18.05.2015	11.05.2015	13.06.2015	2.06.2015
34	5500065517-010-0108	8.04.2015	-	13.06.2015	14.05.2015	7.05.2015	18.05.2015	11.05.2015	13.06.2015	6.06.2015
35	5500065517-010-0109	22.04.2015	-	26.06.2015	27.05.2015	18.05.2015	31.05.2015	26.05.2015	26.06.2015	22.06.2015
36	5500065517-010-0110	22.04.2015	-	26.06.2015	27.05.2015	18.05.2015	31.05.2015	26.05.2015	26.06.2015	19.06.2015
37	5500065517-010-0111	22.04.2015	-	3.07.2015	3.06.2015	25.05.2015	7.06.2015	2.06.2015	3.07.2015	28.06.2015
38	5500065517-010-0112	22.04.2015	-	3.07.2015	3.06.2015	25.05.2015	7.06.2015	2.06.2015	3.07.2015	28.06.2015
39	5500065517-010-0113	22.04.2015	-	3.07.2015	3.06.2015	25.05.2015	7.06.2015	2.06.2015	3.07.2015	28.06.2015
40	5500065517-010-0114	22.04.2015	-	29.07.2015	29.06.2015	5.06.2015	14.06.2015	16.06.2015	29.07.2015	13.07.2015
41	5500065517-010-0115	3.05.2015	-	29.07.2015	29.06.2015	19.06.2015	3.07.2015	1.07.2015	29.07.2015	24.07.2015
42	5500065517-010-0116	3.05.2015	-	29.07.2015	29.06.2015	19.06.2015	3.07.2015	1.07.2015	29.07.2015	24.07.2015
43	5500065517-010-0117	3.05.2015	-	29.07.2015	29.06.2015	19.06.2015	3.07.2015	1.07.2015	29.07.2015	24.07.2015

DHL DSS | DATA | Monthly Forecast | Daily Usage | Values RQ | Values ≤5 | Port | Flagged PO ...

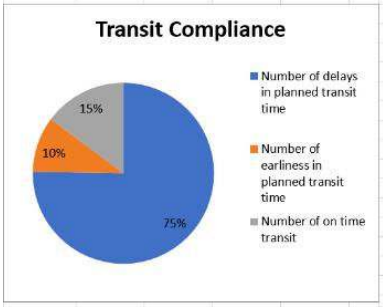
Ek 3 – Özet Sayfası Örnek Gösterimi

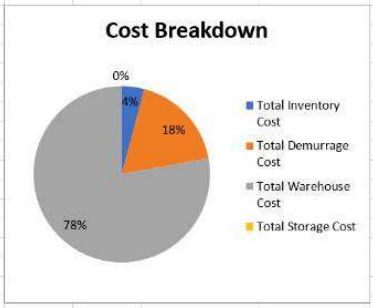
Report Summary Number of PO's in the Data: 473

Overall Vendor Performance Statistics		Overall Forecast Compliance Statistics	
Number of delays in vendor loading	61	Number of PO's that fall between the specifications	10
Number of earliness in vendor loading	406	Number of PO's fall outside the specifications	24
Number of on time vendor loading	6		



Overall Transit Compliance Statistics		Overall Cost Breakdown			
Number of delays in planned transit time	356	Total Inventory Cost	$ 27.990,82		
Number of earliness in planned transit time	47	Total Demurrage Cost	$ 121.440,00		
Number of on time transit	70	Total Warehouse Cost	$ 527.959,10		
		Total Storage Cost	$ -		
		Total Transportation Cost	$ 1.537.425,92	$9.855,29	per year





Model Results		Simulation Results		Improvement
Minimum weekly cost if L4L is used:	3311,86	Minimum weekly cost if L4L is used:	2727,08	-
Minimum weekly cost if (r, Q) is used:	8052,74	Minimum weekly cost if (r, Q) is used:	8516,95	14%
Minimum weekly cost if (s, S) is used:	5285,94	Minimum weekly cost if (s, S) is used:	8424,89	**15%**

Depo Operasyonlarında Otomatik Yönlendirmeli Araçların Kullanımı ve Gelişmiş Örnekleri

Diren Dilancan Dok[1]

[1] Gaziantep Üniversitesi/ Makine Mühendisliği
DHL Supply Chain Türkiye
Dilancan.dok@dhl.com
Çubuklu Mahallesi, Orhan Veli Kanık Caddesi, No:9/3 Beykoz, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Ürünlerin hammaddeden üretime, depolardan tüketim merkezlerine dağıtımına kadar her süreçte ekipmanlar kritik rol oynayabilmektedir. Depo operasyonlarında kullanılan ekipmanlar, doğrudan operasyonel verimlilik, İş ve İşçi Sağlığı Güvenliği (İSG) ve çalışan memnuniyetini etkileyebilmektedir. Endüstri 4.0 uyumlu depo süreçleriyle otomatik yönlendirmeli araçların (OYA) kullanımı yaygınlaşmaktadır. OYA'lar yükü merkezden gelen anlık sinyaller ile bir yerden başka bir yere otonom sürüş yetkinliğiyle taşıyan araçlardır. Bu araçlar günümüzde hizmet sektöründen üretim sektörüne bir çok alanda kullanılabilmektedir. Bu bildiride, otomatik yönlendirmeli araçların depolarda kullanımı ve etkileri incelenmiştir. Çalışmada verilen örnek araçlar ve uygulamalarında ki avantajlar OYA kullanımına talebin gün geçtikçe artacağını göstermektedir. OYA'lar doğrudan çalışan maliyetini ve iş sağlığı güvenliği risklerini azaltmaktadır. Tam otomatik akıllı depolara geçişte OYA'ların rolü kritik ve elzemdir.

Anahtar kelimeler: lojistik, otonom, taşıyıcı ,endüstri 4.0, OYA

1 GİRİŞ

Endüstri 4.0 gelişimiyle uyum sürecinde, "Nesnelerin İnterneti, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Otomotik Yönlendirmeli Araçlar, Büyük Veri " çalışma alanlarında gelişmeler hızla ilerlemektedir. Gelişen endüstri ile uyumu yakalamak gelişmek isteyen her şirketin öncelikli hedefidir. Endüstriye adaptasyon orada hayatta kalmak için elzemdir. Dünya'da ve Türkiye'de lojistik sektörü Endüstri 4.0 uyum sürecinde bu çalışma alanlarında hizmetlerini geliştirmektedir.

Depo operasyonları ve nakliye operasyonlarında enerji verimliliğinden ürün güvenliğine kadar Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi uygulanmakta ve geliştirilmektedir. Sanal/ Artırılmış Gerçekliğin; eğitim, tanıtım faaliyetlerinden , 3D Modellenmiş depolarda canlı veri takibine kadar uygulamalarından faydalanılmakta ve geliştirilmektedir.

Artan otomasyon ihtiyacı ve Endüstri 4.0 uyum süreciyle, Otomatik Yönlendirmeli / Güdümlü Araçların (OYA); üretim alanları, montaj alanları ve depo operasyonlarında kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. OYA'lar depo operasyonlarında çeşitli görevleri yerine getirmektedir. Bunlardan bazılar; raf ünitelerini taşımak, yükleri depo içersinde taşımak, tehlikeli çalışma ortamlarında (soğuk hava depoları, kimyasal alanlar gibi) görev almaktır.OYA'ların depo operasyonlarında ki faaliyetleri çalışan maliyetlerini, iş sağlığı ve güvenliği risklerini azaltmakta ve opersayonel verimliliği artırmaktadır. Bu çalışmada, OYA'ların depo operasyonlarında kullanımı ve ihtiyacı incelenmiştir.

2 Otomatik Yönlendirmeli Araç (OYA) Nedir?

OYA merkezi sistem tarafından kontrol edilen, insan gücüne ihtiyaç duymadan otonom çalışan, depolama, taşıma, akıllı üretimde, endüstrinin geniş uygulama alanlarında kullanılan akıllı bir robot türüdür. İlk OYA 1953'te Arthur Barrett Jr. Tarafından bir çekici için geliştirilmiştir ve ona Guide-O-Matic denilmiştir. Zemindeki kabloları takip eden araç için bir ray sistemi geliştirilmiştir. İlk yönlendirme sistemi, çekicinin altındaki sensörler, manyetik alan ararken ortaya çıkmıştır.Manyetik alan, bir kablodan veya zemindeki bir dizi kablodan geçen akım tarafından yaratılmıştır. Guide-O-Matic ile 'Barrett Electronics of Northbrook' büyük lojistik ve dağıtım merkezi ekipmanı sağlayıcısı olmuştur.

Bugün teknoloji gelişmeye devam etmektedir. Zemindeki kablo,manyetik bant uygun durumlar için hala kullanılmaktadır. Ancak, bugün birçok sistem, döşeme kablosu,manyetik bant olmadan tasarlanmaktadır. Araçlar artık sistemle iletişim kurmak, yönlendirilmek ve yönetilmek için bilgisayarlarla donatılmıştır ve merkez ile anlık haberleşmektedir. Engel ve gerektiğinde operatörü tanımak için birinci sınıf sensörler kullanılmaktadır. Böylece acil durumlarda (engel, durma, çarpma gibi) araç merkezden kontrol edilebilecektir.

3 OYA Çalışma Prensibi

Otomatik yönlendirmeli araçlarının yol izlemesi birçok şekilde yapılabilir. Bazı uygulamalarda, robotun takip edeceği yola göre zemine alüminyum bant döşenmektedir. Aracın altına belirli bir sayıda indüktif sensör yerleştirilmekte ve bu sensörler alüminyum hattı algılayarak aracı yönlendirmektedir. [1] Koyu renkli bir zemine beyaz bant çekilmekte ve araç ön tarafa monte edilen bir kamerayla görüntü işleyerek çizgiyi takip edebilmektedir. [2] Baoguo & Chunxi aracı, bantlar veya diğer türdeki kılavuzlara ihtiyacı ortadan kaldıran sanal hat takibini kullanmaktadır. Sonar sensörleri ile araç engelleri tespit etmekte ve takip edilecek yeni bir sanal yol oluşturmaktadır. [3]

Norhashim, Mohamad & Noorfadzli, aracın hareket ettirilmesi ve zemin tabanlı bir hattı izlemesi için tek bir kızılötesi sensör kullanmıştır. Birden fazla sensör kullanmak yerine, aracın çizgiye göre konumunu belirlemek için beyaz arka plan yüzeyinde iki farklı renk tonlu çizgi kullanmıştır. [4] Başka bir yöntem olarak çalışılan ortamın dijital haritası çıkarılıp araca yüklenerek ya da araca semi-otonom modda makine öğrenme metoduyla dijital harita çıkartırılarak yolunu bulması sağlanabilmektedir. Lazer ve lidar sensörler ile engel tanıma ve güvenli hareket özelliği kazandırılabilmektedir.Özetle, OYA'ler manyetik bant ve ya kablo gibi kılavuz çizgileri takip ederek yollarını bulabilmekte ya da lazer sensörler, optik sensörler, gyroskop ile mevcut konumu ve hedef konumu tespit ederek görevini yerine getirebilmektedir.

4 Depo Operasyonlarında OYA Kullanımı

Otomatik yönlendirmeli araçlar birçok sektörde birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada depo operasyonlarındaki uygulamaları ve en iyi örnekleri derlenmektedir.

4.1 KIVA Amazon Robot

Sipariş toplama konusunda oldukça yenilikçi bir yaklaşım, 2012'de e-ticaret devi Amazon tarafından satın alınan Kiva depo otomasyon sistemidir. Kiva, bir deponun raflarını, otonom bir araçla hareket ettirerek toplama verimliliğini arttırmayı amaçlamaktadır. Tüm bir rafı Kiva taşır. (Şekil 1) Kiva hareket ederken sipariş seçicinin bir noktada kalmasına izin verir. Akıllı kontrol yazılımı ile, Kiva araçlarının, depo zemininde bulunan barkod etiketlerini takip ederek, toplama çevrim süresini önemli ölçüde azaltabilir.[5]

Şekil 1 Otonom Sipariş Toplama Sistemi KIVA **Kaynak:** Wonderful Engineering

4.2 KARIS PRO System

Hafif ürünleri taşıyan birbiriyle sürekli iletişim halindeki otonom araçlar topluluğudur.(Şekil 2) Bu araçların her biri lazer teknolojisi kullanarak kendini ayrı ayrı yönlendirebilmektedir. Çevreyi izleyerek güvenli insan-makine etkileşimini sağlayabilmektedir.

Kaynak: *Karlsruher Institut für Technologie*

Şekil 2 Karis Pro Sistemde ki Küçük otonom araç

4.3. Open Shuttle

Lazer navigasyon teknolojisini kullanan bu serbest hareketli araç, kartonları ve konteynırları taşıma ve toplama faaliyetleri için kullanılabilmektedir.(Şekil 3) Bu teknoloji özellikle karmaşık rota ağları için uygun olmaktadır. Open Shuttle, depoda karşılaştığı tüm engellere dinamik olarak tepki vermekte ve optimal geçişleri sağlamak için sipariş parametrelerini dikkate alarak alternatif rotalar planlamaktadır.

Kaynak: Handling- Network

Şekil 3 Open Shuttle

4.4. RoboCourier

Sıkışık, kalabalık depo alanlarında otonom ulaşım için daha esnek ve akıllı bir çözüm gereklidir. Swisslog tarafından geliştirilen RoboCourier bu alanlarda çözüm olabilmektedir. Aracın dar alanlarda, kapılarda ve kalabalık koridorlarda sorunsuz bir şekilde gezinmesini sağlamak için lazer navigasyon teknolojisi ve 360 derecelik dönüş aralığı kullanılmaktadır.(Şekil 4) RoboCourier şu anda laboratuvar numunelerinin, eczane malzemelerinin, tıbbi cihazların taşımasını hedef alan sağlık bilimleri ve endüstrisinde kullanılmaktadır.

Kaynak: *Vogel Business Media*

Şekil 4 The RoboCourier çoğunlukla hastalara odaklanarak medikal destek verir

4.5. Fifi

FIFI ,BAR Automation ve KIT tarafından geliştirilen sipariş toplama aracının pilotudur.. Bu akıllı kendinden tahrikli araç, vizyon rehberliği kullanarak sipariş toplama sürecini takip edebilmekte ve sipariş seçiciyi takip etme talimatını gösteren insan hareketlerine (sallanan el gibi) cevap verebilmektedir. (Şekil 5) FiFi aynı zamanda yükleri belirtilen devir noktalarına otonom olarak da taşıyabilmektedir.

Kaynak: *Karlsruher Institut für Technologie*

Şekil 5 Pilot Otonom Sipariş Toplama Aracı FiFi

4.6. Effi-Bot

DHL ve Effidence tarafından geliştirilen Effi-Bot manuel itme gerektiren bir toplama arabası yerine kullanılabilecek pilot sipariş toplama aracıdır. (Şekil 6) Operatör robotu başlatır ve yürür. Effi-Bot otomatik olarak onu takip edebiliyorken operatör istemiyorsa düğmeye basıp takibi durdurabilmektedir. Otonom modunda operatör tuşa basarak aracın sevkiyat noktasına bağımsız olarak ulaşmasını sağlayabilmektedir.

Kaynak: *DHL*

Şekil 6 Pilot Otonom Sipariş Toplama Aracı, Effi-Bot

6 SONUÇ

Bu çalışmada otomatik yönlendirmeli araçlar tanımlanmış, depo operasyonlarında en iyi uygulamaları incelenmiştir. Gelişen teknoloji ve otomasyon ihtiyacı vurgulanarak OYA'ların kullanımının yaygınlaştığı ve daha da yaygınlaşılacağına değinilmiştir. OYA'lar insandan bağımsız taşıma, çekme,istifleme uygulamalarını yerine getirerek çalışan maliyetini azaltmaktadır. İnsan kaynaklı hataların önüne geçerek iş sağlığı ve güvenliği risklerini azaltmaktadır. İnsanların çalışmasının tehlikeli olduğu soğuk hava depolarında ve tehlikeli madde taşımasında kullanılarak çalışan güvenliğini artırmaktadır.

Mevcut süreçte kullanılan istifleme ve taşıma araçları forklift, reach truck, transpaletlerin yerini OYA'lar alacaktır. Bu araçlar birbiriyle ve merkez ile anlık haberleşerek optimum özgün rotalarını oluşturacak ve operasyonel verimliliği maksimum seviyeye çıkaracaktır. İnsan hatasından uzaklaşan uygulamalar, maliyetlerin yüksek bir oranına sahip çalışan maliyeti azalması OYA'lara talebi ve geliştirilmesine yönelik araştırmaları artıracaktır. Gelişen OYA teknolojisi akıllı , tam otomatik depoları yaygınlaştıracaktır.

Bu çalışma OYA'ların gelişiminde gelinen noktaları, depo operasyonlarına katkılarını, erişebildiği örnekler ile derlemek istemiştir. Depo operasyonları için önemini ve gelecekte OYA'ların varlığı olmadan akıllı otomatik depoların düşünülemeyeceğini göz önüne sermek istemiştir. Bu çalışmanın depo operasyonlarında OYA varlığı ve ihtiyacı üzerine çalışma yapacak araştırmacılara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Rashid, M.Z.A., Shah, H.N.M., Aras, M.S.M., Kamaruddin, M.N., Kassim, A.M. & Jaaafar, H.I. (2014). Metal line detection: A new sensory system for line following mobile robot. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, *64*(3), 756-764.

[2] Ismail, A.H., Ramli, H.R., Ahmad, M.H. & Marhaban, M.H. (2009). Vision-based system for line following mobile robot. *IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications, 2, 642-645.*

[3] Baoguo, L. & Chunxi, Z., (2006). Adaptive fuzzy control for mobile robot obstacle avoidance based on virtual line path tracking. *2006 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetrics*, 1454-1458.

[4] Norhashim, M. A., Mohamad, F.M. & Noorfadzli, A.R. (2011). Single infra-red sensor technique for line-tracking autonomous mobile vehicle. *IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, 159-162.

[5] Self-Driving Vehicles in Logistics a DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry (2014).

Polimer ve Yağ Sertleştirme Proseslerinde Meydana Gelen Çarpılmaların Boru Denge Çubuğu Yorulma Ömrüne Etkisi

Ömer Emre Uçakkuş[1] / Adalet Zeren[2]

[1]Makine Mühendisliği/Fen Bilimleri Enstitüsü/Kocaeli Ü./Kocaeli

[2]Makine Mühendisliği, Konstrüksiyon ABD/Mühendislik Fak./Kocaeli Ü./Kocaeli

omer.ucakkus@rozmas.com.tr / omeremreucakkus@gmail.com

adaletz@kocaeli.edu.tr

ÖZET

Denge çubuğu araçta sürüş esnasında emniyet ve konforu birlikte sağlayan en önemli süspansiyon sistemi elemanlarındandır. Virajlarda ve ani frenlemelerde aracın yola tutunmasını arttırarak savrulmayı ve devrilmeyi önler ve sürüş için uygun olmayan yollarda arabaya gelen titreşimleri sönümleyerek emniyetli bir sürüş sağlar. Denge çubuğunun araçta bulunduğu konumu gereği yağmur, kar, silecek suyu vb. korozif etki oluşturacak maddelere maruz kaldığından korozyon direncinin yüksek olması gerekmektedir. Kullanımı esnasında da değişken yüklerde çalıştığı için yorulma dayanımının yüksek olması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı boru denge çubuğunun yorulma dayanımını etkileyen en önemli proseslerden biri olan ısıl işlem prosesinin optimizasyonunu yaparak denge çubuğunun yorulma ömrünü iyileştirmektir. Sertleştirme esnasında çubuk üzerinde meydana gelen çarpılmalar meneviş prosesi sonrasında çubuğa ait kontrol mastarına girecek şekilde hidrolik pres ile basılarak doğrultulur. Doğrultma prosesi esnasında çubuğa uygulanan basıncın çarpılmaların fazla olmasından dolayı çubuğun stresli bölgelerine uygulanması gerektiği durumlarda ürünün yorulma ömrünü olumsuz yönde etkileyeceği için ısıl işlem prosesinde çarpılmaları en aza indiren ortamı seçerek çubuğun stressiz bölgelerine basınç uygulanarak doğrultulmasını sağlamak gerekmektedir. Bu amaçla polimerli su ve yağ sertleştirme ortamlarında üretilen çubukların çarpılma miktarları ve yorulma ömürleri incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Denge çubuğu (piyasada viraj demiri olarak da bilinmektedir) aracın en önemli süspansiyon sistemi elemanlarından biri olup sürüş esnasında emniyet ve konforu bir arada sağlar. Denge çubuklarının araç içerisinde kullanılmalarının en önemli nedenleri; dönüş esnasında aracın yana yatması ile meydana gelen merkezkaç kuvvetine bağlı olarak aracın savrulmasını önlemesi, manevralı dönüşlerde, ani frenlemelerde araçların yol tutuşunu arttırarak devrilmeyi önlemesi, bozuk yollarda araca gelen titreşimleri sönümleyerek güvenli bir sürüş sağlamasıdır.

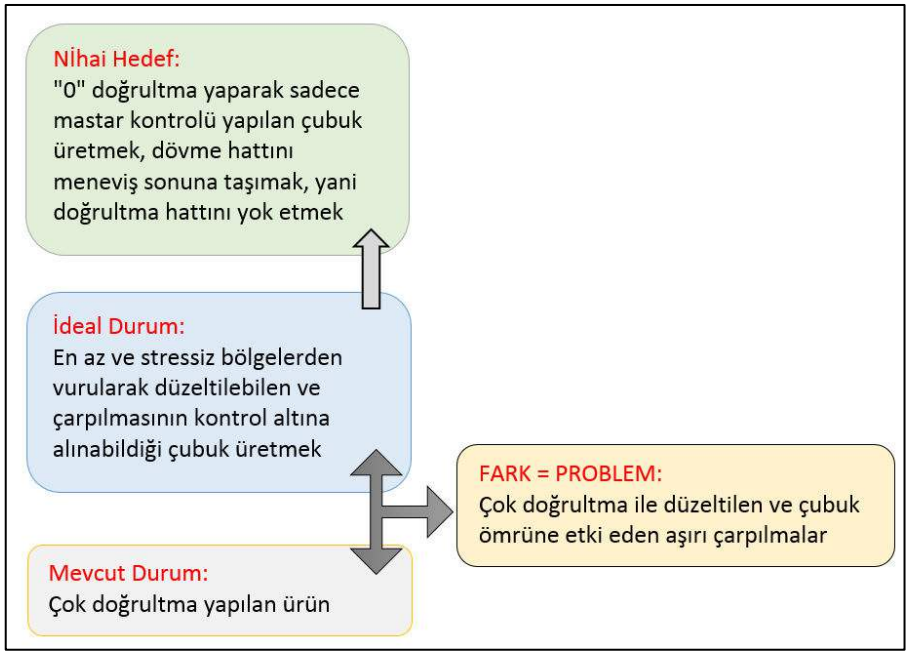
Denge çubukları uç noktalardan aracın her iki tarafında bulunan süspansiyon sistemine ve yatak bölgelerinden de aracın şasesine bağlanarak yukarıda bahsedilen görevleri yerine getirir. Yataklanan denge çubuğuna sürüş şartlarında gelen farklı yükler süspansiyon sistemi ile çubuğun uç kısımlarına aktarılır. Emniyet ve konfor açısından üstlendikleri bu görevleri istenilen şartlarda yerine getirebilmeleri için tasarımı (çap ölçüsü, büküm radiüsü vb.), malzeme seçimi, üretim şekli, korozyona dayanımı gibi konulara çok dikkat edilmelidir.

Denge çubuklarının mekanik özellikleri; kullanılan hammaddenin yapısına, üretiminde uygulanan proseslerden özellikle ısıl işlem prosesine bağlıdır. Kullanılan hammaddenin muhtevası(içeriği) denge çubuğundan beklenen fonksiyonu yerine getirecek şekilde olmalıdır. İstenilen yorulma dayanımı ve sertlik değerleri gibi mekanik özelliklerin elde edildiği ısıl işlem prosesinde çarpılma kontrol altına alınabiliyor olmalı.

Denge çubuklarının kullanım esnasında sahip olması gereken en önemli özelliği yüksek yorulma dayanımıdır. Bu kapsamda Rözmaş Çelik San. ve Tic. A.Ş. firmasında hammaddesi 34MnB5 olan boru denge çubuklarında kullanılan polimer ve yağ sertleştirme havuzlarında çalışmalar yapılmış olup her iki ortamda üretilen boruların çarpılma miktarı sertleştirme öncesi bükülmüş çubuk referans alınarak ölçülmüştür. Meydana gelen çarpılmalara göre doğrultma yapılan bölgeler resmedilmiştir. Sonrasında aynı ürünler yorulma testine bağlanarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Şu an testler devam etmektedir; ancak mevcut test sonuçlarına göre ürettiğimiz ürünlerin mevcut prosesler şartlarımızda yağda sertleştirilmesi gerektiği kararı verilecek yöndedir.

1.1 Tezin Amacı

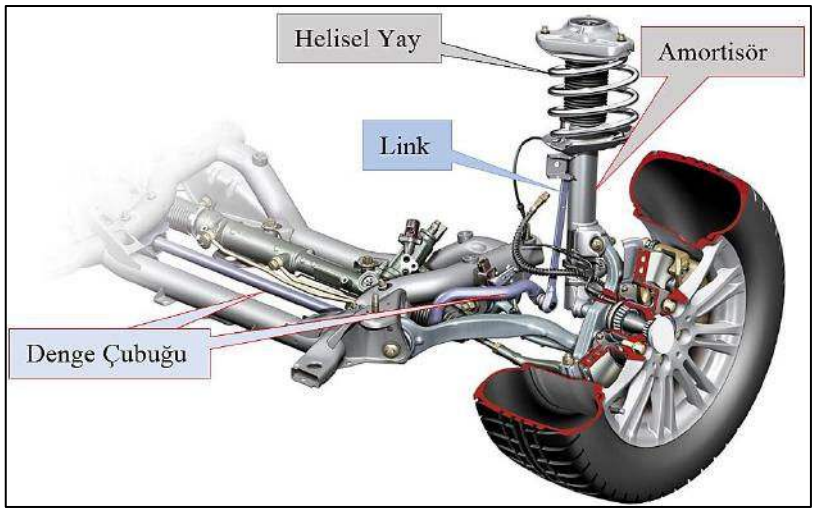
Bu tezin amacı, boru denge çubuklarının ısıl işlemi esnasında çarpılmasının kontrol edilebileceği ve ısıl işlem sonrasında da oluşan çarpılmanın en az seviyede olacağı sertleştirme ortamını (ısıl işlem sıvısını) belirlemektir. Problem Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Problemin tanımı

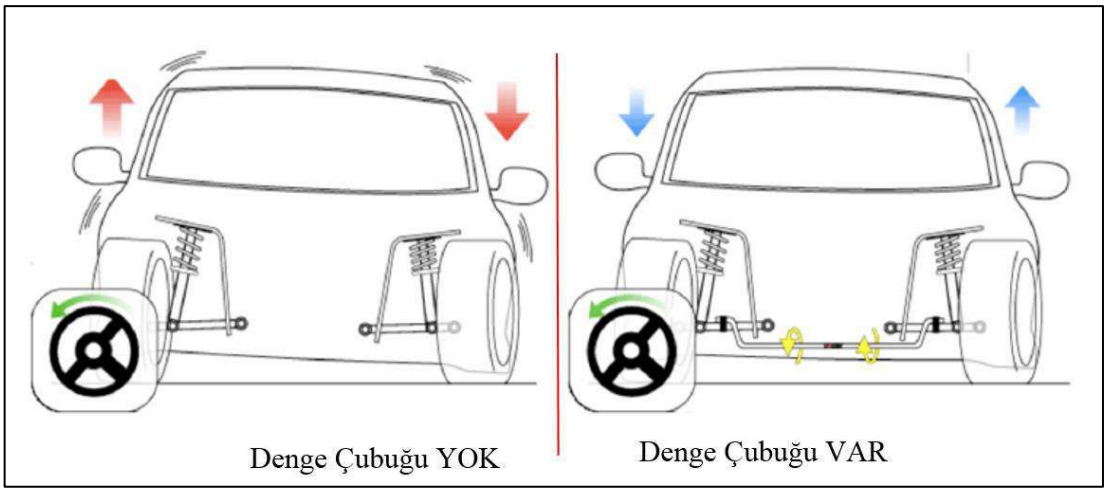
2. DENGE ÇUBUĞU

Süspansiyon sistemi parçası olan denge çubuğu anti-roll bar, stabilisatör, stabilizer ve viraj demiri olarak bilinmektedir. Denge çubuğu bağlantı şekli ve komşu parçaları Şekil 2.1 de gösterilmektedir. Denge çubuğu tasarımı komşu parçaların konumuna göre değiştiği için "U" şeklinde basit 2 boyutlu denge çubukları tasarlandığı gibi şekilleri karmaşık yani bükümleri 3 eksende olan denge çubukları da tasarlanabilir.



Şekil 2.1 Denge çubuğu konumu [2]

Denge çubuğu sürüş için uygun olmayan zeminlerde veya araç viraja girdiği zamana meydana gelen merkezkaç kuvvetinden dolayı araç dışarı doğru savrulur ve yalpa hareketi meydana gelir. Denge çubuğu da meydana gelen bu durumlarda aracın kontrollü hareket etmesini sağlar. Virajlarda dönme merkezine yakın taraftaki yay açılmaya; diğer taraftaki yay ise kapanmaya zorlanır. Amortisöre bağlı olan denge çubuğunun uçlarına gelen aynı hareketten dolayı iç kısımdaki uç yukarı doğru diğer ucu ise aşağı doğru burulur. Denge çubuğu ise bu burulmaya karşı koymaya çalışır. Yani oluşan bu direnç ile aracın savrulmasını azaltır ve aracı olabildiğince yola paralel tutmaya çalışır. Aynı zamanda virajın iç kısmında kalan tekerleğe baskı yaparak güvenli bir dönüşü temin eder ve lastiklerin yola tutuşunu arttırır. Şekil 2.2'de denge çubuğu olan ve olmayan aracın virajdaki şekli gösterilmiştir. Denge çubuğu olmayan araç dönüş yönünün tersi yönünde dışa doğru savrulmaktadır. Denge çubuğu olan araçta ise savrulma eğilimi olsa da denge çubuğu ters yönde tepki göstererek aracı dengede tutar.



Şekil 2.2 Virajda aracın savrulması [3]

2.1 Denge Çubuğunun Yapısı ve Çalışması

Ön ve arka şaside olması veya binek ve kamyon tipi araçlarda olması gibi durumlara göre denge çubuğu farklı şekillerden oluşmaktadır. Genelde en son tasarlanan parçalardan birisi olduğu için şekli komşu parçaların konumuna göre değişir. Uç kısımları (sektörde genelde dövme bölgesi olarak adlandırılır) amortisör sistemine link ile bağlanır; yatak bölgeleri ise (sektörde genelde braket bölgesi, burç bölgesi olarak adlandırılır) şaseye burç ile sabitlenir. Genelde tek parça olarak üretilse de split denge çubuğu olarak 2 parçadan meydana gelen denge çubukları sektörde yerini almıştır. Denge çubuğunun çalışma sırasındaki hareketi Şekil 2.3'te verilmiştir.

Çalışma esnasında burç ile sabitlenen yatak bölgesindeki çubuğun hareketleri; [4]

Ux, Uy, Uz = 0

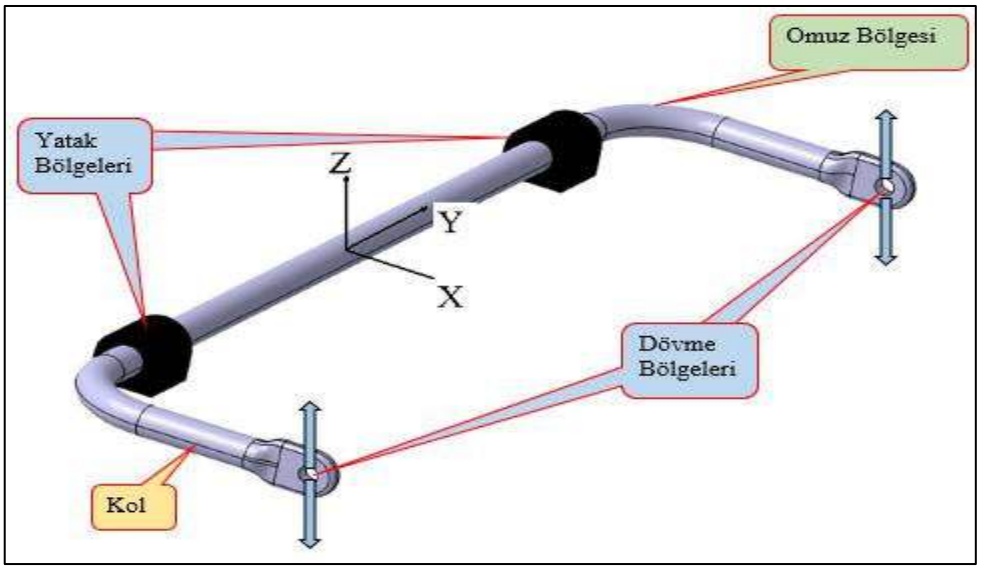
Rx, Ry, Rz = Free

Dövme bölgesindeki hareketler;

Ux[4], Uy = Free

Uz = Yoldan amortisör sistemine gelen yer değiştirme miktarı

Rx[5], Ry, Rz = Free



Şekil 2.3 Denge çubuğunun çalışma prensibi

Şekil 2.3'ten de anlaşıldığı gibi yoldan aktarılan hareket (±z mm) denge çubuğunda burulma ve eğilme gerilmesi meydana getirmektedir. Bu yüzden denge çubukları burulmaya dayanıklı malzemelerden üretilir. Ayrıca virajdan çıkıldığında, bozuk yoldan düz yola geçildiğinde veya araç düz bir zemine park edildiği zaman yani çubuk üzerindeki yük kalktığı zaman çubuk eski haline dönebilmesi için elastik özelliğini koruması için akma sınırının yüksek olması gerekmektedir. Bu da sertleştirilebilirlik kabiliyetinin iyi olması gerektiğini göstermektedir.

3. DENGE ÇUBUĞU MALZEMESİ

Denge çubuğu çalışma esnasında sürekli olarak değişken yüklere maruz kaldıklarından dolayı yüksek yorulma dayanımı, yüksek akma mukavemeti, yüksek korozyon direnci, yeterli süneklik gibi özelliklere sahip malzemelerden üretilir. İstenilen bu özellikleri sağlayan malzemelerin başında ise alaşımlı yay çelikleri gelir.

Genel olarak boru tiplerde 26MnB5 ve 34 MnB5; dolu tiplerde ise 55Cr3, 60SiCr7 malzemeleri kullanılır. Kullandığımız malzemenin özellikleri Tablo 3.1, Tablo 3.2 de verilmiştir.

[4] Ux, y, z: X, Y, Z eksenindeki doğrusal hareket

[5] Rx, y, z: X, Y, Z ekseni etrafındaki dairesel hareket

Tablo 3.1 34MnB5 malzemesinin kimyasal kompozisyonu [5].

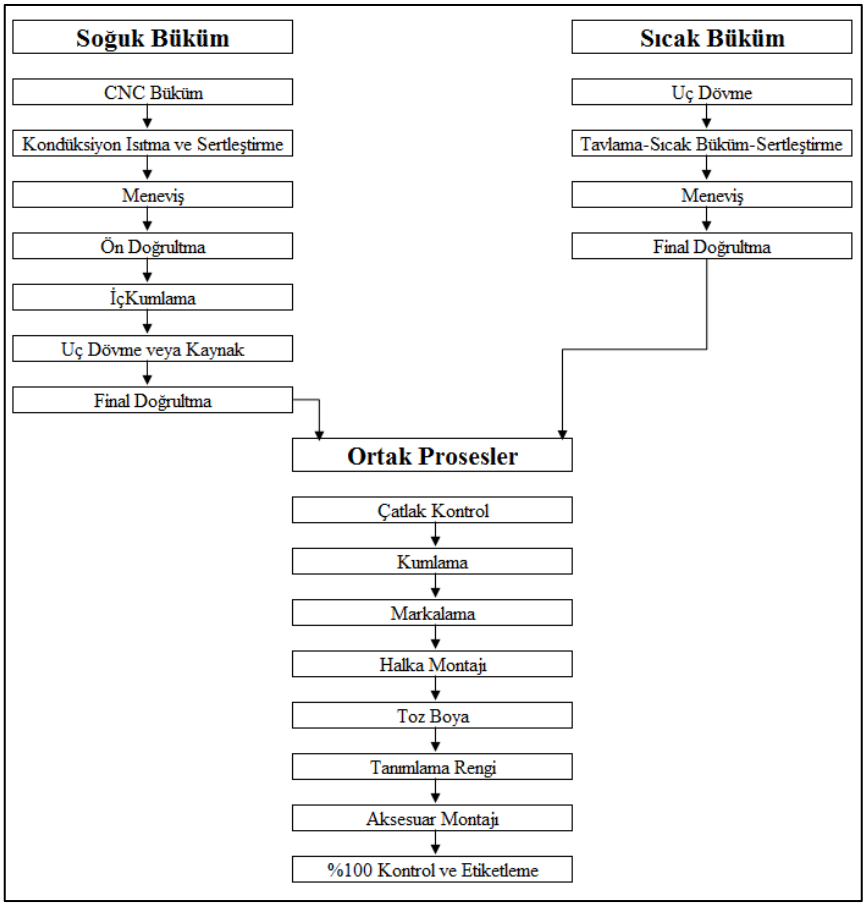
	C	Si	Mn	P	S	Cr	B	Cu	Al
Max	0,37	0,30	1,40	0,02	0,005	0,18	0,0035	0,10	0,05
Min	0,33	0,15	1,20	-	-	0,10	0,0015		0,02

Tablo 3.2 34MnB5 malzemesinin hammadde mekanik özellikleri [5].

	Çekme(Rm) MPa	Akma (Rp0,2) MPa	Uzama (A) %	Sertlik HV
Max	-	-	-	-
Min	600	300	20	185

4. DENGE ÇUBUĞU ÜRETİMİ

Denge çubuğu soğuk büküm ve sıcak büküm olmak üzere 2 farklı yöntemle üretilir. Üretim prosesleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

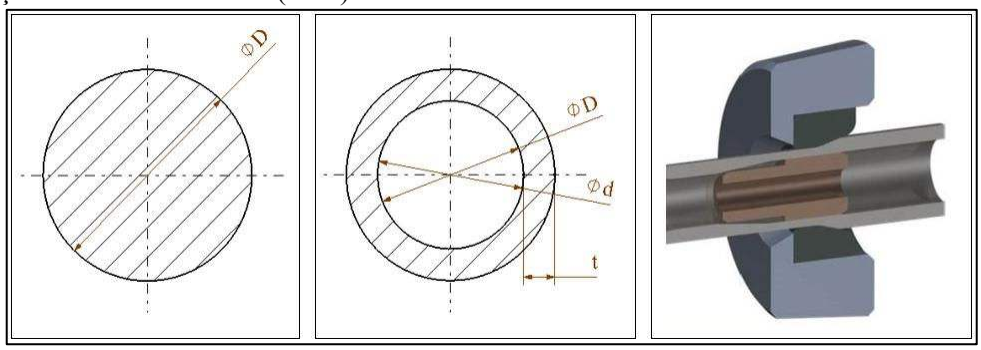


Şekil 4.1Denge çubuğu üretim prosesleri

Denge çubuğu üretiminde kullanılan hammaddeler ise aşağıdaki gibidir ve Şekil 4.2'de kesitleri gösterilmiştir.

- Dolu kesitli hammadde
- Boru kesitli hammadde

• Değişken kesitli hammadde (boru)



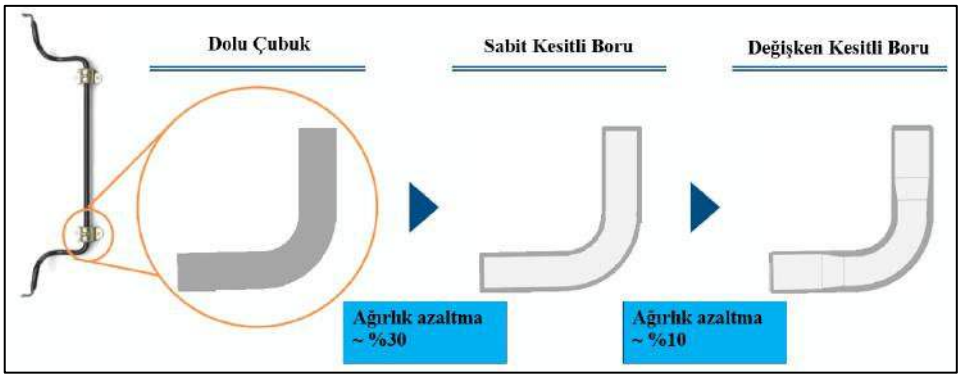
(a) (b) (c)

Şekil 4.2 Kullanılan hammaddelerin kesitleri, a) dolu kesitli b) boru kesitlik c) değişken kesitli boru

Boru kesitli hammaddeye sahip çubuklar ise binek ve hafif ticari araçlarda büyük oranda kullanılsa da kamyonlarda[6] da boru kesitli çubuklar kullanılmaktadır. Dolu kesit ile benzer dayanım değerlerine sahip eşdeğer çapa sahip olan boru kesit hesaplanır. Hesaplanan borunun dış çapı ve et kalınlığı çubuğun stres seviyesi ve istenilen ömür ilişkisine göre belirlenir. Eşdeğer çap hesabı Denklem 4.1'de gösterilmiştir.

$$ØD_{eşdeğer\ dolu\ çap} = \sqrt[4]{ØD_{boru}{}^{4} * (1 - \frac{(ØD_{boru} - (2 * t_{boru}))^4}{ØD_{boru}{}^{4}})} \quad (4.1)$$

Boru kesitli hammaddeye sahip denge çubuklarında da yine ağırlık azaltma kapsamında stresin yüksek olduğu bölgelerde et kalınlığı fazla tutulur az olduğu bölgelerde ise et kalınlığı düşürülerek ağırlıktan daha fazla kazanç sağlanmış olur. Dolu hammadde yerine boru, sabit kesitli boru hammadde yerine değişken kesitli boru kullanımı durumunda yapılacak olan ağırlık azaltma oranı **Şekil 4.3'te** gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Ağırlık azaltma oranı [6]

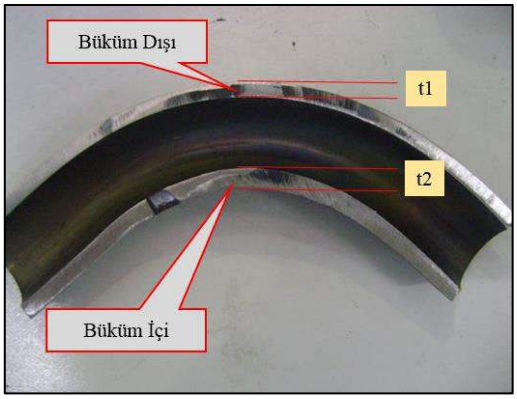
Denge çubuğu bükümün yapıldığı prosese göre sıcak ve soğuk büküm olarak 2 yöntemde üretilir. Dolu çubuk yüksek oranda sıcak büküm yöntemi ile üretilmektedir. Makine kapasitesi yeterli ve büküm açısı uygun ise dolu çubuk soğuk da bükülebilir. Boru çubuk ise yüksek oranda soğuk büküm yöntemi ile üretilmektedir. Borunun büküm bölgelerinde meydana gelecek olan ovallik müşteri tarafından kabul edilebilir sınırlarda ise ve çapının mevcut makinelerde bükülemeyecek kadar büyük olması durumunda boru hammaddeye sahip çubuk sıcak da bükülebilir. Denge çubuğunun prosesleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Halka montajı, markalama gibi prosesler her üründe olmayabilir. Müşteri tasarımına ve isteğine bağlıdır. Marka + barkod veya sadece barkod isteyebilir.

Tez çalışmasında odaklanılan kondüksiyon ısıtma ve sertleştirme prosesinin detayları;

[6] Sayılgan N., Ağır Ticari Araçların Havalı Süspansiyon Sisteminde Kullanılan Boru Denge Çubuğu Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015

4.1.1 Kondüksiyon Isıtma

Büküm esnasında büküm iç kısmında basma gerilmesi olduğundan kesitte artma; dış kısmında çekme gerilmesi oluştuğundan kesitte azalma görülmektedir. Şekil 4.4'te kesitteki değişim gösterilmiştir. (t2>t1)

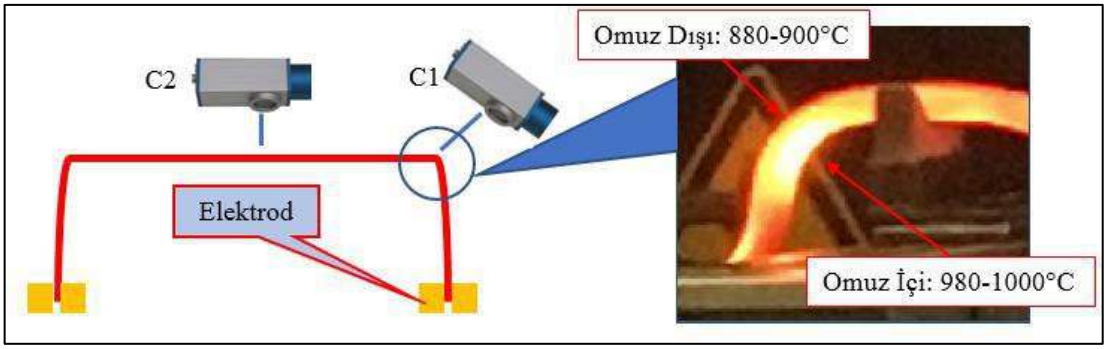


Şekil 4.4 Büküm esnasındaki kesit değişimi

Ferritik-perlitik yapıdaki hammaddenin dayanımını arttırmak için sertleştirme işlemi öncesi çubuğun her iki ucunun bakır elektrod ile elektrik akımı verilerek yapılır. Kullanılan hammadde ısıl işlemli ise bu proses uygulanmaz. İki büküm bölgesi arasındaki düz bölgenin kesitinde farklılık olmasa da; büküm bölgelerinin iç ve dış kısımlarındaki kesitlerin farklı olmasından dolayı ısıtma esnasında düz bölgeler ile büküm bölgelerinin iç ve dış bölgeleri arasında sıcaklık farkları oluşacaktır. Bu yüzden ısıtma sonrası martenzit yapının oluşabilmesi için; banyoya giriş sıcaklığının östenit sıcaklığının üzerinde olması gerekir. Martenzit yapının oluşması için robotun çubuğu ısıtmadan tanka taşıması esnasındaki sıcaklık kayıpları da dikkate alınarak çubuğun minimum sıcaklık bölgesi 870°C değerlerine ısıtılır. Minimum sıcaklık bölgesi de Şekil 4.4'ten, Denklem 4.2'den ve 4.3'ten de anlaşılacağı gibi omuz bükümünün dış kısmıdır. Bu yüzden Şekil 4.5'te gösterildiği gibi ısıtma esnasında çubuğun omuz dış bölgesi prometre veya kamera ile kontrol altında tutulur. Makine bu bölgenin istenilen sıcaklığa ulaşması ile ısıtma işlemini bitirir.

$$R(direnç) = \varphi(\text{öz } direnç) * \frac{L(boy)}{A(alan)} \tag{4.2}$$

$$R(direnç) = \frac{V(voltaj)}{I(akım)} \tag{4.3}$$



Şekil 4.5 Isınma esnasında büküm iç ve dış bölgesinin görünümü

4.1.2 Sertleştirme

Perlit-ferrit yapıya sahip bükülmüş hammadde ısıtıldıktan sonra sertleştirme banyosuna daldırılarak martenzit yapının elde edilmesi hedeflenir. Elde edilen sertlik değeri banyonun; su, polimerli su ve yağ olması durumunda farklılık gösterecektir. Suda maksimum sertlik elde edilir. İstenilen sertlik değerini elde etmek için su ortamını kullanmak ile birlikte hamamddenin karbon oranı da elde edilecek sertlik değerini etkiler.

Isınma esnasında çubuk genleşeceğinden dolayı bakır elektrodların olduğu sistem pnömatik sistem ile kontrol edilir. Çubuk ısındıkça pistonlar çubuğun her iki ucundan çekerek orta bölgenin bel vermesini sağlar. Bu proseste sertleştirme sonrası meydana gelen çarpılmaya göre tersine ayar yapılmaz ise çarpılmalar kontrol altına alınamaz ve çubuklar birbirinden farklı farklı şekillerde çarpılır. Bu doğrultma prosesinde operatörün gereğinden fazla basmasına ve zaman kaybına neden olur.

5. ISIL İŞLEM

Denge çubukları süspansiyon sisteminin en önemli elemanlarından birisi olması ve emniyet amaçlı kullanılmasından dolayı; mekanik özelliklerinin çok iyi olması gerekmektedir. Denge çubuğu üretiminde kullanılacak yay çeliğinin

- Yüksek akma mukavemeti,

- Yüksek yorulma dayanımı,

- Yüksek orantı sınırı

- Şekil verme esnasında kırılmaması için uygun süneklikte olması gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir. İstenilen mekanik özelliklerin sağlanabilmesi için kullanılacak olan hammaddenin karbon ve alaşım elementleri oranının ve yapılan ısıl işlemin prosesinin uygun olması gerekmektedir.

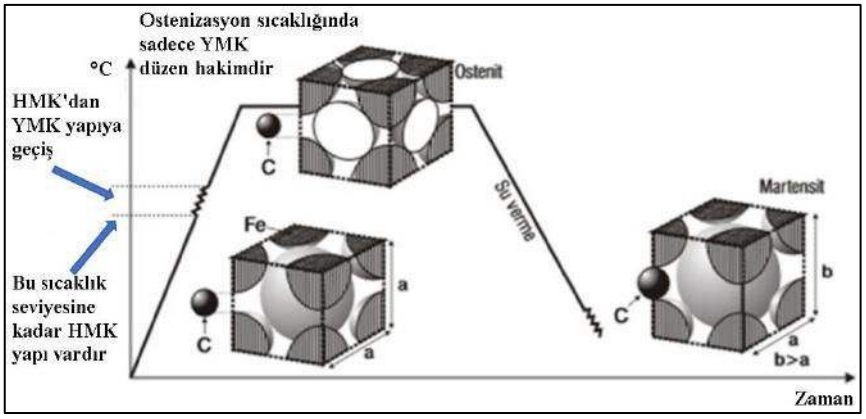
Kondüksiyon ile ısıtılan boruların yüzeyi ile iç yüzeyi arasında sıcaklık farkı olduğu gibi Şekil 4.5'te de gösterildiği üzere bükümün iç yüzeyi ile dış yüzeyinde de sıcaklık farkları oluşur. Sertleştirme esnasında bu sıcaklık farklardan dolayı ve faz dönüşümler yüzeyinde ve dış yüzeyinde oluşan sıcaklık farkları ve faz dönüşümlerinden dolayı ısıl işlem esnasında oluşan hacim değişimleri sonrasında artık iç gerilmeler oluşur. Artık gerilmeler yük altında çalışan parçaların yorulma dayanımlarının azalmasına neden olur.

Malzemede mekanik özelliklerim homojen olması için; alaşım elementlerinin dağılımının homojen, östenitleşme sıcaklığının yüksek, sertleştirme süresinin uygun olması, iç gerilmelerin ve tane sınırlarındaki empürite yığınlarının en aza indirilmesi gerekmektedir.

Isıl işlem, bir malzemenin özelliklerini ve/veya içyapısını değiştirmek amacıyla, o malzemeye belli bir sıcaklık-zaman programı dahilinde uygulanan bir ısıtma ve soğutma işlemleri sırasıdır. Isıl işlem;

- Tavlama (östenitleştirme)
- Sertleştirme (su verme)
- Menevişleme olmak üzere 3 aşamadan meydana gelir.

Şekil 5.1'de malzemenin tavlama, sıcaklıkta bekletme ve su verme adımları gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Tavlama-Sıcaklıkta Tutma-Su Verme Sıcaklık-Zaman Graifiği [7]

6. SERTLEŞTİRME (SU VERME) İŞLEMİ

Malzemeye istenilen sertliği kazandırmak için östenitleşme sıcaklığına tavlanan malzeme(815÷870°C), uygun şarlarda hazırlanmış sertleştirme banyolarına daldırılarak su

verme(sertleştirme) işlemi yapılır. Paslanmaz ve yüksek alaşımlı çeliklerde sertleştirme işlemi ile tane sınırlarındaki karbürler minimize edilir ve ferrit dağılımı düzenlenir.

6.1 Su Verme Ortamları

Su verme ortamının seçimi sertleştirme sonrası istenilen sertliğe, alaşımlı olup olmadığına, malzemenin çatlama riskine, parçanın kalınlığına (çekirdeğe kadar sertleşebilmesi) bağlıdır. Soğutma kapasitelerine göre çoğunlukla kullanılan su verme ortamları;

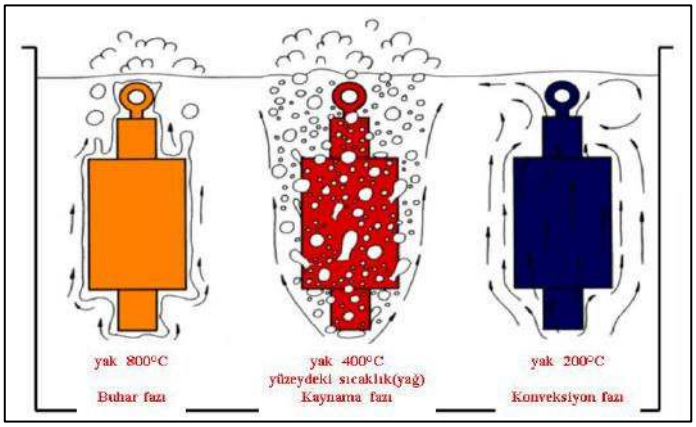
- Su
- Sulu çözeltiler
- Tuz çözeltileri
- Polimer solisyonlar
- Emülsiyonlar
- Su verme yağları
- Normal hızlı su verme yağları
- Yüksek hızlı su verme yağları
- Yüksek performanslı sıcak banyo su verme yağları
- Sıcak banyo su verme yağları
- Ergimiş tuz
- Gazlar

6.2 Soğutma İşleminde Oluşan Fazlar

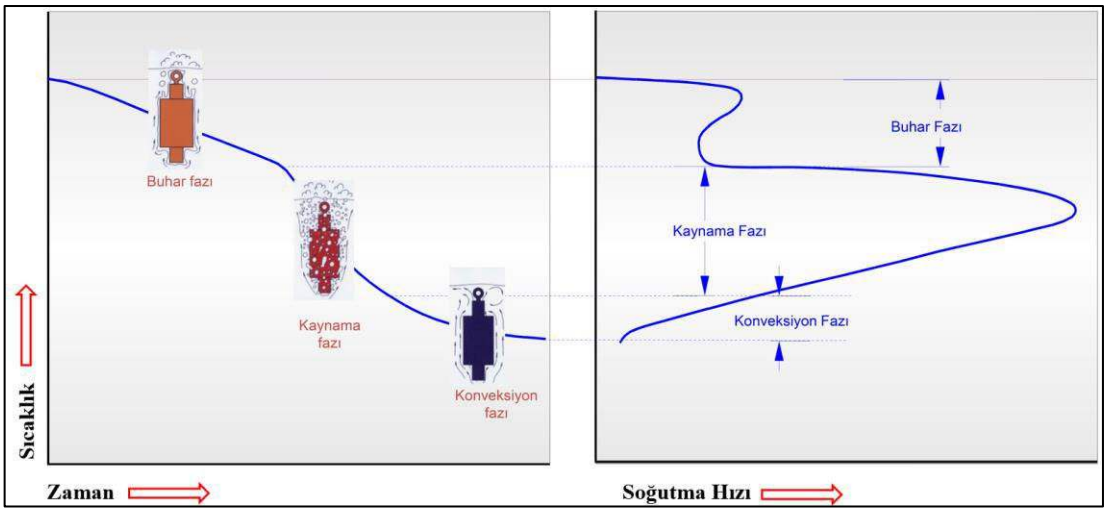
Tavlanmış parçanın sertleştirme banyosuna daldırılmasının ardından 3 faz meydana gelir ve sırasıyla;

1. Buhar fazı
2. Kaynama fazı
3. Konveksiyon fazı

Fazlar Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Sıcaklık ve süreye bağlı olarak soğutma fazlarının değişimi ve su verme eğrileri ve soğutma hızı eğrilerinin sıcaklık-zaman ekseninde karşılaştırılması Şekil 6.2'de verilmiştir.



Şekil 6.1 Su verme işleminin 3 fazı [8]



Şekil 6.2 Su verme eğrileri ve soğutma hızı eğrilerinin sıcaklık-zaman ekseninde karşılaştırılması [8]

6.2.1 Buhar Fazı

Malzeme sertleştirme banyosuna girdiği zaman meydana gelen fazlardan birincisi olup yüksek sıcaklıktaki parçanın etrafında yalıtkan buhar örtüsül(gömleği) oluşur. Bu fazda ısı iletimi radyasyonla meydana gelir ve yalıtkan buhar örtüsünden dolayı soğuma hızı düşüktür. Buhar örtüsü parçadan ortama aktarılan ısı ısıl işlem sıvısının buharlaşması için gereken miktardaki ısıya ulaşana kadar korunur.

Sıcak parçanın iç kısmından dışarıya doğru aktarılan sıcaklık banyo sıvısının kaynama sıcaklığının üstüne çıktığı anda kaynama fazı başlar. Leidenfrost sıcaklığı olarak isimlendirilen sertleştirme banyosundaki geçiş sıcaklığı sertleştirilen parçanın başlangıç sıcaklığından bağımsız olup sıvının kaynama sıcaklığı ve parça ile sıvı ortam arasındaki ısı transferi ile ilişkilidir [1]. Bu faz ne kadar kısa olur ise çarpılma o kadar az olur. Suyun buharlaşma sıcaklığı yağa göre düşük olduğundan su ile ertleştirmede buhar fazı kısa olması çarpılmanın az olacağı anlamı taşımamaktadır; çünkü suyun ısı transfer hızı yağa göre daha hızlı olduğundan çarpılma yüksek olur.

6.2.2 Kaynama Fazı

Yalıtkan buhar tabakası ortadan kalkar, kaynama fazı başlar ve parça ile ısıl işlem sıvısı temas halinde olduğundan hızlı bir ısı transferi meydana gelir. Sıcaklık zaman grafiğinde burun ne kadar yukarda ise martenzit oluşumu gerçekleşip malzemenin sertlik alması kolaylaşacaktır.

6.2.3 Konveksiyon Fazı

Malzemenin ısısı, ısıl işlem sıvısının kaynama sıcaklığının altına düştüğü zaman kaynama fazı biter konveksiyon fazı başlar. Kaynama durur, ısı sıvıya konveksiyon ile iletilir. Bu faz ne kadar yavaş olursa çarpılmalar kontrol altına alınır. Yağ bünyesinde daha fazla ısı tutuyor. Bu nedenle parça ısısını yağa verdiğinde yağ bu ısıyı bünyesinde tutuyor ve bu nedenle konveksiyon fazında daha az soğutma yapıyor. Bu da özellikle parçanın soğuması esnasında parçada oluşan iç gerilimleri dengelemeye faydası oluyor. Bu bağlamda iç gerilimleri azaltılmış olduğundan parçada çarpılma daha az oluyor.

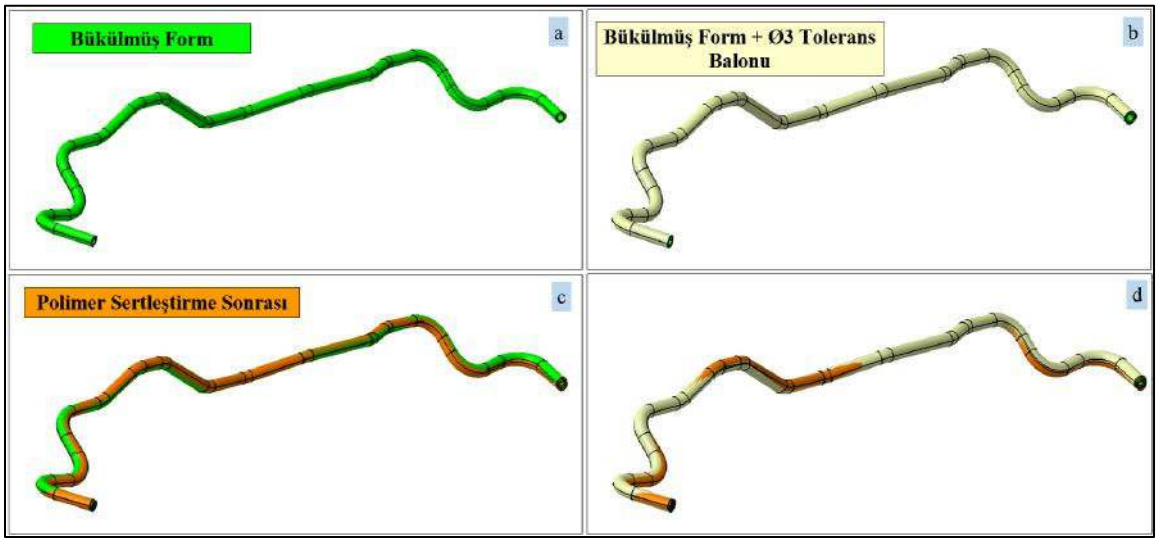
6.3 Deneysel Çalışmalar

Rözmaş-1 kodlu deneme ürünümüzün aynı lottan soğuk büküm operasyonu yapıldıktan sonra bükülen çubukların 3 boyutlu ölçümü yapılmış olup bu formlar referans alınmıştır. Sonrasında aynı ürünler polimer ve yağ sertleştirme ortamında sertleştirildikten sonra tekrar 3 boyutlu ölçümü yapılarak polimer ve yağ ortamında meydana gelen çarpılmalara resmedilmiştir. Bu ürünler menevişten sonra kontrol mastarına uygun hale gelmesi için yapılan doğrultma prosesinde nerelere pres ile vurulduğu incelenmiştir. Sonrasında bitmiş ürünler yorulma testine bağlanmıştır. Böylece çarpılmalardan kaynaklı yapılan doğrultma işleminin yorulma ömrüne etkisi incelenmiştir.

6.3.1 Polimer Sertleştirme Çalışması

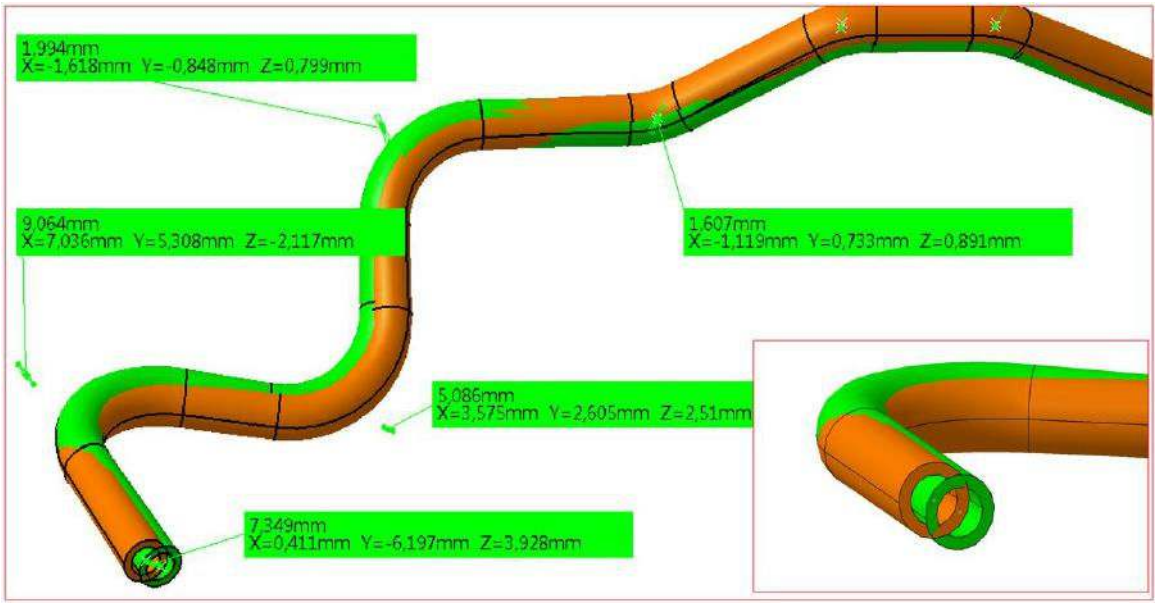
Polimer su konsantrasyon oranı %6-9 aralığında olmalı hedef ise %7'dir. Çalışma esnasındaki polimer konsantrasyon oranı %7.Ortam sıcaklık aralığı da 25°C÷45°C arasında olmalıdır. Çalışma esnasında kazan sıcaklığı 30°C.Tavlanan çubuğun banyoya giriş sıcaklığı min 830°C olmalıdır. Çalışma esnasında ürünlerin giriş sıcaklığı ortalama 865°C.

Şekil 6.3'te polimerde sertleştirilen ürüne ait büküm ve sertleştirme sonrası 3 boyutlu geometrisi yer almakta olup çubuk normalde sarı ile gösterilen ±1,5 mm tolerans balonunun içerisinde olmalıdır. Şekil 6.3.c ve 6.4.3'de sırasıyla referans çubuğa göre ve tolerans balonuna göre meydana gelen çarpılmalar gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Polimer Sertleştirmede Meydana Gelen Çarpılmalar

Şekil 6.5'te ise bükülmüş parçanın uç ve ilk 4 büküm noktası polimer sertleştirme sonrasındaki formu ile karşılaştırılmıştır.

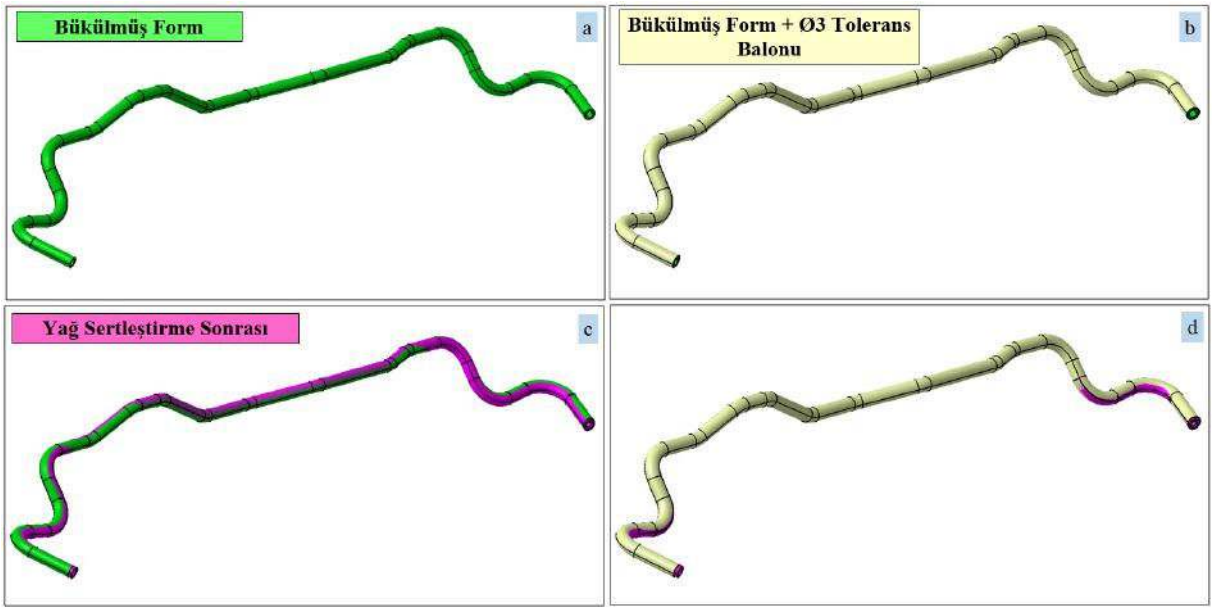


Şekil 6.4 Bükülmüş ve Polimerde Sertleştirilmiş Ürünün Ulç ve İlk 4 Büküm Noktasının Karşılaştırılması

6.3.2 Yağ Sertleştirme Çalışması

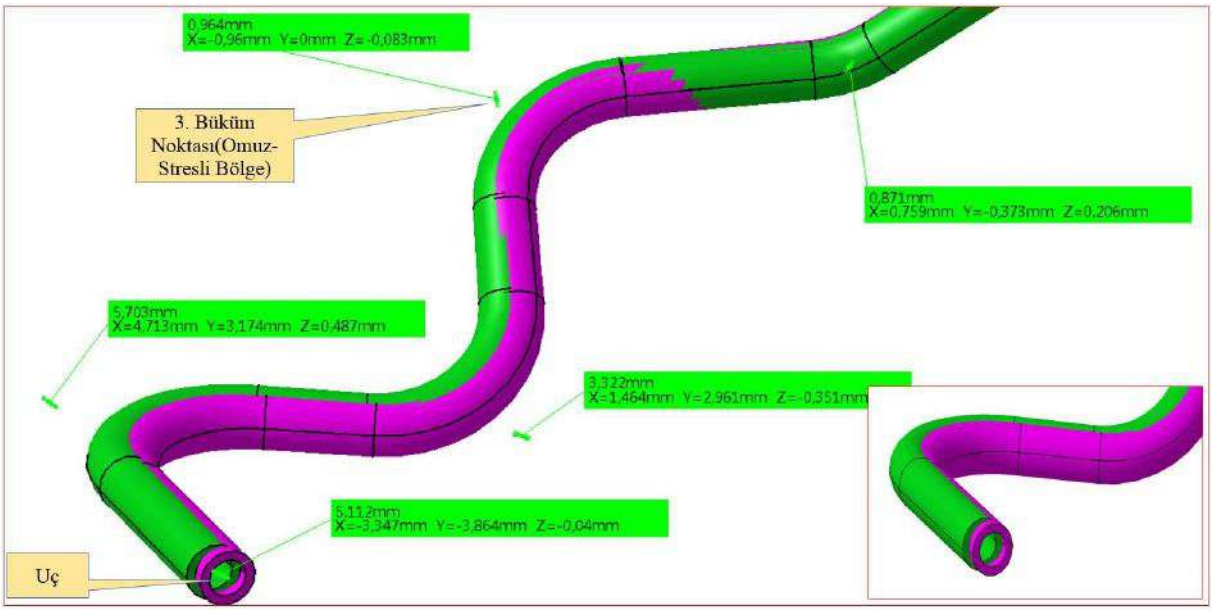
Yağda sertleştirme ortam sıcaklık aralığı da 25°C÷70°C arasında olmalıdır. Genel çalışma aralığımız 25°C÷50°C olup çalışma esnasında kazan sıcaklığı 35°C. Tavlanan çubuğun banyoya giriş sıcaklığı min 830°C olmalıdır. Çalışma esnasında ürünlerin giriş sıcaklığı ortalama 895°C.

Şekil 6.5'de yağda sertleştirilen ürüne ait büküm ve sertleştirme sonrası 3 boyutlu geometrisi yer almakta olup çubuk normalde sarı ile gösterilen ±1,5 mm tolerans balonunun içerisinde olmalıdır. Şekil 6.5.c ve 6.5.d'de sırasıyla referans çubuğa göre ve tolerans balonuna göre meydana gelen çarpılmalar gösterilmiştir.



Şekil 6.5 Yağ Sertleştirmede Meydana Gelen Çarpılmalar

Şekil 6.6'da ise bükülmüş parçanın uç ve ilk 4 büküm noktası yağda sertleştirme sonrasındaki formu ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 6.6 Bükülmüş ve Yağda Sertleştirilmiş Ürünün Uç ve İlk 4 Büküm Noktasının Karşılaştırılması

Tablo 6.1 Polimer ve Yağda Sertleştirmede Meydana Gelen Çarpılmaların Karşılaştırılması

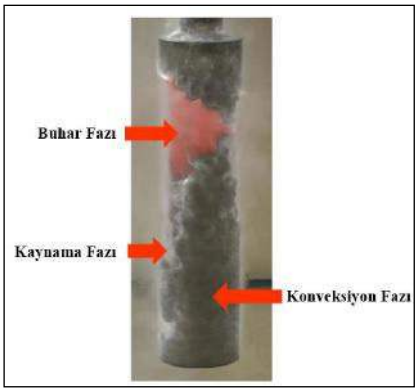
Nokta	Polimer Sertleştirmedeki Fark (mm)	Yağ Sertleştirmedeki Fark (mm)
Uç	7,35	5,11
1.Büküm	9,06	5,70
2.Büküm	5,07	3,32
3.Büküm(Omuz)	1,99	0,96
4.Büküm	1,61	0,87

Ürünlerin yorulma testleri devam etmekte olup ilk testlerin sonucu aşağıdaki gibidir;

Tablo 6.2 Polimer ve Yağda Sertleştirilen Çubukların Yorulma Ömürleri

Numune	Polimer Sertleştirme Ömür (çevrim)	Yağ Sertleştirme Ömür (çevrim)
1.Çubuklar	135,196(kırıldı)	500,000(sağlam)

Buhar fazının kısa sürede geçilmesi hızlı soğumayı engelleyeceğinden dolayı çarpılma miktarını azaltır. Bu bilgi ile polimerli su banyosunda yağa göre daha az çarpılma olacağı çıkarımı yapılabilir; ancak çarpılma miktarı konveksiyon fazındaki düşük soğutma hızı ile kontrol altına alınabilir. Şekil 4.1'de görüldüğü üzere su bazlı banyolarda buhar fazı kısa olsa da soğutma hızının yüksek olması ve aynı anda 3 faz birlikte gerçekleşebiliyor olmasından dolayı çarpılma miktarı yağa göre daha fazladır. Çünkü yağ parçadan iletilen ısıyı bünyesinde tuttuğu için özellikle konveksiyon fazında daha düşük hızda soğutma yapıyor ve parçada oluşan iç gerilmelerin dengelenmesini sağlayarak çarpılmaların daha az olmasını sağlıyor. Polimer sertleştirmede de hassas ayarlamalar ile yağda sertleştirmeye yakın çarpılmış ürün çıkarılabilir olsa da polimer konsantrasyon oranının/viskozitenin sürekli değişim göstermesi ve konveksiyon fazının kısa olmasından dolayı lot boyunca farklı seviyelerde yüksek oranda çarpılmış ürünler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca polimer-su banyosu polimer konsantrasyon oranı, pH ve iletkenlik günlük kontrol edilmelidir. Aksi durumda polimer-su konsantrasyon değerinin alt sınırın altına düşmesi (su arttırıcı yönde olması) borunun çatlamasına; pH değerinin düşmesi ise borunun ve/veya tankın paslanmasına neden olur.



Şekil 6.7**.** Su bazlı sertleştirme ortamlarında 50 mm test probunun 5 saniye sonraki faz durumu [8]

Sonuç olarak Tablo 3.1'de yağda sertleştirmede polimer sertleştirmeye göre daha az çarpılma olduğunu göstermektedir ve Tablo 3.2'deki birinci çubukların yorulma sonuçları da durumu netleştirmektedir. Yorulma testleri bu şekilde tamamlanması durumunda mevcut proses şartlarımıza göre yağ sertleştirme ortamı kullanılacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Ezgi E., Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Denge Çubukları İçin Isıl İşlemi Prosesindeki Farklı Sertleştirme Ortamlarının Yorulma Davranışına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, 1-22

[2] https://blog.mercedes-benz-passion.com/2009/03/die-neue-e-klasse-im-detail-fahrwerk/

Ziyaret: 09.03.2018

[3] Prawoto Y., Tailoring microstructures: A technical note on an eco-friendly approach to weight reduction through heat treatment, Fac. of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM, Skudai, Johor, Malaysia,2013,641(7)

[4] Rözmaş Çelik San ve Tic A.Ş. Proses Kitabı Yayın Tarihi: 12.12.2017

[5] Rözmaş Çelik San ve Tic A.Ş. Doküman No: MKT-34MnB5

[6] Benteler Steel/Tube Stabilizer Bar Project Days Sunumu Yayın Tarihi: 10.2015

[7] Belgin Madeni Yağlar Isıl İşlem Yağları Sunumu Yayın Tarihi: 09.2017

[8] Petrofer Endüstriyel Yağlar San. Ve Tic. A.Ş. Isıl İşlem Sempozyumundan Mr. Beitz notlarından Yayın Tarihi: 02.2018

An Example of Collaborative Delivery Planning by using IoT and AI

Büşra Ürek Çöme[1], Niyazi Ömer Usta[2]

[1] KOC University/ Ms. Industrial Engineering

DHL Supply Chain -LLP

[2] Middle East Technical University/ Industrial Engineering

DHL Supply Chain -LLP

Busraurek.come@dhl.com, NiyaziOmer.Usta@dhl.com

ABSTRACT

Due to fast growth of business competition there is a result of increasing pressures on reducing costs, improving of service level and quality, developing sustainable business models -which also focus on environmental and social impacts-. This force companies to build more collaborative business models.

Establishing sustainable and collaborative supply chain management results win-win situations for customers, suppliers, carriers and all other parties involved.

In this study, new ***'delivery planning approach'*** is proposed to one of the biggest toy manufacturing company in order to optimize process management for their biggest customers using IoT and AI.

With this model, the toy manufacturing company will automatically and dynamically schedule loadings to optimize its warehouse and workload utilization by considering customer warehouse and carrier truck availability.

Keywords: SCM, IoT, AI, Delivery Planning, Collaboration

1. Literature Review

1.1 An Overview of IoT and AI

The Internet of Things (IoT), continuously evolving technology, disrupts or improves way of process management approach in many industrial areas such as transportation, audit, retail trade, marketing, manufacturing, chemical industries and medicine.

IoT is usually associated with scenarios in which network connectivity and computing ability are not normally considered computers, but objects, sensors and daily items, which provide efficient service by reducing the possibility that a person can control them manually. Simply saying, it is a concept related with connection of any device to each other and also Internet. Many similar definitions which are related IoT can be made. This concept also can be defined as network connection of People, Process, Data and Things [1].

Figure 2.1 IoE: The network of everything [1]

It cannot be disclaimed that IoT has a great social and economic aspect as well as a technical field.

For example, smart home system makes people life easier, similarly band sensors for use wrist contribute daily sporting events follow-up. These examples can be multiplied a lot.

There are many sectors that using IoT technology as consumer goods, durable goods, commercial and non-commercial vehicles, industrial supplies, tools and machines, sensors, and other objects are being integrated with Internet connectivity and multilateral operation capacity that reform to existed processes flow.

Therefore, the impact and power of IoT on the Internet and economy are impressive. Depend on the Gartner studies, it is predicted that by 2025 nearly 100 billion devices will be connected IoT and a global economic impact of them will reach more than $11 trillion [2]

According to the Cisco's research, it is predicted that IoE is worth $ 8 trillion as "Value at Stake" around the world over the next decade. Value at Stake can be expressed as a new net profit created as a result of IoE – the emergence of new markets [1].

Figure 2.2 IoT Value and Stake [1]

Artificial Intelligence (AI) is the ability of a machine or computer and its extension to think and learn. Artificial intelligence is an important part of technology and industry as IoT. Artificial intelligence is based on the idea of producing machines that think, learn and react as people thought, learnt, reacted. AI differs from IoT in this direction. However, it coincide with IoT in terms of usage areas and operation. The online access to artificial intelligence is a proof that it is closely related to IoT [3].

Implementation areas of both AI and IoT are mainly retail environments where sales store, banking, restaurants include self-service place, while checking in at the airport in short everywhere a person existed and is a consumer, manufacturing factory, warehouse, hospital, banks, restaurants, self-checkout, in-store offers, inventory optimization, factories, standardized production environments operating efficiencies, optimizing equipment use and inventory, *vehicles* systems, condition-based maintenance, usage-based design, presales analytics, improved productivity, including for mobile employees.

1.2 IoT & AI practices from Different Sectors

There are many IoT and AI practices used in today's world in various sectors. For examples, in traffic and management of fleet, telematics and infrastructure of vehicle are main applications for usage of sensor data. Likely, resource and energy monitoring, IoT sensors are placed as well at sort of resources such as petroleum, gas, water and electricity areas. In addition, IoT supports sustainability of environment.

In security and safety, another goal of IoT is that increasing safety and security by tracking of material. In health monitoring, IoT just as prevents occupational accidents so enhances health situation of people. Healthcare organizations are examining track issues for example sleeping hours, calories and amount of steps. In customer recognition, competence of customer recognizing ease to send achieved messages, services and promotions to customers which can be fitted for all individuals as well.

1.3 IoT & AI Best practices in Logistics

Likewise to other sectors, IoT and AI are also widely used in logistics sector. In warehousing operations, cost preventing is possible by moving pallets to optimized locations and transmitting signals to WMS tool to enable real-time monitoring of stock levels. Using of cameras could be insert on gateways for detection of damage via scanning of pallets.

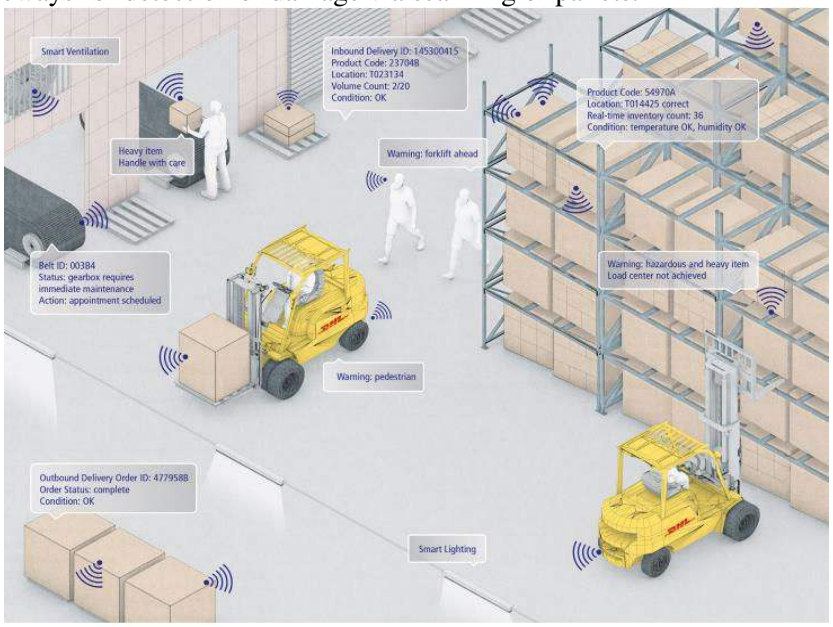


Figure 2.3 IoT in Logistics

In freight transportation, tracking of conditions and location with IoT will generates enhanced trasport security and visibility. Controlling of package in terms of whether opened or not, situation and informations on process can be monitored by tagging multi-sensors and telematics sensors on materials. In last-mile delivery, another case of IoT-applicable case presents improved collection from mail boxes. It can be known that whether box is empty, if so, signal is being sent by placed sensors in the box.

Integrating logistics with IOT creates significant impacts. All the steps of the value chain process which about people, pallet, and assets can be monitored instantly. How these assets are realized can be solved and to be determine what they will do next. It can be intervened after. [1]

Different kind of commerce firms are using robots to automate level of packaging and sorting in production. In each logistics' level, AI is being used. AI can connect and provide automation in internal steps of production. AI systems are also used for determine the optimized ways for vehicles and assign best vehicles. In many cars, AI is applied to give the driver instantaneous information about weather situation, congested roads and accidents. By applying AI notion in cars, passengers become more comfortable, secure and punctual [4].

1.4 Slot Booking

While customer expectations are increasing day-by-day, companies need to be more flexible and faster than ever without increasing costs. That's why logistics departments have some complex challenges, some can be listed as below: [5]

- Scheduling and coordinating transmission
- Provide visibility
- Optimize dock utilizations even during high season
- Preventing stuck
- Assigning trucks to delivery location at feasible shortest time
- Using well of loading and unloading vehicles
- To cope with unforeseen events.

So many other challenges can be added to above list. The main gap in the all above challenges is to provide information at the right point at the right time with serving transparency for all of the participant take place in the chain. That's why slot booking gains more importance during daily operation to control the daily supply.

With appointment scheduling applications, carriers can get an appointment from customer and they can be visible into appointment lists so daily resources and activities, such as loading and unloading activities adjusting work force, physical and mechanical resources distribution in work environment are managed.

Slot booking ease accessibility of warehouse, dock and labor structuring, schedules and their peak time by providing detailed data as well as self-visibility.

Dock appointments and applications of slot-booking optimize road transporters in firm's logistics processes in addition to increasing productivity. By this way, facilities become competent to load and unload orders in limited time while improving on-time transmittance and decreasing delays.

Through a slot-booking application, planning become optimum by increasing traceability in transportation steps for example how many staff is necessary for transmissions which makes service hours and worker load optimum. This way reduces costly issues such as understaffing or overstaffing cases [6].

Current most dock controlling systems discard danger situations by automation in loading or unloading process through just one button. Restraints that eliminates mistakes which are caused by driver and ensures the trailer couldn't careless pull away while forklift is being used inside [7].

2. Case Description

2.1 Current System

As indicated in Section 2, delivery planning including slot booking is one of key processes of supply chain management. The process is subject to many constraints like 'requested order delivery window', 'customer warehouse dock availability', 'carrier truck & driver availability', 'working hours', 'customer specific booking processes', contractual terms like 'once-a-week delivery only' etc. Each constraint is a part of strategic decisions, business agreements, mid/short-term business plans of parties and also market conditions.

The responsible party from delivery planning must take each constraint into consideration and manage communication between all parties to get correct information. Generally, information gathering and communication steps of delivery planning process is executed manually, or with the help of sub-automated & partially connected systems.

As a fourth-party service provider, DHL LLP plans and manages Europe distribution operations of one of its customers. While planning a delivery, DHL LLP Control Tower team firstly communicate with customers to get their available time slots. Then, Control Tower contacts with carriers to check if they are available within customer-specified times. If they are available, then one time slot is selected by the carrier and then, customer is informed about it. When carriers are not available, Control Tower turns back to customers to request new time slots. The process continues until two parties agree on a

specific time slot. This kind of back and forth communication also may result unutilized trucks with under optimized delivery frequency.

Boundaries for delivery planning process are represented in below figure from daily and operational ones to more strategic and organizational level.

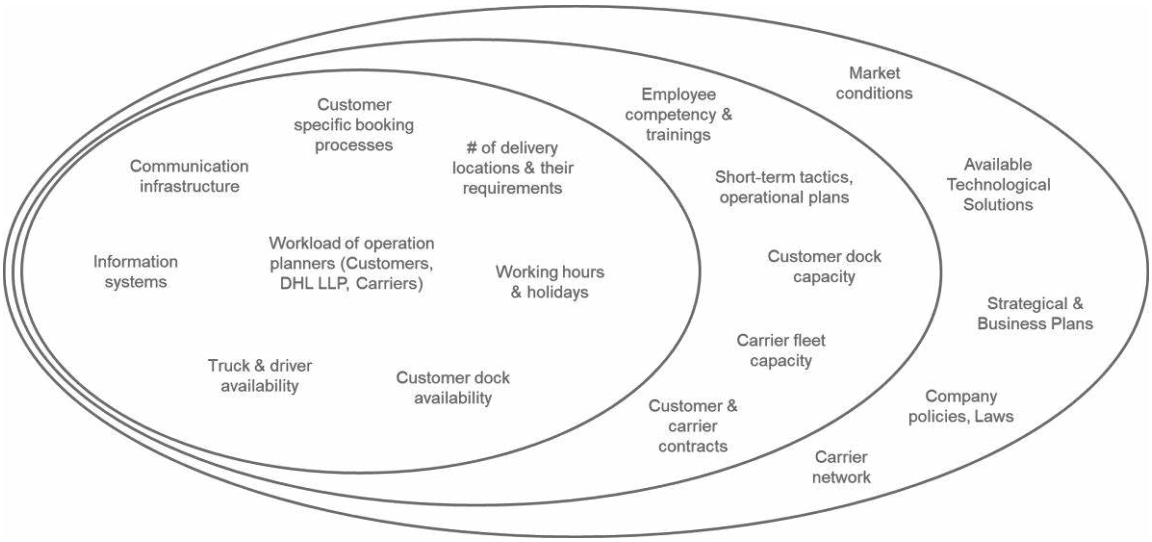


Figure 2.1 Delivery Planning Process, System Boundaries

2.2 Problem Symptoms & Definition of the Problem

Delivery planning process mainly requires human effort. As summarized in previous section, when customer order is received, DHL Control Tower triggers delivery planning process by communicating with customers and carriers to get operational information. Availability / capability of information & communication systems, employee competency and transparency between parties affect information quality, efficiency of communication and so delivery planning speed. In addition, customer or location specific requirements, workload and work schedule of employees, availability of alternative resources -i.e. transport companies- and short term priorities affect duration of delivery planning.

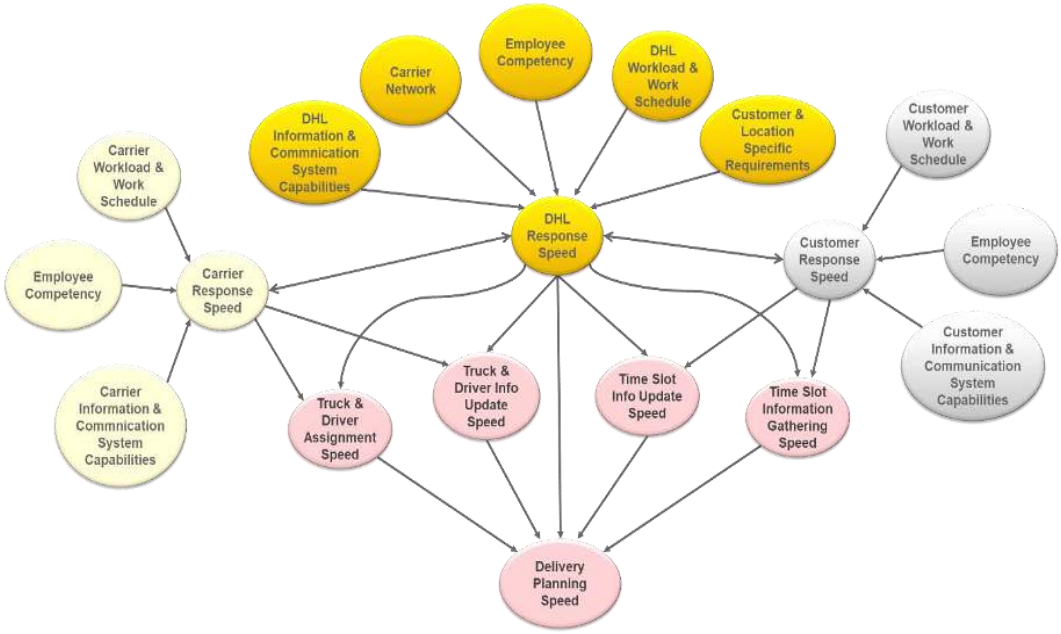


Figure 3.1 Influence Diagram for Delivery Planning Duration

As summarized in the diagram, duration for completing delivery planning is affected directly by response speed of DHL, customers and carries. When number of contacts and delivery locations increase or distribution network expands, hours spent for telephone calls or sending e-mails and waiting duration for responses increase multiplicity.

When any conflict occurs or some constraints were disregarded at the beginning, it takes more time to update wrongly planned delivery or collecting correct information to update delivery plan. Consequently, employees are tired from communicating, sharing, getting information and revising plans.

Wrongly planned delivery also may cause inefficient dock utilization for customers and truck & driver utilization for carriers. Longer planning durations consume company resources more, prevent employees from completing more value added tasks and so increase total cost of operations.

All of explained symptoms above point out that the problem can be defined as human-dependent manual delivery planning process which increases delivery planning duration, decreases information quality, causes operational inefficiencies and increases costs.

3. Proposed Solution

To decrease delivery planning duration and also optimize delivery planning frequency information system of customers and carriers can be connected to DHL information system to get dock availability and fleet capacity at the same time. By applying constraints like dock / truck availability, delivery window, etc., AI will offer convenient time slots for deliveries. Then, the system requests approval of customers and carriers by sending approval form via information system. For exceptions, approval request form also includes alternative delivery date & times if customers / carriers would like to propose new alternatives.

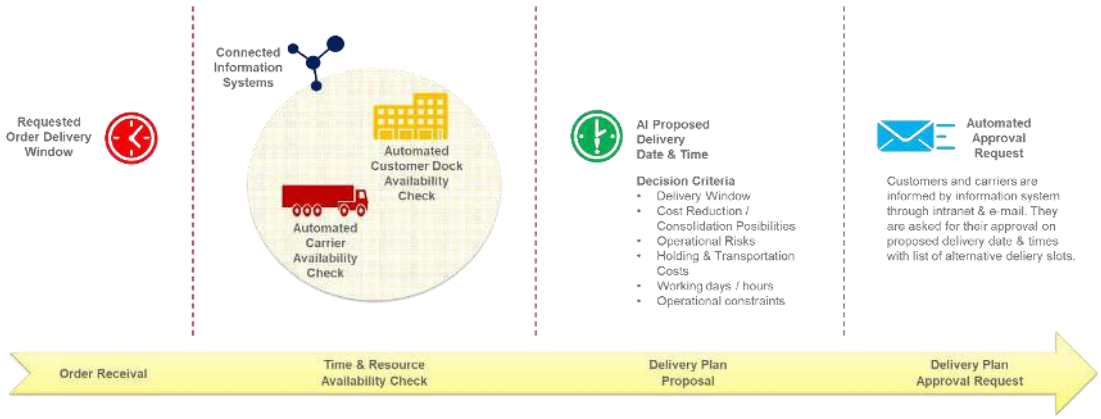


Figure 4.1 Proposed Solution, Automated Delivery Planning

If customers / carriers request to change delivery date & time and they want propose new one, it is automatically shared with all parties through information system and their approval is requested again. After all parties agree on a specific date & time, the system finishes delivery planning. Whole communication, approval requests and confirmations are managed via online request and approval forms.

Connecting information systems, use of AI and automated workflows decreases manual efforts and duration of delivery planning process. In addition, carriers will be happy for accurate loading / unloading times, decreased waiting times at plant of customers. Times spent on telephone calls will be dramatically decreased and so employees can be focused on more value added tasks.

4. Conclusion

Importance of delivery planning process is generally underestimated. It requires collaboration, correct and efficient communication, transparency and correct use of information. Recovery of wrong delivery plans increases use of resources. Human dependent processes are open to failure, and it makes employees frustrated.

Every decision in business involves economic trade-offs. Connecting information systems of customers and carriers, automating planning process could be costly; and implementation of these type of projects is sometimes time consuming. However, considering the increase of truck fulfilment rates, optimization of delivery frequencies dynamically results to decrease of transportation cost with increasing customer satisfaction, in long term, it will absolutely have positive impacts.

To carry out a pilot project for one of the highest-volume customers can provide an idea about if new approach is feasible. Also, one way integration with customers or carriers could be the case to decrease project costs.

REFERENCES

[1] DHL Trend Report Internet of Things
https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/presse/pdf/2015/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf
[2] Internet Society the Internet of Things (IoT): An Overview
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xRQMNZlA5hwJ:https://www.internetsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr
[3] What You Need To Know About Artificial Intelligence
https://stopad.io/blog/artificial-‘ntelligence-facts
[4] The Role of Artificial Intelligence (AI) in Logistics
https://www.shiprocket.in/blog/artificial-intelligence-role-in-logistics/
[5] Time Slot Management and Truck Supply Control of Deliveries and Supplies
https://www.inform-software.com/products/syncrosupply
[6] Slot Booking Offers a Window into the Transportation World
http://www.mhlnews.com/global-supply-chain/slot-booking-offers-window-transportation-world
[7] Automation on the Loading Dock: Safety, Efficiency and Worker Comfort
http://www.ehstoday.com/safety/automation-loading-dock-safety-efficiency-and-worker-comfort

Inventory Control Procedures for Spare Parts

Can Yörür[1] , Ömür Özkardeşler[2]
[1] Universitaet Duisburg Essen / Master of Science in Mechanical Engineering
[2] Universitaet Duisburg Essen / Master of Science in Mechanical Engineering
DHL Supply Chain Turkiye
Çubuklu Mah. Orhan Veli Kanık Cad. No9 Beykoz Istanbul Turkey
Can.Yorur@dhl.com, Omur.Ozkardesler@dhl.com

ABSTRACT

Spare parts or service parts management was always a critical problem. However, at the past because of simple machines types, production managers did not sense its criticality. Today, with the increased number of complex machines, the need for better maintenance strategies rose in order not to damage service strategy of a company.

The current ERP systems that are functional mainly use simple algorithms to define the stock levels of the spare parts. However, spare parts stock management should be examined in a different way compared to the usual methods.

This publication is going to inform the reader about the ways to control and define the inventory levels of the Spare Parts without using common approach that is currently used in the industry.

ÖZET

Yedek parça ya da servis parça yönetimi her zaman kritik bir problemdi. Ancak geçmişte, ürün yöneticileri basit makine türleri nedeniyle kritik problem hissetmediler. Bugün, kompleks makinaların sayısının artmasıyla, bir şirketin hizmet stratejisine zarar vermemek için daha iyi bakım stratejilerine ihtiyaç da arttı.

Mevcut fonksiyonel ERP sistemleri, yedek parçaların stok seviyelerini tanımlamak için basit algoritmalar kullanmaktadır. Ancak, yedek parça stok yönetimi, olağan methodlara kıyasla farklı bir yöntemle incelenmelidir.

Bu yayın, okuyucuya endüstride kullanılan ortak yaklaşımları kullanmadan, Yedek Parça stok seviyelerini kontrol etme ve tanımlama yolları hakkında bilgi verecektir.

Key words: SpareParts, ServiceParts, Maintenance, Supply Chain Management, Inventory Management

1 INTRODUCTION

Spare parts or service parts management was always a critical problem. However, at the past because of simple machines types, production managers did not sense its criticality. Today, with the increased number of complex machines, the need for better maintenance strategies rose in order not to damage service strategy of a company.

In literature, maintenance action is defined as “the set of actions pertaining to maintaining or restoring a system in a specified state or in a state of readiness to accomplish a certain task” (Diallo, Ait-Kadi, & Chelbi, 2009). As understood from the definition of Diallo et al. (2009) the maintenance action is a set of actions, which can be categorized as preventive and corrective maintenance. One can conclude that the demand that leads to the preventive maintenance is an authorized demand, which means the time and the quantity of demanded part is previously determined. On the other hand, the subject of corrective maintenance is a result of demand, which is created after a breakdown. From the realistic point of view, the breakdown cannot be cannot be clearly defined. This fuzzy situation is stochastic and can be predictable by forecasting. The condition that is faced at corrective maintenance makes it much more complex than preventive maintenance.

From the logistics point of view, this maintenance problem is uniquely defined and named as spare parts logistics or service logistics. From the article of Boylan J.E. and Syntetos A.A. (2008) the spare parts logistics is divided into three categories:

- Technical systems under client control (e.g. machines in production departments, transport vehicles in a warehouse);
- Technical systems sold to customers (e.g. telephone exchange systems, medical systems in hospitals)
- End products used by customers (e.g. TV sets, personal computers, motor cars)

For the technical systems under client control, a department manages the maintenance operations and inventories of service parts. For the technical systems sold to customers, a department, which is managed by supplier, operates with the same principle that is defined for the department for the technical systems under client control. These departments gather data about planned maintenance activities and the breakdown and utility rates of the parts or machines. By the help of these different data types, the department tries to identify an inventory strategy for the upcoming demand conditions. For the last part, the end products used by customers, the department has unreliable and insufficient data from the customers or the vendors. Most demand arises from purely corrective maintenance (e.g. on TV sets, personal computers) required in the case of a defect. Even when preventive maintenance occurs (e.g. on motor cars), prediction is complicated because of the unknown 'maintenance concept' of consumers. For example, customers may not bring in their cars at the correct time for a service, or may not bring them in at all. In many practical situations where end products are used by consumers, the vendor must gauge demand for service parts from the demand history alone. Such demand patterns are often sporadic, with occasional 'spikes' of demand (Boylan & Syntetos, 2008).

Above the concept of spare part is handled from the maintenance perspective but one can also classify the spare parts as consumable or repairable. The consumable ones can be usually defined as cheap, small, and fast moving like screws, bolts, or pens. However, for the repairable items, the subject is somewhat different. They are usually expensive and slow mover like gearboxes, heat exchangers, and bearings.

Companies are stocking spare parts in order not to be effected by the long downtime because of the maintenance. The downtime of a machine is highly related with the replenishment lead-time of the in needed spare part, which is not available on the shelf. The critical point, which is a subject of inventory management of spare parts, is to determine how much to stock, what to stock, and when to stock. However, an inaccurate planning by the management, like excess storing spare parts, leads to an increase of the cost of goods that the company produces.

From the article of Diallo, Ait-Kadi, & Chelbi, in 2009; a perfect answer to the question of "what is a spare part?" can be found "Spare parts are designed for specific usage, their consumption is highly random, and their replenishment lead-times are variable and often unknown. Moreover, these parts can be subject to obsolescence or degradation while in stock, and they are also hardly resalable. Therefore, an inventory control procedure is needed to select the components, which should have spare parts in stock." This inventory control procedure can be implemented by the help of the data that is taken from Original Equipment Manufacturer (OEM) of the part or from the demand history of the spare part.

In order to decrease the costs of the goods that are produced, the management of the spare parts has to be done efficiently. However, this inventory management procedure is very complicated task. This complicated structure arises as a result of the stock keeping units (SKUs) that are stored in the spare parts warehouse. "Different stock keeping units (SKUs) are associated with different underlying demand structures, which in turn require different methods for forecasting and stock control. Consequently, there is a need to categorize SKUs and apply the most appropriate methods in each category. The way this task is performed has significant implications in terms of stock and customer satisfaction" (Boylan, Syntetos, & Karakostas, 2006). As it is expressed above, the path that is starting with the categorization of the demand patterns, continuing with finding the right forecasting

procedure, and lasting with the generation of a stock control method, is very crucial for an efficient inventory management system.

After this short motivation about spare parts management, we will try to summarize our aims for writing and structure of the paper. Working on a project, making some analysis and trying to derive something that is useful is always an important issue. However, the most crucial thing is applicability of the project to the problems in real life.

The derivations considered throughout this paper is done not only for the improvement of the stock control policy but also to give an example about how to derive one for the needed service parts. To sum up;

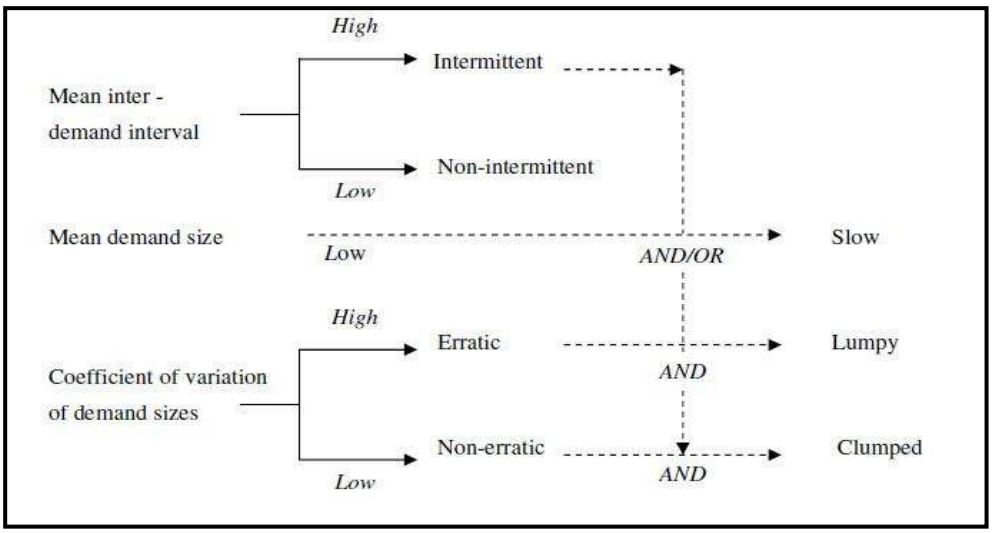
- The derivations must be simple and realistic in order not to create a misunderstanding.
- The derivations must not point out for a specific usage but they must also be implemented for other spare parts.

2 Demand Patterns and How to Categorize Spare Parts

The demand pattern for the spare parts are mainly intermittent. The categorization of the spare parts are done by the analysis of the relationship between zero and positive demand observations. By Syntetos in 2005, the first demand classification procedure is designed as erratic, lumpy, smooth, and intermittent. Demand classification is done for every intended article by periods of lead-time demand.

In order to identify an accurate inventory control procedure, the first step is the categorization of the spare parts according to their demand patterns. As a result of this categorization, an appropriate forecasting method can be selected and used for the further calculation of stock control method.

Demand for spare-parts can be also named as non-normal demand. Infrequent demand occurrences or irregular demand sizes, when demand occurs, do not allow lead-time demand to be represented by the normal distribution. In these cases, demand will be called non-normal (Boylan, Syntetos, & Karakostas, 2006). To categorize non-normal demand and to give a better understanding of the demand nature, a categorization structure has been developed.



***Kaynak**: Boylan, Syntetos, & Karakostas, 2006*

Figure 4 Non-normal demand categorization structure

To explain the categorization structure, the first column is designed according to the demand nature of the part, second column defines the demand structure as erratic or intermittent and for the last column, and the combinations of the demands at the second column are defined. It is worth to impress that this categorization structure is built on the forecasting-categorization of Syntetos et al. (2005) which will be explained thoroughly afterwards.

To define the demand patterns that are represented in the categorization structure (Ferrari, Pareschi, Regattieri, & Persona, 2006):

- intermittent demand, which appears to be random, with many time periods having no demand,
- erratic demand, which is (highly) variable, the erratic nature relating to the size of the demand rather than the demand per unit time period,
- slow moving (smooth) demand, which also occurs at random, with many time periods having no demand. Demand, when it occurs, is for single or very few units,
- lumpy demand, which likewise seems random, with many time periods having no demand. Moreover, demand, when it occurs, is (highly) variable. The lumpy concept corresponds to an extremely irregular demand, with great differences between each period's requirements and with a large number of periods with zero requirements.

When examining the demand patterns of spare parts, we cannot have a demand which is smooth and also continuous. This sort demand pattern arises difficulties when defining a forecasting and inventory control procedure. Throughout the literature, erratic and slow moving demand patterns are identified by their irregular demand patterns. Moreover, erratic demand has a demand with a change in size and slow-moving demand has a demand low in size.

It is important to identify the causes before thinking about the results, so as a starting point of the project, the attention is given to identify the sources of erratic demand before the definition of the forecasting and inventory control procedure. Several definitions are taken from different researchers.

From these definitions, one can understand that as a result of the number of the small and large consumers or the variability of the frequency of the demand can lead to erratic demand. Moreover, correlation between the consumers, the frequency of the repair of a spare part, and the part utilization rate can have a significant impact on the identification of demand pattern.

For the definition of an inventory control and also forecasting procedure, the usual methods are not suitable for the erratic demand nature. At the next chapter, several forecasting procedures will be examined in order to identify the right inventory control procedure or stock holding policy.

3 FORECASTING METHODS

As it is understood from the topic of the chapter, the demand patterns are analyzed by three most popular forecasting methods. These are simple exponential smoothing (SES), Croston's method, and Syntetos & Boylan method (approximation method or S&B method). The analyses are carried on for exponential smoothing by changing the smoothing constant from 0.1 to 0.9 with an increment of 0.1. For other two methods, the smoothing constants are changed independently from each other with the same logic that is implemented in exponential smoothing. Moreover, the comparison of the methods are done by mean average percentage error method (MAPE) and the best forecasting method is chosen for the derivation of the optimal stock control policy.

In the literature, the forecasting methods are categorized under three major approaches. These approaches are named as judgemental, quantitative, and technological.

- The judgemental approach is mainly used in societies like government and business. By the guidance of the society based judgement and harmony or agreement a forecast can be defined.
- The quantitative approach can be used if there is enough data to examine ongoing nature of the demand and by regarding to the data, it tries to identify relationships. Moreover, because of its unique property, the quantitative approach becomes the best and most widely used method in the literature for the service parts. This method is also divided into two categories like time-series method and casual method.
  - Time-Series Method; has an aim to analyse the historical data. The observations are done based on successive times or periods. Then the forecast is done according to these successive analyses.
  - Casual Method; has an aim to identify the relationship between the past and also forecasted incidents and uses the relationship at the future forecasts.

• Finally, the technological approach can be used to examine the history of technological, communal and financial situations and forecasting is done according to these observations.

As it was implied before, quantitative approach can be used for the forecasting of spare parts. Assuming to have enough historical data, the forecast methods under time-series method will be the best choice.

Different kinds of forecasting methods can be found in literature;

Table 1 Summary of Popular Forecasting Methods

No.	Method	Abbreviation	Description
1	Additive Winter	AW	Assumes that seasonal effects are of constant size
2	Multiplicative Winter	MW	Assumes that seasonal effects are proportional in size to the local de-seasonalized mean level
3	Seasonal regression model	SRM	Used in time series for modelling data with seasonal effects
4	Component service life (replacement)	MTBR	Estimates of the service-life characteristics of the part (MTBR = mean time between replacement), derived from historical data
5	Croston	Croston	Forecasting in case of low and intermittent demand
6	Single-exponential smoothing	SES	Forecasting in case of low and intermittent demand
7	Exponential weighted moving average	EWMA, Holt	An effective forecasting tool for time series data that exhibits a linear trend
8	Trend-adjusted exponential smoothing	TAES	Forecasting time series data that have a linear trend
9	Weighted moving averages	WMA	A simple variation on the moving average technique that allows for such a weighing to be assigned to the data being averaged
10	Double-exponential smoothing	DES	Forecasting time series data that have a linear trend
11	Adaptive-response-rate single-exponential smoothing	ARRSES	Has an advantage over SES in that it allows the value of α to be modified in a controlled manner as changes in the pattern of data occur
12	Poisson model	POISSON	Models based on the Poisson distribution with the definition of a customer's service level
13	Binomial models	BM	Methods based on the binomial distribution

***Kaynak**: Ferrari, Pareschi, Regattieri, & Persona, 2006*

After summarizing the forecasting methods that are widely used in literature, the next step must be the identification of the methods that can be used in the forecasting of spare parts demand. As implied before, the forecasts, which are done by usual trend analysis and without classification, are not efficient for the spare parts because of their sporadic demand nature. As a result of these ineffective results, a new table can be built based on 1;

Table 2 Forecasting methods based on categorization

	Categorization of the demand			
Forecasting methods	Intermittent	Erratic	Slow moving	Lumpy
Additive Winter (AW)		•	•	
Multiplicative Winter (MW)		•	•	
Seasonal regression model (SRM)		•	•	
Component service life (replacement)		•	•	
Croston	•	•	•	
Single-exponential smoothing (SES)		•	•	
Double-exponential smoothing (DES)		•	•	
Exponentially weighted moving average (EWMA)		•	•	
Trend-adjusted exponential smoothing		•	•	
Weighted moving averages	•	•	•	•
Adaptive-response-rate single-exponential smoothing		•	•	
Poisson models	•		•	
Binomial models	•	•	•	•

***Kaynak**: Ferrari, Pareschi, Regattieri, & Persona, 2006*

After the examination of the Table 2, one can understand that Single Exponential Smoothing method can be used for erratic and slow moving demand and the Croston's method can be used for intermittent, erratic, and slow moving demand patterns. As it is also implied at the introduction part, the analysis, that are done on the spare parts are built on these two methods which will be explained much more deeply in the next section.

Continuing from the categorization of the demand pattern, the next step is the determination of the correct smoothing parameter by changing smoothing constant(s) in the forecasting techniques like Exponential Smoothing, Croston's Method, and Approximation Method in order to have optimal forecasting results.

Moreover, finding optimal forecasting results is implemented by forecasting accuracy tests according to the forecast measurement tools such as Mean Average Percentage Error (MAPE) and Mean Square Error (MSE). Furthermore, the accuracy tests are done based on Mean Average Percentage Error measurement tool in the analyses.

As a result of determining the best smoothing constant with the lowest error, one can continue the next step as the construction of an appropriate inventory stock policy which will also be the next chapter of this paper.

4 IDENTIFICATON OF AN INVENTORY CONTROL POLICY

The possible review policies for the intended spare parts are considered and according to the justification; continuous review policy is chosen for the selected spare parts. After the determination of the review policy, a general stock control policy is designed.

When building up an inventory control policy, one must make a choice out of two different demand patterns, which are deterministic and probabilistic. The demand structure of the deterministic demand pattern can easily be forecasted or evaluated. However, we can not admit the same thing for probabilistic demand. In probabilistic demand, random demand incidents make the forecasting difficult which in return the derivation of an inventory control policy becomes also difficult.

The demand for spare-parts, which categorized as intermittent and erratic demand is also a member of probabilistic demand. This demand structure arises the difficulty of determining the safety stock level, which is the most critical issue for the derivation of a stock control policy.

In addition to the introduction part above, the reader must be informed about the terminology, which will be used in this paper.

If the stocked articles in an inventory or in a warehouse have a probabilistic demand pattern, a classification can be made for the stocked articles, which is done at the book of Silver at 1998:

On-hand stock: is the stock that is on the shelf. The quantity on the shelf cannot drop to a negative quantity.

Net stock: (On hand) – (Backorders)

The quantity of net stock can be negative if the item is backordered.

Inventory position (Available stock):

Inventory position = (On hand) + (On order) – (Backorders) – (Committed)

On order: articles that are requested from the supplier

Committed: the quantity at the above equation if such stock cannot be used for other purposes in the short run.

Safety stock: the net stock level that will be at hand until the reordered quantity arrives to the warehouse. These above terminologies are used for the warehouse operations. In addition to them, there are two more definitions, which are used when an inventory faces an out of stock condition.

Complete backordering (Backlog): is the demand that is fulfilled at the time when the reordered quantity arrives.

Complete lost sales: is the lost demand because of the stock out condition. In other words, because of the stock out, the customer fulfills his demand from another supplier.

After identifying the usual terminologies that are used in inventory operations, it is time give a clear start to derive the inventory control policy beginning with the tasks that must be accomplished.

How to Build Up an Inventory Control Policy:

The information from Silver et al. (1998), in order to develop a stock control policy, three critical questions must be answered:

1. How often should the inventory status be determined (which inventory control policy)?
2. At what instants should, an order for replenishment of an article must be placed?
3. How much should be the replenishment quantity?
4. However, to have the answers for the above ones, the manager must fulfill the upcoming questions:
5. What is the criticality level of the item?
6. How should the stock level of the item checked continuously or periodically?
7. What type of inventory policy should be implemented?
8. Does the service level targets and costs are set? What are they?

Item Criticality Analysis:

For a warehouse, none of the stored items has the equal importance or criticality. Because of the vast variety of articles in stock and financial restrictions, the warehouse managers tried to divide the items into groups. These groups are created usually;

- According to the A-B-C classification or Pareto analysis;
- According to their demand variance;
- According to their criticality analysis like Failure Mode Effects and Criticality Analysis (FMECA) or Failure Mode Effects Analysis (FMEA).

After the grouping, the priorities are defined across the groups for taking the right action at the right time. The articles that are used for the project of this paper, are categorized according to their demand and demand lead-time data. From the pool of article data, four samples are selected and analyses are done over these articles. The answer to the second question about how should the stock level of the item reviewed, leads us to the definition of review interval (R). The review interval is the elapsed time between to inventory reviews. According to this review interval, one can find two classifications of reviews throughout the literature.

Continuous Review Policy:

- As easily be understood from the topic, it is the action of continuously checking and knowing the status of the inventory. However, this review issue usually done after each inventory operation like delivery, demand or retrieval of an article.

Advantages:

- Appropriate to implement this policy for slow moving items
- Uses same service level for the articles
- Need of less safety stock
- Disadvantages:
- Randomized task distribution of the staff.
- Expensive to implement this policy for fast moving items

Periodic Review Policy:

- As the topic implies, the inventory level is checked only after predetermined points of time (R).

Advantages:

- Making reorders of different articles at the same time.
- Easy to guess the tasks of the staff.

Disadvantages:

- Possibility to stock-out between to review points

This section identifies the steps of how to derive an inventory control policy for a selected spare part. Review policies are the main issue that the inventory managers must concentrate. By the help of the review policies, management team of the warehouse defines the instances of the inventory checks.

According to the determined review policies, management team also identifies review techniques for the inventory replenishment. These techniques are (s,Q), (s,S), (R,S) and (R,s,S).

5 DERIVATION OF THE REORDER POINT

The goal is the determination of the reorder point according to the selected inventory control policy. Safety stock and previously made forecasts are considered for the calculation of the reorder point. The safety-stock calculation is done by considering, variability of lead-time demand forecast error and safety constant which is derived from service equation.

As a starting point, an explanation of the theory of order quantity will be a perfect choice. The theory defines measures for an article as a reorder point and an order quantity. The derivation of order quantity that is done in the analysis of this paper mainly connected to the average demand per replenishment lead-time and customer service level.

However, the derivation of the optimum reorder point is much more complicated like the need of finding the optimum forecasts, using the right customer service level, defining the optimum safety stock with the right safety constant, and the estimation of the demand variance over a lead-time demand period (replenishment lead-time).

The subject of replenishment lead-time is a critical issue for order calculations. The replenishment lead-time is the time elapsed between the order placement and order retrieval from the supplier. Therefore, the goal of the inventory is not to face a stockout condition by optimally arranging the reorder point according to the expected (forecasted) demand during the replenishment lead-time.

The determination of the re-order point (s) is done using the following relationship:

$$\mathbf{s} = \widehat{\mathbf{x_L}} + \underbrace{\mathbf{k\sigma_L}}_{\textbf{safety stock}}$$

Equation 0.1 Reorder Point

s - reorder point

$\widehat{x_L}$ - forecasted (expected) demand over the replenishment lead-time

k - safety constant

σ_L - standard deviation of forecast errors over the replenishment lead-time

From the above equation, $\widehat{x_L}$ is derived and chosen by the forecast analyses that is expressed in chapter **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**. Where, the data about the selected articles are analyzed by changing the smoothing constants and forecasting methods.

Now, the question can be how to determine the safety stock, which is derived in the next section.

<u>Safety Stock Calculation:</u>

Safety stock is a buffer stock that is designed to protect an article against a stockout condition during the replenishment lead-time.

Safety Stock = $\mathbf{k\sigma_L}$

Equation 0.2 Safety Stock

To calculate the safety stock, one has to understand the derivation of the two variables; one is *k (safety constant)* and the other is *"σ_L" (standard deviation of forecast errors over the replenishment lead-time).*

6 CONCLUSION

The warehouses examined from the view of spare parts storage and a computer program invented to optimize the inventory control policy of the stored articles. The first part was an introduction to the upcoming chapters. At the second part, information about the demand patterns given and also ways to categorize the spare parts explained to the reader. The third part covers, the forecasting techniques and forecasting comparison methods. Identification of an inventory control policy by giving information about how to build one and explanation of review policies are covered in chapter four. The next chapter examines the derivation of reorder point and safety stock.

The main goal of this paper is to review inventory control procedures, which can also be implemented for the future applications, and for other articles, which are not, selected in the range of the analyses. It is obvious that the management of the spare parts in a cost-effective way is a critical issue for every production plant or for every company that makes production.

The warehouses intended to build to supply maintenance activities and also breakdown situations in order not to stop production. All warehouse activities are carried on the basis of (s,S) inventory control policy. If this control policy will be used for future applications, it is better to implement a further research on this issue. Furthermore, (s,Q) inventory review technique, which is the subject of this paper, can be applied as a new review policy. It is also similar to the (s,S) policy and only differs from the point of replenishment quantity.

The stored parts have mainly an erratic or intermittent demand nature that we can describe as random demand sizes with sporadic transactions. Moreover, some parts have also a slow moving demand nature again with sporadic transactions.

From one point of view, the issue of the spare parts storage can be very complex because of its demand nature and also other unpredictable disturbances. However, the management must know that it is not always a complex issue. But how can a management team make it simpler?

- By scheduling in advance, the requirement of a spare part. These parts usually high in volume parts.
- By scheduling in advance, the maintenance activities. If the maintenance activities known before the action, then the management team can take a counter action to fulfill the spare part demand. These actions can be easily known by the computer systems like SAP/R3.
- If the management team can standardize the size of the demands and also replenishment lead time. By standardizing the demand size, management team can previously predict how much demand will there be. By fixing replenishment lead time, the management team can lower its stock levels without making complex stock level calculations. If the lead-time can not be fixed, then an assumption has to be made otherwise, recording the delivery dates of the articles, a lead-time analysis must be done.
- For slow moving articles, which are usually large in volume parts like heat exchangers or its parts or maybe filters for production plants, mainly have high insurance cost and have critical importance for production. Although they are critical, the management does not have to make forecasting but they need to hold more than one spares in case of a breakdown. However, too much stocking is also a bad idea that can make a spare outdated.
- The management team does not have to make forecasting and identify stock levels for every single article. The main issue is to identify the important parts that can cause the production to stop and lose money in case of a breakdown. Thus, a team must be built for the identification of the critical parts in the production process. Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA) or Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) can be implemented for the identification process. After the identification further studies can be made on the selected parts.
- To make accurate forecasting and to identify a valid inventory control technique, the management must concentrate on the computer softwares that are programmed just for this intention.

As it is known, SAP/R3 has a module that is called Advanced Planner Optimizer (APO). Where, the software overcome all of the planning issues including demand planning and supply network planning and deployment.

REFERANCES

[1]. Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2008). Forecasting for Inventory Management of Service Parts. In K. A. Koobacy, & D. Murty, Complex System Maintenance Handbook. Springer Series in Reliability Engineering.

[2]. Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2008). Spare parts management: a review of forecasting research and extentions. IMA Journal of Management Mathematics .

[3]. Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2009). Spare parts management: a review of forecasting research and extentions. IMA Journal of Management Mathematics .

[4]. Boylan, J., Syntetos, A., & Karakostas, G. (2006). Classification for forecasting and stock control: a case study. Journal of the Operational Research Society , 59, 473-481.

[5]. Croston, J. (1972). Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. 23 (3).

[6]. Diallo, C., Ait-Kadi, D., & Chelbi, A. (2009). Integrated Spare Parts Management. In D. Ait-Kadi, M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, & J. Knezevic, Handbook of Maintenance Management and Engineering. Springer London.

[7]. Eaves, A. (2002). Forecasting for the ordering and stock-holding of consumable spare parts.

[8]. Eaves, A., & Kingsman, B. (2004). Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts. 55, 431-437.

[9]. Ferrari, E., Pareschi, A., Regattieri, A., & Persona, A. (2006). Statistical Management and Modeling for Demand of Spare Parts. In The Springer Handbook of Engineering Statistics. Springer.

[10]. Ghobbar, A., & Friend, C. (2002). Sources of intermittent demand for aircraft spare parts within airline operations. 8, 221-231.

[11]. Heuts, R., Strijbosch, L., & van der Schoot, E. (1999). A combined forecast-inventory control procedure for spare parts. Faculty of Economics and Business Administration; Tilburg Universty.

[12]. Hyndman, R. J. (2006). Another look at forecast-accuracy metrics for intermittent demand. (4).

[13]. McGraw-Hill. (2005). McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology (5th edition ed.). McGraw-Hill.

[14]. Mukhopadhyay, S., Solis, A. O., & Gutierrez, R. S. (n.d.). A comparison of four methods for forecasting lumpy demand.

[15]. Parker, L. L. (2006). Economical Reorder Quantities and Reorder Points with Uncertain Demand. Naval Research Logistics Quarterly , 11 (3-4), 351 - 358.

[16]. Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling (3rd Edition ed.). John Wiley & Sons.

[17]. Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. 21, 303-314.

[18]. Syntetos, A., Boylan, J., & Croston, J. (2004). On the categorization of demand patterns. 56, 495-503.

[19]. Tempelmeier, H. (2007). Inventory Management in Supply Networks. Norderstedt: Books on Demand.

[20]. Willemain, T. R., Smart, C. N., & Schwarz, H. F. (2004). A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. 20, 375-387.

Noise Analysis of Diesel Generators with Coherence Function

Uğur Ölmez[1], Hakan Doğan[2], Murat Uysal[3]
[1,2,3] R&D Center / Teksan Generator
Sancaktepe / İstanbul / 34791 / TURKEY
ugurolmez@teksan.com , hakandogan@teksan.com , muratuysal@teksan.com

ABSTRACT

Today, diesel generators are the most commonly used energy sources in ensuring the continuity of energy production. This contribution of diesel generators to energy production brings with its some disadvantages. One of these disadvantages is the noise problem by the generator during operation. There are different methods for reducing the noise generated from the diesel generator. However, in order to apply these methods, it is important to find the source of the noise. There are many reasons for the noise of the diesel generator. One of these reasons is the vibration caused by the operation of the generator. The purpose of this study is to determine the noise from vibration of the diesel generator. In this study, the coherence function is used to determine the relationship between the sound waves generated by the generator and the structural vibrations of the generator. In this context, a software interface is designed to perform the coherence analysis and to better analyse the sound and vibration data of the generator. By transferring the sound and vibration datas to the coherence function, the relation of the sound and vibration signals in the frequency domain is obtained. With the help of the coherence function, the frequency values of the noise caused by the vibration of the generator have been determined.

Keywords: coherence, sound, vibration, diesel generator.

1. INTRODUCTION

Today, energy needs are increasing day by day and ensuring the continuity of energy is of great importance. The continuity of energy is of even greater importance, especially in areas that are not tolerant of energy interruptions such as hospitals, data centres and telecommunication systems. Diesel generators detect energy interruptions very quickly and work in a very short time to ensure the continuity of energy. For this reason, diesel generators are widely used to ensure energy continuity.

This widespread use of diesel generators causes many different problems. One of these problems is the noise problem that occurs during the operation of diesel generator. As in many industrial machines, diesel generators cause noise pollution and reduce comfort in the environment. For this reason, noise problems should be considered in all process from design to production of diesel generators and precautions should be taken against this problem.

In order to solve the noise problems in the diesel generators, it is necessary to determine the noise source firstly. There are many sources that cause noise in diesel generators. The main sources causing noise in the generator sets are as follows.

- Engine block noise,
- Radiator fan noise,
- AC generator noise,
- Induction noise,
- Exhaust noise,
- Structural based vibrations noise,

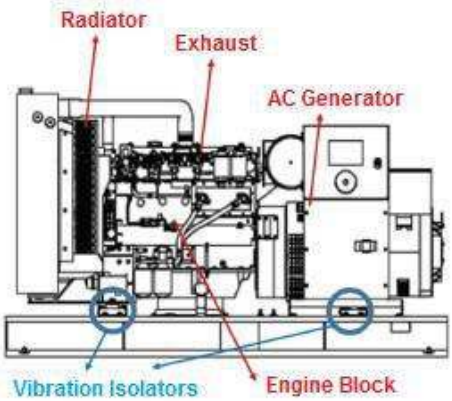


Figure 5 Noise sources in diesel generator [1].

In this study, it was aimed to detect noises originating from structural vibrations. The rotating parts of the diesel generator, such as motor, alternator and radiator generate unbalanced forces. These forces create structural vibrations on the mechanical part of the diesel generator. Structural vibrations of the generator cause low frequency noises [1]. Detection of noise due to structural vibrations will provide significant contributions to reduce the noise level of the generator set.

In order to establish the relationship between structural vibration and noise, sound and vibration data were examined in the frequency band, but a common frequency value cannot be determined. For this reason, it was decided to conduct a coherence analysis in order to establish a relationship between sound and vibration data. A software was developed to perform both coherence analysis and other sound and vibration analysis of the generator, and a software interface was designed to facilitate the use of this software by the user.

In this work, the sound and vibration data of the generator is transmitted to data acquisition device by means of a microphone and a vibration sensor. The data acquisition device transmits the physical signals coming from the external environment to the computer after the necessary amplification and conversion processes. These signals, which are taken into the computer environment, are converted into the desired form after the necessary signal processing works, with the designed software. The obtained signals are taken as input to the coherence function. As function output the relationship between two signals is obtained.

With this software and interface screen, sound and vibration levels were calculated and frequency analysis of these datas was done by Fast Fourier Transform (FFT). In addition, 1/1 and 1/3 octave band values were obtained graphically and octave levels were calculated. The analogue signal from the vibration sensor was obtained as both graph and RMS values as velocity, acceleration and displacement values after signal processing.

2. MATERIAL AND METHOD

In this work, the function of the coherence was used to find the relation between the sound and vibration data of the diesel generators. An acoustic microphone and an accelerometer were used for sound and vibration measurements. The analogue signals from the microphone and the accelerometer were transmitted to the computer using a data acquisition device. Coherence analysis of the voice and vibration data transmitted to the computer was done through the designed software. Frequency domain analysis and octave band analysis of the sound data were performed using the designed software. With this software, acceleration, speed and displacement values of vibration data are examined in frequency domain and RMS values were calculated. Frequency domain calculations were performed using FFT analysis.

2.1. Measurement Equipment

A microphone and an accelerometer was used with together a data acquisition device for sound and vibration measurements of diesel generator. A microphone kit with acoustic microphone and preamplifier equipment was used for sound measurements. For generator sound measurement, an acoustic microphone with have a pressure field measurement system, a pre-polarized and pre-amplifier circuit and a diameter of 1/4 inch was used. This microphone converts the pressure fluctuations of the ambient sound waves into a voltage level. A figure showing the microphone components and its internal structure is shown below.

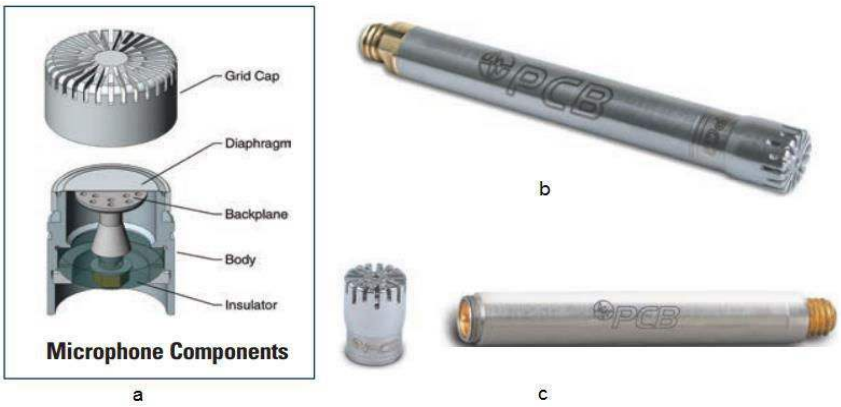


Figure 6**:** a) Microphone inner equipment. b) Microphone kit. c) Microphone and preamplifier separately [2].

The technical specifications of the microphone used are given in the table below.

Table 1 Technical specifications of the microphone [2].

Technical Specifications	
Acoustic	
Microphone Diameter	¼ inch (6
Sensitivity (at 250 Hz.)	1 mV/Pa
Frequency Range (± 2 dB)	4-70000
Distortion Limit (%3	165 dB
Environmental	
Operating Temperature	-

An accelerometer with ± 50g measurement scale was used for vibration measurement of the diesel generator. This accelerometer is a 3-axis miniature IEPE (Integrated Electronics Piezo-Electric) accelerometer. It contains piezo ceramic crystals that provide a stable frequency response up to 12 kHz frequency [3]. A figure giving the frequency response of the accelerometer is shared below.

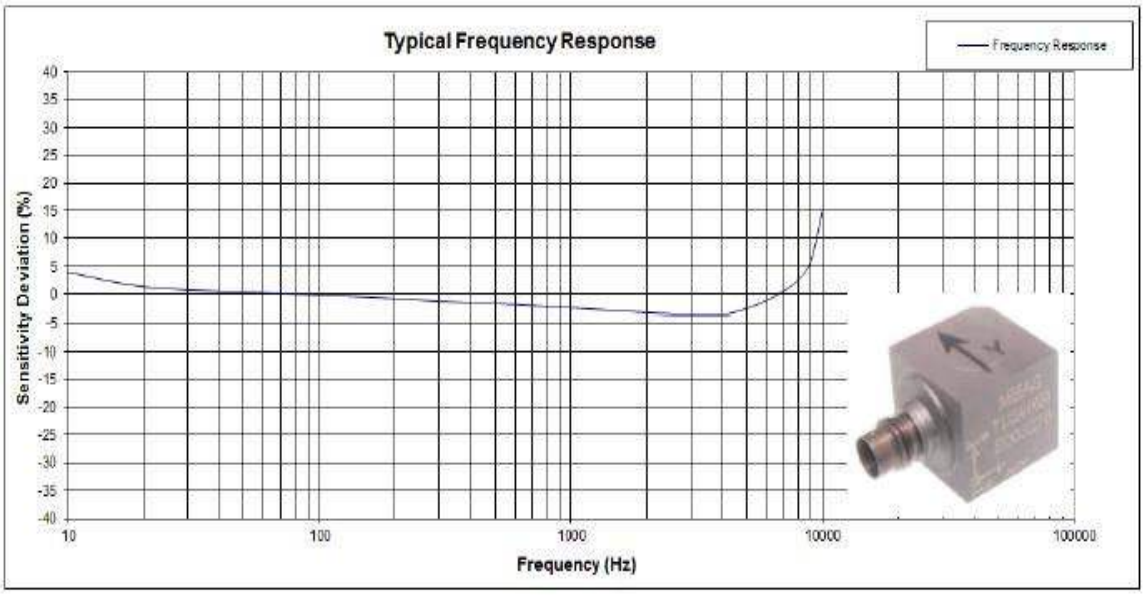


Figure 7: Accelerometer and its frequency response curve [3].

A table showing the technical properties of the accelerometer used in the vibration measurement is shown below.

Table 2 Technical specifications of accelerometer [3].

Accelerometer Specifications		**Notes**
Dynamic		
Range	±50g	
Sensitivity	100 mV/g	±%10
Frequency Response	1-7000 Hz.	±%10
Natural Frequency	37000 Hz.	
Electrical		
Compliance Voltage	18-30 VDC	
Excitation Current	2-10 mA	
Environmental		
Operating Temperature	-55/+125°C	
Storage Temperature	-55/+125°C	

To collect sound and vibration measurements from the physical environment and transmit them to the computer environment, a 4-channel data acquisition device capable of high-accuracy measurements from IEPE sensors was used. The device has the ability to collect data from 4 input channels simultaneously with a sampling rate of 51.2 kS/sec [4]. A figure of the data acquisition device is shared below.

Figure 8: Data acquisition device [4].

A table containing the specifications of the data acquisition device is shared below.

Table 3 Data acquisition device technical specifications [4].

Data Acquisition Device Specifications	
Input Characteristics	
Number of Channel	4 Analogue Channel
ADC Resolution	24 bit
Sampling Mode	Simultaneous
Technical Specifications	
Main Timing Frequency	13,1072 MHz.
Accuracy	± 50 ppm
Sampling Range	Min. 1652 kS/sec. – Max. 51,2 kS/sec.
AC Cut off Frequnecy	4,6 Hz. (-0,1 dB)

2.2. Coherence Function Analysis

The mathematical method used to determine the relationship between two or more signals from a measurement system is called coherence. The correspondence of the normalized cross correlation between the two signals in the time domain is the coherence in the frequency domain. The coherence function is a function that gives the similarity between any two analogue signals, such as x (t) and y (t), in the frequency domain [5].

A multiple input - single output (MISO) model was shown in figure below. Here the X's are the various inputs associated with a single output Y(t) [6]. Goff was first to use this model for source identification of noise in engines. In this model Z(t) is uncorrelated back ground noise [7].

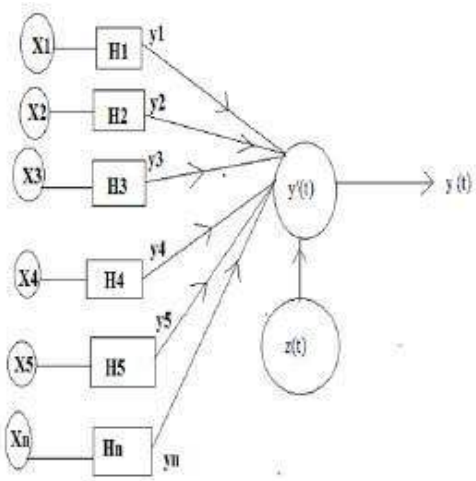


Figure 9 Engine MISO coherence model [6].

In frequency domain the Fourier transformation of output Y´(f) and input X(f) are related by relationship:

$$Y'(f) = H(f).X(f) \quad (1)$$

The transfer function H(f) between input and output signals given by relationship:

$$H(f) = \frac{S_{xy'}(f)}{S_{xx}(f)} \quad (2)$$

Where Sxy´(f) and Sxx(f) are cross spectral density and auto spectral density functions defined by following relationships :

$$S_{xy}(f) = \frac{1}{T}[X'(f).Y'(f)] \quad (3)$$

$$S_{xx} = \frac{X'(f).X(f)}{T} \quad (4)$$

The final output function y(t) is sum of uncorrelated noise z(t) and y'(t) equation (2) can be written as:

$$S_{xy}(f) = \frac{X'(f)[Z(f)+Y'(f)]}{T} \quad (5)$$

$$= S_{xz}(f) + S_{xy'}(f) \quad (6)$$

As z(t) is uncorrelated with x(t) the term S_{xz} tends to zero it can be inferred that:

$$S_{xy}(f) = S_{xy'}(f) \quad (7)$$

Hence transfer function gets modified as:

$$H(f) = \frac{S_{xy}(f)}{S_{xx}(f)} \quad (8)$$

The coherence function between input function X and output Y is given by relationship:

$$\gamma^2(f) = \frac{S_{xy}(f)}{S_{xx}(f)*S_{xy}(f)} \quad (9)$$

The coherence function $C_{(v,n)}$ between in diesel generator mechanical vibrations and noise was computed to identify the frequency band in which two signals are strongly correlated. This function can be written mathematically as:

$$C_{(v,n)}(f) = \gamma^2(f) = \frac{P^2_{(v,n)}(f)}{P_{(v,v)}(f)*P_{(n,n)}(f)} \quad (10)$$

Where $P_{(v,n)}$ is cross power spectral density of input signal (mechanical vibration) and corresponding output signal (noise). Where, $P_{(v,v)}$ and $P_{(n,n)}$ are the self-power spectrum of the diesel generator mechanical vibrations X (t) and diesel generator noise Y (t) respectively.

The coherence function essentially gives a measure of the similarity between the given signals and is related to the cross-correlation function. More specifically, the coherence is a measure of the linear dependence of one sign on another [8].

2.3. Software Interface Design for Coherence Analysis

In this study, a signal measurement and processing software interface was designed to detect the correlation of sound and vibration signals. An image of the interface of the software created for this work is shared below.

Figure 10 An image for interface of sound and vibration measurement software.

As seen on the right side of the interface image shared above, the coherence, sound and acceleration values can be analysed in the measurement screen at 1500 Hz bandwidth. On the left side of the same screen is an area showing the setting and measurement results. In this section, under the "measurements" tab are indicators showing generator sound levels and acceleration, velocity and displacement RMS values.

Coherence, sound level and vibration level analysis can be done on the first tab, which is opened in the right part of the graphical display of the software interface. In addition, the other tabs of this section include graphical displays that allow you to do velocity, displacement, 1/1 and 1/3 octave band analysis. In short, with the software prepared, detailed analysis of the sound and vibration measurements of the generator is aimed to find the source of the structural vibrations causing the noise.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

In this study, a generator with a standby power of 21 kVA was chosen to find the relationship between the sound and vibration data of diesel generators. There is a 4-cylinder Mitsubishi diesel engine on the generator. For sound measurement in diesel generators, the operating power recommended in ISO 8528-10 is 75% of the rated generator power in kW. For this reason, the diesel generator was operated under the load of 11.5 kW, which is 75% of rated power of the generator during the test.

In this test run, noise and vibration measurements were taken from many different points of the generator and subjected to a coherence analysis. The test setup of the diesel generator and the figures showing the locations of the accelerometer are shown below.

Figure 11 Generator test setup.

An image of the location of the microphone and accelerometer used in the generator measurement is shared above. During the measurement, the microphone is kept fixed at the midpoint and at a distance of 1 meter from the surface where the accelerometer is located. With the accelerometer, measurements were taken from all the points marked as figure below. Coherence values were examined by taking measurements of vibration and sound from 59 different points on the generator. At the end of the tests, points with high coherence values were determined. The vibration points causing the noise were determined as the result of the coherence analysis. While the critical points are determined, the coherence values as well as the sound and vibration data were taken into consideration.

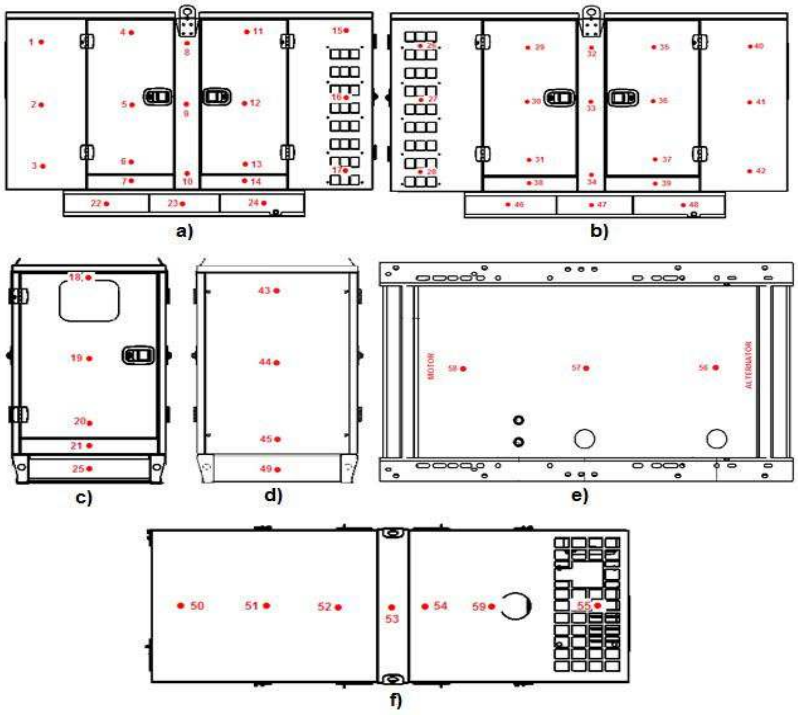


Figure 12 Accelerometer measurement points. a) Left side of the canopy. b) Right side of the canopy. c) Front side of the canopy. d) Back side of the canopy. e) Upper side of the chassis. f) Upper side of the canopy.

A sample graph of the generator's coherence, sound, and vibration measurements is shown below. These measurement graphs belong to the 5th measurement point.

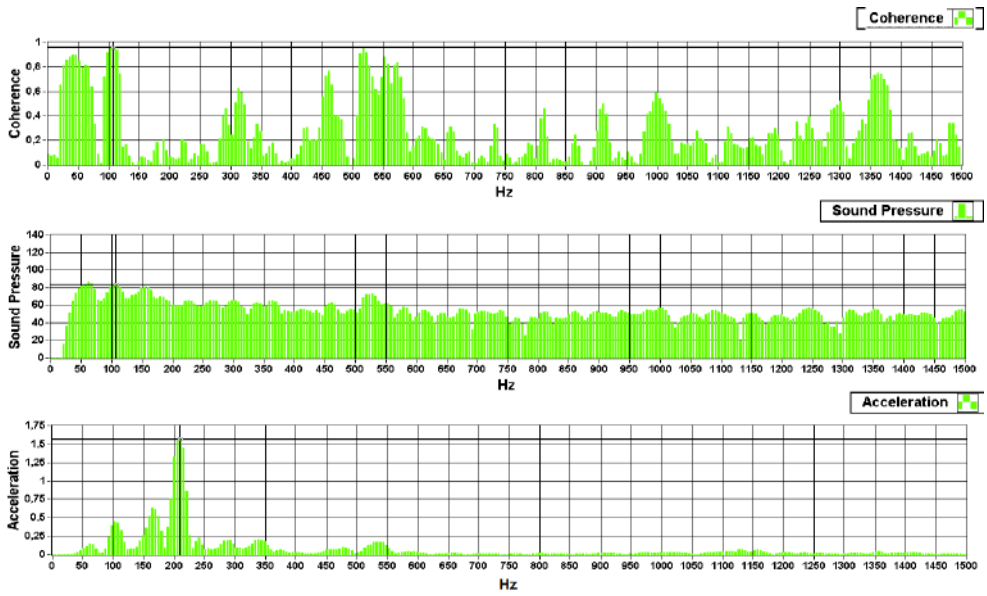


Figure 13 Coherence, sound and vibration measurement graphics.

As a result of the measurements and evaluations made, points with critical frequencies on the generator cabinet are given in the table below.

Table 4 Test results of measurement points with critical values.

Measurement Points	Frequency (Hz.)	Coherence Value	Sound Pressure Level (dB)	Sound Pressure Level (dBA)	RMS Velocity Value (mm/sec)	Leq Sound Level (dBA)
3	148,5	0,88	81,6	68,28	7,1	72,25
	153,6	0,88	82,2	68,81		
	158,7	0,74	81,2	68,84		
15	148,5	0,8	81,7	68,33	3,4	72,78
	153,6	0,89	81,5	68,15		
	158,7	0,92	80,9	67,5		
26	148,5	0,86	82,0	68,63	3,4	73,21
	153,6	0,79	82	68,6		
27	158,7	0,7	81,6	68,28	2	73,37
36	148,5	0,77	83,3	69,94	3,8	72,79
	153,6	0,79	84,6	71,26		
	158,7	0,79	82,7	69,34		
40	143,4	0,87	81,9	68,58	5,6	72,73
	148,5	0,89	83,6	70,21		
	153,6	0,83	83,6	70,25		

4. CONCLUSION

In this study, it was aimed to determine the noise problem caused by the structural vibrations of diesel generators. To achieve this goal, a coherence analysis of sound and vibration data was performed. According to the measurement results, high coherence values were observed at the measuring points given in table 4. The frequencies at which the coherence values at these measurement points are located and the sound levels at these frequencies were also given in the table. Leq sound levels of these measurement points were calculated and compared with frequency based sound levels. These points were critically assessed because the sound levels in these frequencies contain values close to the Leq sound level. In order to reduce the overall sound level of the generator, the vibration levels at the frequencies indicated in these points must be reduced. In the next phase of this study, it is aimed to reduce the vibration values at the specified measurement points. In this way, the noise effect due to the structural vibration of the generator will be clearly seen.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was done using equipment and facilities of Teksan Generator. The authors would like to thank Teksan Generator management for their contribution. This study was also supported by Istanbul University, Institute of Science. The authors would also like to thank Istanbul University for their contribution.

REFERENCES

[1]. Arslan, E., Doğan, H., and Uysal, M. 2016-2/Issue: 11. Noise control solutions in diesel generator sets. *Figes Engineering R&D Magazine*. ISSN: 2147-9550.

[2]. PCB Piezotronics. 2014. 378C10 Acoustic Microphone Technical Datasheet. USA.

[3]. TE Connectivity. 2013. 7132A Accelerometer Technical Datasheet. USA.

[4]. National Instruments. 2015. NI 9234 Technical Datasheet. USA.

[5]. Uçar, H.M. 2008.Signal-based stator isolation fault diagnosis in asynchronous motors. Phd Thesis. İstanbul Technical University.

[6]. Crocker, M. and Hamilton, J. 1979. Modelling of diesel engine noise using coherence. *SAE Technical Paper 790362*.

[7]. Goff, K.W. 1955. The application of correlation techniques to source acoustical measurements. *Journal of Acoustic Society of America* 27(2): 336-346.

[8]. Ayaz, E. and Şeker, S. August-2002. Volume: 1. Issue: 1.Bearing fault diagnosis in electric motors with advanced signal processing. *İtü Magazine/d.* ISSN: 1303-703X.

Effects of Polyethoxy Ester and Polyisobutylene Additives Used in Textile Coning Oils on Emulsion Stability

Ceyhan Çağlar Çapanoğlu[1] , Muhammed Ali Behar[2], Şeyma Hüyüktepe[3], Kübra Kavut[4], Gamze Dalgıç[5]

[1] Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Gebze Technical University, Master of Education ,Kocak Petrol Urunleri R & D Center, Kocaeli, Turkey
ccapanoglu@gtu.edu.tr
[2] Department of Chemistry, Institute of Natural and Applied Sciences, Gebze Technical University, Master of Education, Kocak Petrol Urunleri R & D Center, Kocaeli, Turkey
mbehar@gtu.edu.tr
[3] Department of Chemistry, Kocak Petrol Urunleri R & D Center , Kocaeli, Turkey
technicalservices@speedol.com.tr
[4] Department of Chemistry, Institute of Natural and Applied Sciences, Gebze Technical University, Master of Education, Kocak Petrol Urunleri R & D Center, Kocaeli, Turkey
kubrakavut@gtu.edu.tr
[5] Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Yildiz Technical University, PhD of Education Research Assistant, Istanbul, Turkey
gadalgic@yildiz.edu.tr

ABSTRACT

Anti-spatter and non-staining semi synthetic formed Coning Oil X that is used in textile industry during yarn winding and warping (coning) on polyester yarn as a emulsifiable oil is specially formulated to reduce its oil consumption on cones and provide desired specification. It is aimed to cleaned the yarns completely from coning oil with non-ionic surface active agents; fatty acid ethoxylate polyethoxy ester and not to even splash during working without water with polyisobutylene additives to be anti-spatter purpose. Under normal conditions, it is aimed to reduce the 5% utilization by up to 1% and to ensure the emulsion stability that these additives in the formulated oil are intended to create the following effects: When emulsion in 0,5%- 5,0% with water, emulsion separation rate will be maximum 2% at 60 °C and maximum 0,5% at room temperature. To be increased the performance in harder water by minimum 5% and the emulsion stability will change maximum 1% in harder water (very-hard) than the tap water (moderately-hard) used.

Keywords: Textile Conning Oil, Polyethoxy Ester, Emulsion Stability, Polyisobutylene, Fatty Acid Ethoxylate

1 INTRODUCTION

Textile Coning oil, also known as yarn lubricating oil or anti-static textile oil or coil transformer oil in old name is an emulsifiable oil which can be blended with mineral oils or synthetic oils and the additives which are added to make it emulsifiable and to give it anti-static & anti-splashing properties.

With the increased consumption of bulked yarns for the knitting industries, fiber producers are utilizing modern false twist texturing equipment. This is primarily a draw-textured yarn and the coning oil is applied after texturing on this equipment and yarn supplied to the converter or throwster for subsequent knitting operations. Currently polyester and nylon are the predominant fibers for knitted fabrics. However, other fibers as rayon, acetate, triacetate, acrylic, olefin, modified nylon or blends of these may increase in use as fashion dictates. The use of a low slinging coning oil, as defined within the scope of this invention is applicable to any of the above fibers.For many years, yarn processors had problems with the singing of coning oil during yarn processing. Not only is the slinging of coning oil wasteful but the slung oil creates safety hazards such as slippery walking surfaces in the vicinity of the

coning machines and breathing or skin discomfort where slung droplets explode into a fine mist which contaminates the entire working area. [1].

Prevention of singing or splashing of coning oil can be ensured with adding Poliisobutylene (PIB). Depending on the number average molecular weight (n M) physical properties for PIBs can range from liquids to semi liquids and solids. PIBs have excellent stability to a wide range of chemicals and are soluble in a number of hydrocarbons and chlorohydrocarbons. They have a low glass transition temperature, low specific thermal conductivity, low water permeability, and high dielectric strength. Because they do not corrode metals or leave carbon residues when volatilized or depolymerized low n M PIBs are useful as lubricants, additives, and viscosity modifiers. [2].

Coning oil can broadly be classified as a textile lubricant which must be cleaned and removed on yarns with water perfectly after washing operation. [3].

While conditioning compositions are beneficial for coning, knitting and weaving operations, they must be removed from the thread prior to the dyeing operation. Some conditioning oils are claimed to be easily removable from the thread because they are self-emulsifying in aqueous solution. These so-called Self-emulsifying conditioning oils are self-emulsifying in water, but after they have been applied to thread some change occurs which apparently destroys the self-emulsifying property. [4].

Historically, firstly, soluble oils so-called self-emulsifying are developed with oil soluble sulfonate & triethanolamine oleate. [5]..For the textile oils emulsifiable performance; while removing textile oil rate from yarn was maximum 70% with sodium sulfonates solutions and surface active agents [4]. This rate was increased to 94.4% with sorbitol mono oleate & polioxiyalkylene esters [3].

Esters of high molecular fatty acids and polyethylene glycols or polyethylene glycol monoalkyl ethers are known; these compounds possess surface-active properties and are used in technics as wetting agents, detergents and emulsifiers. [6].

Moderately-hard or very-hard water can be recommended to use in Coning Oil X during blending emulsion. Water having a hardness of 0-7 dH is known as soft (hardness range 1), that having a hardness of 8-14 dh is known as moderately hard (hardness range 2), that having a hardness of 15–20 dH is known as hard (hardness range 3), and that having a hardness of greater than 21 dH is known as very hard (hardness range 4). [7].

The aim of the study is to perform the textile coning oil emulsibility in high performance for cleaning the yarns completely from coning oil with non-ionic surface active agents; fatty acid ethoxylate polyethoxy ester and anti-spatter purpose during working without water with polyisobutylene additives.

2 MATERIAL AND METHOD

Synthetic (GROUP III) and mineral (GROUP I) structured base oils have been selected for use as carriers for the development of the Coning Oil X formula. In this case, suitable emulsifier and additives were selected and blended a constant temperature of 40-50 C for 45-60 minutes at 1000 rpm. The composition of the formula is prepared as shown Table 1 below.

Table 1 Composition of Coning Oil X

Content	%
Base Oils Lubricants	80-90
Polyethoxy Ester	7-12
Poliisobutylene	2-5
Other additives	1-5

Water sample's hardness results were found 14 dH (8-14 dh/moderately hard) and 40 dH (>21 dH/very hard).Water Hardness Kit (Norateks Total Hardness Measurement Kit for dH) was used according to the following directions to determine hardness of the waters that was moderately hard & very hard.to be used for emulsion preparation. The test vessel is rinsed with water to be analyzed. Sample is filled up to 5ml line, Three drops from the Indicator Buffer Solution are instilled. The sample is shaken, If the water is hard, the color of the sample is red, Titration Solution is added

dropwise and shaken after each drop, When the red color at the beginning of the titration turns to green, the experiment is concluded, 1 drop titration solution gives 1 dH.

For the room temperature (24 °C) , water's temperature was measured with termometer, graduated cylinder of 100 ml was used, emulsions were prepared with the rate of 1%, 2.5%, 5% and 10% Coning Oil X and water samples of 14 dH & 40 dH.

For the temperature of 60 C °, water's temperature was heated to 60 ° C during measurement with termometer, graduated cylinder of 100 ml was used, emulsions were prepared with the rate of 1%, 2.5%, 5% and 10% Coning Oil X and water samples of 14 dH & 40 dH.

In emulsion preparing, firstly water samples were filled into the graduated cylinder, then Coning Oil X was completed to 100 ml. Emulsion was shaken for at least half minute untill provided milk emulsion's stability was well. Important data is here, firstly putting water sample into the graduated cylınder then adding oil on the water. In the opposite operation homogen emulsion can not be occurred.

Emulsions's separation rates were observed with visual over 100 ml using chronometer for 1th, 5th, 10th, 30th pH data of milk emulsions as soon as prepared was measured with pH meter (Brand of Hanna, model of HI2211-02/ method of ASTM D 1287). Ph value sould be neutral so ın this study Ph results of all emulsions were measured as > 7 (alkaline)

3 RESULTS AND DISCUSSION

For the Coning Oil X emulsion structure to be made of the selected emulsifier, it should be adaptive to the PIB structure which will provide the non-splashing property under the process conditions in the room and up to 60 ° C temperature, not to resistance during the washing process and when used in processes where the ratio of water to $CaCO_3$ is different, it is ensured in the properties that do not deteriorate the self-structure even in moderately-hard and very-hard water. Therewithal, PIB has been used to prevent separation of oil from the system and ensures not to splash the oil.

In this study, Coning Oil X has been investigated in different ratios about the stability of emulsion and tendency to separate for various time intervals according to different temperatures, different water hardness constructions. Coning Oil X is occurred milk emulsion as shown Figure 1 below.

No separation has been occurred in the emulsion prepared with the moderately-hard water at 24 ° C temperature and Coning Oil X rates of percentage between 1-10 separation ratios at the time of 1th.,5th., 10th., 30th minutes.

Figure 1 Milk Emulsion Image of Coning Oil X with 14 dH water at 24 C ° temperature.

Emulsion prepared with the moderately-hard water at 60 ° C temperature and Coning Oil X rates of percentage between 1-10 separation ratios were compared on a graph at the time of 1th.,5th., 10th., 30th minutes as shown in Figure 2 below.

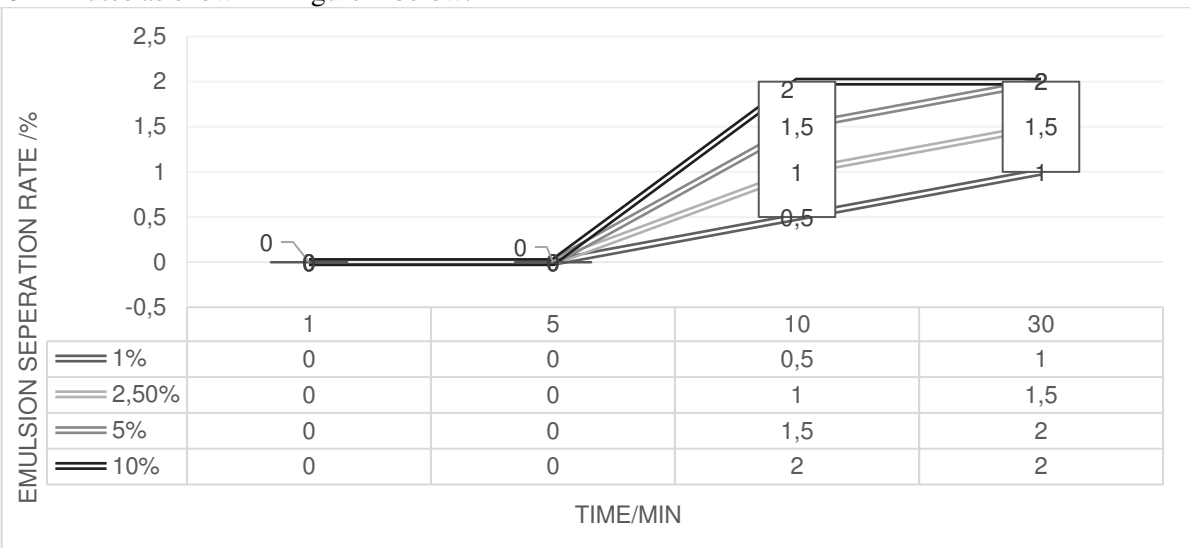


Figure 2 Emulsion Stability Performance Graphic of Coning Oil X with 14 ° dH water at 60 ° C temperature

No separation has been occurred until end of 5th minute for the all emulsions with the percentage of 1, 2.5, 5.0 , 10. Maximum separation rate has been observed 2% for the 5% and 10% emulsion samples at 30th minutes. Under the normal conditions coning oils are used at the optimum percentage of 2.5 in the emulsion for the polyester fibers. So in this study separation rate has been observed under 2% for the 2.5% rate of emulsion sample.

The emulsion stability has been changed 1% in harder water (very-hard) than the tap water (moderately-hard) used at 30th and 60 C ° temperature as shown Table 2 below.

Table 2 Comparing of Emulsion Stability between different temperatures against times for very-hard water.

	Emulsion Separation Rate with very-hard water (>21 dH) at 24 ° C temperature		Emulsion Separation Rate with very-hard water (>21 dH) at 60 ° C temperature	
	2.50%	5%	2.50%	5%
1th min	0	0	0	0
5th min	0	0	0	0
10thmin	0	0	0.5	0
30thmin	0	0	1	0.5

4 CONCLUSIONS

Despite being a sticky PIB used to provide anti-spatter properties in Coning Oil X, it has been determined that the performance ratio of the washing process to 99 % even at room temperature without going out to high temperatures. According to process conditions, when high temperature parameters have considered necessary (around 60 ° C), it has been seen that emulsion stability was separated in 30 minutes only 2 % rate. No separation has been occurred in the emulsion prepared with the moderately-hard water at 24 ° C room temperature even after 30 minutes, although the aimed is maximum 0.5%.

Emulsion has been formed with the existing emulsifier even when the average 5 % utilization rate has been reduced to 1%. When washing has been carried out even in very hard water, the result has been that the stability of the emulsion has not been impaired and the performance of the washing operation has not low. The emulsion stability has been changed 1% in harder water (very-hard) than the tap water (moderately-hard) used. While the consumption of Coning Oil is reduced with PIB structure that prevents of splashing and separating from the system features of Coning Oil, the risk of accidents has been reduced and worker safety has been supported by eliminating the problem of lubrication on floor during the process.

NOMENCLATURE

Coning Oil X : Coning Oil with polyethoxy ester and polyisobutylene additives containing.
dH : German Water Hardness
PIB : Poliisobutylene

REFERENCES

[1] James E. Obetz and Albert R. Tarini, *Coning Oil, Assignee: Diamond Shamrock Corporation, Cleveland, Ohio,* United States Patent Office 3,953,339, Patented Apr. 27, 1976

[2] Stewart P. Lewis, Ph.D. (2008). What are Polyisobutylene and Butyl Rubber? *Innovscience, Executive Summary,* from the World Wide Web: http://www.innovscience.com/Polyisobutylene_and_Butyl_Rubber2.pdf

[3] Lorne W. Sproule and Thomas W. Dixon, *Textile Oils*, Sarnia, Ontario, Canada, Assignors to Standard Oil Development Company, a Corporation of Delaware, United States Patent Office 2,565,403, Patented Aug. 21, 1951

[4] Robert D. Mac Laurin, *Composition on For Conotonıng Thread*, Lakewood, Ohio, Assignor to Industrial Rayon Corporation, Cleveland, Ohio, a Corporation of Delaware, United States Patent Office 2,404,240, Patented July 16, 1946

[5] John B. Holtzclaw, Roselle, and Carl Winning, Elizabeth, N.J. *Soluble Oil*, Assignors to Standard Oil Development. Company, a Corporation of Delaware, United States Patent Office 2,079,803, Patented May 11, 1937

[6] Max Matter, Worb, near Bern, Switzerland, *Polyethoxy Esters Of P-Butylamino. Benzoic Acid,* Assignor, by Mesne Assignments, to Ciba Pharmaceutical Products Inc., Summit, N.J., a Corporation of New Jersey, United States Patent Office 2,714,607, Patented Aug. 2, 195

[7] Karl-Dieter Krenn, Pfungstadt (DE); Dieter Tanzer, Ober-Ramstadt (DE) *Method And Agent For Determınıng Total Water Hardness,* United States Patent US 6,994,973 B2 , Patented Feb. 7, 2006

Milli, Yerli İHA için Soğutma Modülü Geliştirilmesi Projesi
(İnsansız Hava Araçları İçin Soğutma Modülü Geliştirilmesi)

Alper Yeter[1], Ahmet Perut[2]
[1] Kale Oto Radyatör A.Ş.(Ar-Ge Şefi)
[2] Kale Oto Radyatör A.Ş.(Ar&Ge Direktörü)
İstanbul Cad. No:5 41420 Çayırova-Gebze /Kocaeli/TÜRKİYE
alperyeter@kaleoto.com.tr , ahmetperut@kaleoto.com.tr

ÖZET

Ülkemizin etrafındaki güvenlik risklerinin artması ve ülke içinde de terör tehdidinin yeni bir boyut kazanması sebebiyle savunma sanayinde yerlileşme, Türkiye`nin en önemli stratejik amaç ve hedefleri arasına girmiştir. Ülkemizde savunma sanayine yönelik geliştirilen İHA araçları için soğutucu ünitelerin üretimi yapılmamaktadır. Kale Oto Radyatör olarak biz bu hedef doğrultusunda ilk yerli İHA soğutma modül imalatı yapmak amacı ile yola çıktık.

Geliştirilmiş olan İHA soğutma modülü (Radyatör+Intercooler+Aftercooler), ısıl genleşmelere ve termal şoklara uygun, birim yüzey alanı için ısıl performansı yüksek olarak tamamen yerli mühendislik bilgisi ile tasarlanmış, modüler yapısı ile farklı güçteki İHA'larda da kullanılabilecek nitelikte benzersiz bir üründür.

İHA (İnsansız Hava Araçları)'larda kullanılan soğutma modüllerinde en önemli kriter, İHA'ların yüksek irtifada meydana gelen sıcaklık farkları ve termal gerilmeler sonucunda malzemelerde meydana gelen çatlamalardır. Dünyada bu tip zorlu şartlarda çalışabilecek soğutma modülü üretimi yapan firma sayısı sınırlı olup; soğuma modülü için en fazla 600 saatlik çalışma süresi garantisi vermekte ve 600 saat sonrasında soğutma modülünün değiştirilmesini tavsiye etmektedir. Kale Oto Radyatör olarak geliştirmiş olduğumuz Soğutma modülü tüm bu ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte olup, şuan aktif olarak ülkemizde ki İHA'larda kullanılmaya başlanmıştır.

Bu Projenin Firmaya Sağladığı Katkılar , Avantajlar ve Olumlu Çıktılar ;

- Özgün ve Teknolojik ürün Tasarlama ve Üretme yeteneğini arttırmıştır.
- Milli ve yerli imalatçı olarak bu projelerde yer alma ve ilk milli İHA projesi yapma olanağı sağlamıştır
- Elde edilen bilgilerin ve kazanımların diğer hava araçlarına da uygulanmasının önü açılmıştır.
- Benzerlerinden ucuz ama daha yüksek performanslı ve teknolojik ürünler geliştirilmiştir.
- Yüksek yerlilik oranı %80 sağlanmıştır.
- Üniversite ve Teknik Merkezlerle İş Birlikleri sağlanmıştır
- Fuar / Konferans / Seminer ve Etkinliklere katılımın arttırılması sağlanmıştır.
- Fikri mülkiyet kapasitesinin arttırılması (Bu projede 2 adet Kale patenti kullanılmıştır) sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Aracı, Soğutma Modülü, Yerli ve Milli, Savunma Sanayi

ABSTRACT

Increased security risks around our country and because our gaining a new dimension to theterrorist attacked in the defense industry domestication, entered into between Turkey's most important strategic goals and objectives.

There is no any UAV Vehicles coolers developed and manufactured for the defense industry in our country. As Kale Oto Radyatör we have set out with this goal in order to make the first domestic UAV cooling module manufacture.

The improved UAV cooling module (Radiator + Intercooler + Aftercooler) is designed with engineering knowledge for unit surface area, suitable for thermal expansion and thermal shocks. The most important criteria in the cooling modules used in the UAV (Unmanned Air Vehicle) is the cracking of the material measures at the high altitude of the UAVs due to temperature differences and thermal stresses. There is limited manufactures on working cooling modules in such difficult conditions in the world, we recommend changing the cooling module for 600 hours later. It has been developed as Kale Oto Radyatör and we started to use UAV cooling modules, which we have already developed to other projects.

Advantages and Positive Effects of the Project to the Company;

- Increased ability to design and produce original and technological products. As a national and local manufacturer, it enables the project to be the first national and domestic RIA
- Project Implementation of Learned Technology and Benefits to Other Air Vehicles has already been opened.
- Higher performance and technological products have been developed.
- High residence rate of 80% is provided.
- Cooperation with Universities and Technical Centers has been provided
- Increase participation in Fair / Conference / Seminar and Events.
- Increase the ownership capacity (2 Kale patents used in this project).

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Cooling Module, Domestic and National, Defense Industry

1 GİRİŞ

Ülkemizin etrafındaki güvenlik risklerinin artması ve ülke içinde de terör tehdidinin yeni bir boyut kazanması sebebiyle savunma sanayinde yerlileşme, Türkiye`nin en önemli stratejik amaç ve hedefleri arasına girmiştir. Ülkemizde savunma sanayine yönelik geliştirilen İHA araçları için soğutucu ünitelerin üretimi yapılmamaktadır. Kale Oto Radyatör A.Ş. olarak biz bu hedef doğrultusunda ilk yerli İHA soğutma modül imalatı yapmak amacı ile yola çıktık. İHA (İnsansız Hava Araçları)'larda kullanılan soğutma modüllerinde en önemli kriter, İHA'ların yüksek irtifada meydana gelen sıcaklık farkları ve termal gerilmeler sonucunda malzemelerde meydana gelen çatlamalardır. Dünyada bu tip zorlu şartlarda çalışabilecek soğutma modülü üretimi yapan firma sayısı sınırlı olup; soğuma modülü için en fazla 600 saatlik çalışma süresi garantisi vermekte ve 600 saat sonrasında soğutma modülünün değiştirilmesini tavsiye etmektedir. Bu nedenle İHA'ların düşmemesi için sürekli soğutma modülleri değiştirilmektedir.

Geliştirilmiş olan İHA soğutma modülü (Radyatör+Intercooler+Aftercooler), ısıl genleşmelere ve termal şoklara uygun, birim yüzey alanı için ısıl performansı yüksek olarak tamamen yerli mühendislik bilgisi ile tasarlanmış, modüler yapısı ile farklı güçteki İHA'larda da kullanılabilecek nitelikte benzersiz bir üründür.

Dünyadaki İHA uygulamalarında radyatörler düz odacıklı tüp kullanılarak yapılmaktadır. Firmamız farklı olarak soğutma modülünü Kale Oto Radyatör patentli petek yapısı ile geliştirilmiş olup benzer ürünlere göre daha yüksek ısıl gerilim ve termal şoklara dayanıklıdır. Konvansiyonel Intercooler ve Ara soğutucu için düz tüp ve tüp içinde standart türbülatör kullanılırken, firmamız içinde destek parçası olan düz tüp ve tüp içinde geliştirilen türbülatör kullanılmıştır. Yüksek türbülans sayesinde yüksek ısıl verime sahiptir.

Geliştirilen soğutma modülü ile elde edilen en büyük katma değer yüksek fiyatlara ithal edilen soğutma modüllerinde yerli olarak yurt içinde projelendirilmesidir. Böylece ülkemiz için stratejik öneme sahip, savunma ve modern havacılık teknolojisinde en önemli savuma aracı olan İHA' ların soğutma modüllerinde dışa bağımlılık ortadan kaldırılacak, ulusal ve milli çıkarlar gözetilmiş

olacaktır. Geliştirilen soğutma modülünün yüksek fiyatlara ithal edildiği ve sık sık değiştirilme ihtiyacı olduğu düşünüldüğünde sağlanan niteliksel avantajlar, kalite artışı ve artan kullanım ömrü ile önemli bir maliyet avantajı sağlamıştır. İHA Soğutma modülümüzde de Türkiye`de üretilmeyen özel kaplamalı alüminyum malzeme hariç, tamamen yerli malzeme ile üretilmektedir.

Bu nedenle alüminyum şerit, alüminyum plaka, ekstürüde alüminyum parçalar , borular, plastik parçalar, piston ve kelepçeler, malzeme üretici ve dağıtıcıları gibi farklı yan sanayilerin gelişmesine katkı verilecek, katma değer yerli yan sanayiye yayılacaktır.

Firmamız, daha önce ürün gamında yer almayan İHA araçlarının soğutma ünitelerini bünyesine ekleyerek alt yapısını güçlendirmiş, böylece savunma sanayisindeki yerlileşme ve millileştirme hamlelerine önemli bir katkı sağlamıştır. Geliştirilen bu İHA soğutma modülleri ile ülkemizde hali hazırda devam eden diğer İHA araçları projelerinde de aktif olarak görev almasını sağlamış ve ana tedarikçi konumuna yükselmiştir.

Bu proje ile savunma sanayimizde ki, diğer hava araçları modernizasyon ve geliştirme çalışmaları kapsamında firmamız önemli bir rol üstlenmekte olup, ithal edilen sistemlerin tamamen yerli olarak imal edilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda diğer İHA ve Askeri Hava aracı modernizasyon projeleri de aktif olarak devam etmektedir.

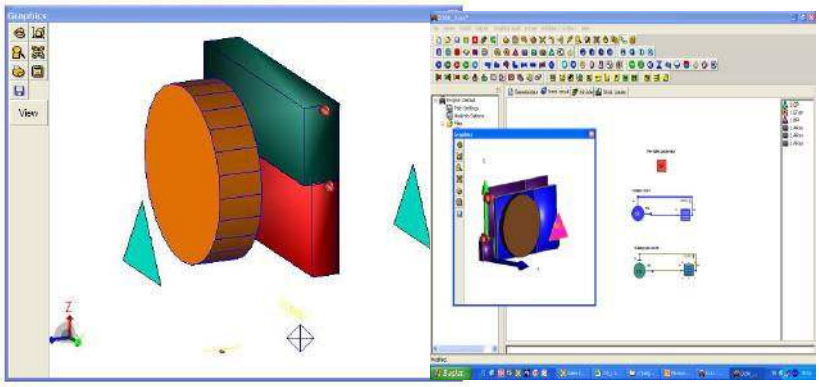
1.1 Literatür ve Benchmark Çalışmaları

Öncelikle, patent ve literatür taramaları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda yapılabilirlik etüdü verilmiş olup, müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi, piyasa araştırması yapılması ve yabancı rakip firmaların ürünleri incelenerek, firmamız bünyesindeki mevcut üretim arasındaki farklar karşılaştırılmıştır.

2 Tasarım Çalışması

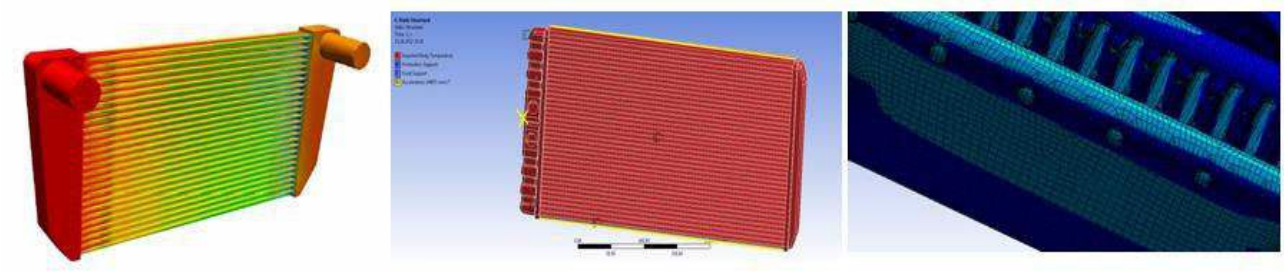
2.1 Ön Tasarım Çalışmaları- Hesaplamalı Akışkanlar Analizleri ve Yapısal Analizler

Soğutma modülü, radyatör, intercooler, Aftercooler radyatörünü barındırmaktadır. Bu aşamada patentine sahip olduğumuz petek yapısına (Bu çalışmada KALE Radyatör firması kendi özgün patentli tasarımını kullanmıştır) bağlı olarak Kale-Rad Soğutucu Simülasyon programları ve Kuli Modül Simülasyon yazılımları kullanılarak ön tasarım oluşturulmuştur. Yapılan tasarımlar HAD analizleri ile incelenmiştir.



Resim 1 İHA Komple sistem üzerine yapılan KULI simulasyon çalışması.

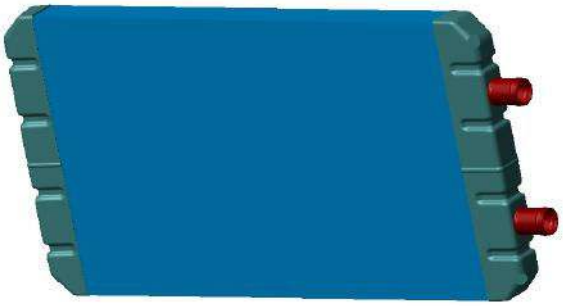
Birim hücre fin simülasyonlarından, gözenekli ortam fin akış ve ısı transferi parametreleri elde edilerek tam ölçekli radyatör modellemesi yapılmıştır. Yapısal analizler- HAD analizleri ile tespit edilen sıcaklık dağılımları ile başlangıç sıcaklık şartı olan 23000 feet için hava sıcaklığı olan -50 °C arasında eşlenik olarak yapılmış ve gerilmeler incelenmiştir.



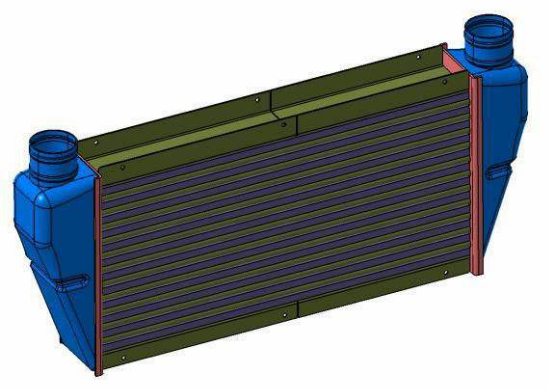
Resim 2 İHA Radyatör/Intercooler Yapısal Analiz Çalışmaları (CFD ve FEA).

2.2 Tasarımın Oluşturulması

Ürün tasarımından sonra ürünü oluşturan alt parçaların tasarımına geçilecek ve proses akış çizimlerine başlanmıştır. Tasarım sürecinde diğer önemli bir parametre termal gerilmelerden dolayı malzeme seçimidir. Bu kapsamda malzeme geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve dayanıklılığı konusunda yurtdışında alüminyum plaka üretim sektöründe lider ve uzman olan özel kaplamalı alüminyum malzeme üreticisi ile işbirliği yapılmıştır.



Resim 3 İHA Radyatör Taslak 3D Modeldir.



Resim 4 İHA Intercooler Taslak 3D Modeldir.

3 Prototip İmalatı

Tamamen yerli mühendislik bilgi birikimi ile gerçekleştirilen ön tasarımlar daha sonra ön imalatların yapılması amacıyla, Radyatör ve Intercooler için tüp plakaları, braketleri, petek sacları, bağlantı kulakları, yan sacları, muhafaza sacları, çerçeve sacları gibi bir çok küçük boyutlu prototip parçaların kalıplarda ve lazerde hassas olarak kesilmesi sağlanmış ve prototip üretimi yapılmıştır.

4 Deneysel Doğrulama Çalışmaları

Firmamız, özgün tasarımını ve kalıp takımını kullanarak yaptığı ürünlerini, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK-17025) tarafından akredite edilmiş olan tam donanımlı Test ve Validasyon Laboratuarında test etmiştir. Bu kapsamda, İHA soğutma modülünün alt parçası olan radyatörler, intercooler, aftercooler radyatörlerinin tanımlı test koşullarına ve metotlarına uygun olarak soğutma

performansı, titreşim, yaşlandırma, korozyon, termal şok, darbeli basınç dayanım, yüksek basınç dayanım, iç temizlik kontrolleri, nem direnci gibi ömür, dayanım ve performans testleri yapılmış ve proje gereksinimleri sağlanmış olduğu raporlanmıştır. Deneysel doğrulama çalışmaları ile elde edilen sonuçlar memnuniyet verici şekilde yüksek başarı ile sonuçlanmıştır.

5 Projenin Yenilikçi Yönü

Savunma sanayi, Türkiye`nin en önemli stratejik amaç ve hedefleri arasına girmiştir. Bu kapsamda Türk Silahlı Kuvvetlerinin orta irtifa uzun havada kalışlı bir İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemi gereksinimleri karşılamaya yönelik İnsansız Hava Aracı (İHA) kamu özel iştiraki ile gerçekleştirmiştir. İHA`ların farklı hava koşullarında farklı uçuş yüksekliğinde uçuş yapabilmesini etkileyen en önemli ekipman soğutma modülüdür. Hava sıcaklığının 40 °C olduğu bir yerden havalanan İHA kısa sürede 7000 metreye (~ 23000 feet) çıkmaktadır. Bu yükseklikte sıcaklık ortalama -50 °C olduğu düşünüldüğünde sıcaklık aniden 90 °C düşmektedir. Aynı zamanda radyatör içerisindeki sıcaklık da 110 °C`ye kadar yükselmekte ve belirtilen uçuş yüksekliğinde sıcaklık farkı 160 °C`ye çıkmaktadır. Bu durum soğutma modülünü ani termal şoklara ve termal gerilmelere maruz bırakmaktadır.

Radyatördeki uzama miktarı metre başına 2 mm`leri bulmaktadır. Radyatörün yan çerçeve sacları termal gerilmelere karşı böyle bir uzamaya izin vermediği için radyatörlerde içerisinden su geçen tüpler çatlamakta ve motor suyu boşalmaktadır. Bu durum İHA`nın düşmesine neden olmaktadır. Kale Oto Radyatör kendi patentlerini kullanarak geliştirmiş olduğu özgün tasarım ve özel kalıplarla yapmış olduğu üretim ile yüksek kullanım ömrüne sahip Radyatör , Intercooler ve Aftercooler geliştirmeyi başarmıştır. Bu kapsam doğrultusunda yapılmış olan yenilikler şu şekildedir:

6 HEDEF Ve ÇIKTILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Firmamız belirtilen özellik ve maliyet avantajı ile ulusal ve uluslararası pazarda önemli bir söz sahibi olmuştur. Firmamızın ön görüsü olan ilk yıl hedefi olan 100 adet İHA soğutma modülü satışı yönünde ki hedeflerine başarı ile ulaşmış olup, üçüncü yıl hedefi olan toplam 300 adet soğutma modülü üretimi sağlayacaktır. Bu ürün, ülkemiz ulusal savunma sanayi için önemli bir mihenk taşı oluşturmuştur.

Yabancı İHA üreticileri ile temas ve ihracat olanakları firmamızca orta vadede değerlendirilecektir. Uygulamanın ana çıktısı İHA`lar için geliştirilen ilk yerli yeni soğutma modülüdür. Bu soğutma modülü içerisinde Radyatör, Intercooler, Aftercooler, barındırmaktadır. Uygulamanın yan çıktıları ise elde edilen bilgi birikimidir. Firmamız bu bilgi birikimi ile farklı boyutlardaki İHA'lar için soğutma modülü geliştirebilme kabiliyetine sahip olurken, savunma sanayi sektörüne giriş yaparak farklı araçlar için de soğutma modülü geliştirme çalışmaları devam etmekte ve devlet destekleri kapsamında projelendirilmektedir.

7 Sonuçlar ve Projenin Firmaya Sağladığı Katkılar , Avantajlar ve Olumlu Çıktılar

- Özgün ve Teknolojik ürün Tasarlama ve Üretme yeteneğini arttırma
- Milli ve yerli imalatçı olarak Milli projelerde yer alma ve ilk milli İHA projesi yapma
- Benzerlerinden ucuz ama daha yüksek performanslı ve teknolojik ürünler geliştirme
- Yüksek yerlilik oranı %80
- Yan sanayinin gelişmesine katkı
- Üniversite ve Teknik Merkezlerle İş Birlikleri
- Fuar / Konferans / Seminer ve Etkinliklere katılımın arttırılması
- Eğitime Desteğin arttırılması
- Fikri mülkiyet kapasitesinin arttırılması (Bu projede 2 adet Kale patenti kullanılmıştır)
- Kurumsal Yönetim anlayışı ile Proje esaslı takım çalışması
- Proje kapasitesinin arttırılması (Uluslararası / Üniversiteler ile ortak Projeler)

Resim 5 Kale Oto Radyatör Ölçüm – Test – Deney Laboratuvarı

(Soğutma Modülü'nün Termal Şok ve Basınç Dayanım Testi)

Resim 6 Kale Oto Radyatör Ölçüm – Test – Deney Laboratuvarı

(Soğutma Modülü'nün Isıl Performans Testi)

KAYNAKÇA

[1] Kale Oto Radyatör A.Ş. , Tasarım Notları 2017, Alper YETER

[2] Kale Oto Radyatör A.Ş. , İyi Uygulamalar Örneği 2017, Ahmet PERUT

[3] Kale Oto Radyatör A.Ş. , Laboratuar Test Raporları 2017, Ar-Ge Test, Ölçüm ve Değerlendirme 2017.

Havacılık Sektöründe Dengelenmiş Hedef Kartı Yöntemine Dayalı Performans Yönetim Sistemi

Sezgi Küçük [1], Nihan Çetin Demirel [2]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
[2] Yıldız Teknik Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
Barbaros Bulvarı, İstanbul, 34349, Turkey
sezgikucuk@hotmail.com, nihan@yildiz.edu.tr

ÖZET

Günümüzde işletmeler rekabetçi ortamda faaliyet göstermektedirler. Sadece finansal tabanlı performans yönetim sistemini kullanmak, işletmelerin rekabet güçlerini korumak veya artırmak için yeterli olmayacaktır. Kaplan ve Norton tarafından geliştirilen "Dengelenmiş Hedef Kartı (DHK)", finansal değerlerin yanında finansal olmayan değerleri de esas alarak, şirket kaynaklarının ve hedeflerinin stratejiye göre planlanması ve düzenli olarak ölçümlenmesini amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; işletmelerin etkin yönetiminde ve performansının ölçümünde kullanılan DHK'nin havacılık sektöründe faaliyet gösteren üretim firmalarında nasıl uygulanabileceğini ortaya koymak, düzenli olarak verilerin toplanmasını ve analizini sağlayan bir yazılım oluşturmaktır. Ayrıca, COPRAS yöntemi ile performans değerlendirilmesi yapılarak, elde edilen DHK sonuçlarıyla karşılaştırılması da edinilen amaçlar arasındadır.

DHK'nin boyutlarının ve ölçüm kriterlerinin ağırlıklandırılmasında Analitik Ağ Süreci yöntemi kullanılmıştır. Şirket, bölüm ve bireylerin DHK'leri oluşturulup, geliştirilen hesaplama metoduna göre performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra COPRAS yöntemi kullanılarak şirketin performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Önerilen DHK modeli ve COPRAS yöntemi ile elde edilen 2016 ve 2017 şirket performans sonuçları karşılaştırılmıştır. MS Excel programında VBA yardımıyla DHK analiz ve takip sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Performans Yönetimi, Dengelenmiş Hedef Kartı, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Ağ süreci, COPRAS

1 GİRİŞ

Performans değerlendirmesi, bir işletmenin belli bir amaca ulaşmasına yardımcı olmak için yürütülen sistematik bir gözden geçirme sürecidir. Performans değerlendirme sisteminin yönetim ve kontrol sisteminin bir parçası olması, işletmelerin kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmesine ve hedeflerine göre performansını ölçmesine yardımcı olur [1]. Performans göstergeleri, işletmelerde karar alma için temel yönetim araçlarıdır. Geçmişte, finansal göstergeler büyük ölçüde performans ölçüm sistemlerinde dikkate alınmıştır; ancak, mevcut performans ölçümü, çok boyutlu yapısından dolayı hem finansal hem de finansal olmayan göstergelere dayanmaktadır [2].

DHK, çeşitli işletmelerin performansını ölçmek için kullanılmıştır. DHK yaklaşımı finansal ve finansal olmayan ölçümleri içerir. DHK'nin stratejisi, nedensel ilişkiler ve sürmekte olan performans ölçütleri ile bağlantılı performansla temsil edilmektedir [3]. DHK, işletmenin strateji tanımı için bir metodoloji sağlayan modern iş yönetimi kavramlarından biridir. DHK, işletmelerde stratejik kontrolün temelidir. Bu yöntem, finansal, müşteri, iç işleyiş, öğrenme ve gelişme olmak üzere dört boyut için işletmede hedef ve ölçümler tanımlayarak, işletmenin stratejisini, misyonunu ve vizyonunu operasyonel faaliyetlere dönüştürür. Bu dört alandaki hedeflerin, aksiyonların ve sonuçların tutarlılığı ve dengesinin sağlanması, bir bütün olarak işletme stratejisinin belirlenmesine ve uygulanmasına izin verir [4].

ÇKKV'yi kullanan performans değerlendirmeleri ile karar vericiler uzun süre ilgilenmiştir. DHK göstergelerine dayanan performans ölçümü için çeşitli ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir [5]. Bu çalışmada DHK-AAS entegrasyonunun kullanılması, DHK uygulamasının ölçütlerin bağımlılıkları gibi bazı geleneksel eksikliklerinin üstesinden gelebilmesinden dolayı gerçek uygulama örneklerini yansıtmak için sağlam bir yaklaşım sağlamaktadır [2]. COPRAS, son zamanlarda dikkate alınan etkili

ÇKKV yöntemlerinden bir tanesidir. Performansı değerlendirmek için DHK'yi uygulayan çeşitli çalışmalar vardır, ancak performans değerlendirmesi için DHK boyutları ile COPRAS gibi yeni yöntemleri kullanan az sayıda araştırmacı vardır [5].

Bu çalışmanın ikinci bölümü kullanılan yöntemlerin kavramsal arka planını literatür taraması ile krkısa bir şekilde sunmaktadır, üçüncü bölümü uygulamayı içermektedir ve dördüncü bölümü ise sonuca yer vermektedir.

2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Dengelenmiş Hedef Kartı (DHK)

Kaplan ve Norton tarafından 1992'de performans ölçüm modeli olarak tanıtılan DHK, performans ölçüm alanında önemli bir yer edinir ve dengeli bir yapıyla neden ve sonuç ilişkilerini birleştirmeye izin vermektedir [2]. DHK, kısa ve uzun vadeli hedefler, finansal ve finansal olmayan ölçütler, ardıl ve öncül ölçütler ile dış ve iç ölçütler arasındaki dengeyi yansıtır. Stratejik hedeflere çoklu ölçütlerin bağlanmasına ve iş hedefleri ile özel taktikler arasındaki stratejik uyumun kavramsallaştırılmasına önem vermektedir. [6]. DHK, üç önemli sorunun üstesinden gelmek için işletmelere yardımcı olmaktadır; etkin organizasyonel performans ölçümü, maddi olmayan varlıkların yükselişi ve stratejinin uygulanması zorluğu [7]. DHK, taktik veya operasyonel bir ölçüm sisteminden daha fazlasıdır. Yenilikçi şirketler, uzun vadede stratejilerini yönetmek için DHK'yi stratejik bir yönetim sistemi olarak kullanmaktadır. Aşağıda belirtilen kritik yönetim süreçlerini gerçekleştirmek için DHK kullanılır.

- Vizyon ve stratejiyi netleştirme
- Stratejik amaçları ve ölçütleri ilişkilendirme ve paylaşma
- Plan yapma, hedefleri belirleme ve stratejik girişimlerde bulunma
- Stratejik geri beslemeyi ve öğrenmeyi sağlama [8]

DHK, yöneticilere, işletmelere dört önemli boyuttan bakmalarını sağlar.

- Müşterilerimiz bizi nasıl görüyor? (Müşteri Boyutu)
- Nelerde üstün olmalıyız? (İç İşleyiş Boyutu)
- Değer yaratmaya ve geliştirmeye devam edebiliyor muyuz? (Öğrenme ve Gelişme Boyutu)
- Hissedarlarımıza nasıl görünmeliyiz? (Finansal Boyut) [9]

Finansal Boyut: İşletmenin faaliyetlerinin sonuçları bu boyutta ölçülür. Açık sonuçlar veren ölçütlerin kullanılması ile işletmenin karlılığı, işletme geliri, yatırım getirisi ve ekonomik katma değer, DHK'nin bu boyutu ile ortaya konmaktadır. Benzer şekilde, nakit akışı ve satış hedeflerine ilişkin ölçümler finansal boyutta yer almaktadır.

Müşteri Boyutu: Belirlenen müşteri ve pazar segmentleri ile ilgili faaliyetleri tanımlamak ve bu ölçümlerle faaliyetleri analiz etmek DHK'nin müşteri boyutu ile ilgilidir. Müşteri ve pazar segmentleri için belirlenen stratejiler çeşitli ölçümlere sahiptir. Müşteri memnuniyeti, müşteriyi elde tutma, yeni müşteri kazanımı, müşteri karlılığı gibi ölçümler DHK'nin müşteri boyutunun temelini oluşturmaktadır.

İç İşleyiş Boyutu: DHK'nin diğer boyutlarının ve hedeflerinin yerine getirilmesi ve bunların yöneticiler tarafından sağlanması için gerekli olan iç süreçlerin tanımlanması bu boyuttadır. Örneğin, paydaşların/sahiplerinin finansal beklentilerini karşılamak veya müşteri memnuniyetini ve iş sonuçlarını sağlamak için gerekli iç süreçleri oluşturmak bu boyutta yer almaktadır.

Öğrenme ve Gelişme Boyutu: Uzun vadede büyümenin ve gelişimin elde edilmesi için gerekli donanım ve altyapıyı tanımlama DHK'nin öğrenme ve gelişme boyutu ile ilgilidir. Çalışan eğitimi, bilgi teknolojisi ve sistemlerinin yenilenmesi ve iş operasyon prosedürlerinin yeniden düzenlenmesi DHK'nin bu boyutundaki örneklerdir [10].

DHK uygulaması planlama ve geliştirme aşamalarını içerir.

Planlama Aşaması; DHK oluşturmaya başlamadan önce, uygulama için zemin hazırlamak gerekir. Bu aşama özetle altı adımdan oluşmaktadır.

Geliştirme aşaması; Planlama aşamasının başarıyla tamamlanmasının ardından, DHK'nin geliştirilmesi için atılacak adımlar bu aşamadadır. Tablo 1 DHK uygulamasının adımlarını göstermektedir [7].

Tablo 1 DHK Uygulaması

AŞAMA	ADIM	UYGULAMA
Planlama	1	DHK için hedeflerin geliştirilmesi
	2	Uygun organizasyon biriminin belirlenmesi
	3	Üst yönetimin desteğinin sağlanması
	4	DHK takımının oluşturulması ve eğitilmesi
	5	Uygulama planının oluşturulması
	6	DHK uygulaması için bir iletişim planının geliştirilmesi
Geliştirme	1	Gerekli materyallerin toplanması ve dağıtılması
	2	DHK eğitiminin sağlanması
	3	Misyon, değerler, vizyon ve stratejinin oluşturulması veya onaylanması
	4	Üst yönetimle görüşmelerin yapılması
	5	Strateji haritasının oluşturulması
	5a	Üst yönetim çalıştayının yapılması
	5b	Çalışanlardan geri bildirim toplanması
	6	Performans ölçütlerinin oluşturulması
	6a	Üst yönetim çalıştayının yapılması
	6b	Çalışanlardan geri bildirim toplanması
	7	Hedeflerin ve önceliklerin belirlenmesi
	8	İlk DHK raporu için veri toplanması
	9	İlk DHK toplantısının yapılması
	10	Devam eden DHK uygulama planının geliştirilmesi

Literatürde, DHK ile ilgili çalışmalara çeşitli amaçlarla birçok sektörde değinilmiştir. Farklı sektörlerdeki DHK çalışmalarına örnekler aşağıda verilmiştir.

Eğitim sektöründe: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, muhasebe derslerinin etkinliğini DHK yöntemi ile ölçmüştür. Muhasebe eğitimini, DHK'nin dört boyutuna ayırıp, İşletme bölümü öğrencilerine bir anket uygulamışlardır. Dört yıl boyunca ders alan öğrencilere uygulanan anketten elde edilen veriler incelenip yorumlanmıştır.[10].

Konaklama sektöründe: DHK'yi kullanarak bir organizasyonel performans ölçümünü geliştirmek ve test etmek için iki aşamalı bir tasarım benimsemişlerdir. İlk aşamada, yazarlar otel sektörünün benzersiz özelliklerini tanıyan ölçeklerini üretip geliştirmişlerdir. İkinci aşamada ölçekleri, boyutsallık, geçerlik ve güvenilirlik açısından değerlendirmişlerdir [11].

Elektrik sektöründe: DHK kullanımını sağlayacak faktörlerin belirlenmesini amaçlamışlardır. DHK boyutlarının, İspanya'da beş ana elektrik üretim ve dağıtım şirketi tarafından takip edilen stratejik hedefleri analiz etmek ve tanımlamak için nasıl kullanılabileceğini gösterilmişlerdir. Ayrıca, İspanya'da faaliyet gösteren ana şirketlerin stratejik planlarından belirlenen ortak hedefleri sunup tartışmışlardır [12].

Kamu sektöründe: Çalışanların DHK ve bilgi sistemi kullanma niyetlerini ölçmek için yapılan araştırmanın metodolojik çerçevesini sunmuşlardır [13].

Yolcu taşımacılığı sektöründe: DHK'nin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili teorik konuları ele almışlardır. Polonya pazarındaki yolcu taşımacılığı şirketlerinin ihtiyaçlarına göre DHK geliştirmişlerdir. Sonraki araştırma çalışmaları için yönergeler tanımlamışlardır.[4].

Sağlık sektöründe: DHK yaklaşımı temel alınarak bir Suudi hastanesinde bulut bilişim çözümlerinin uygulamasının stratejik değerini tartışmışlardır. Ayrıca hastane tarafından kullanılan ölçütler ve strateji haritası sunmuşlardır. Bu çalışmanın sonuçlarının her organizasyonun farklılığı göz önünde bulundurularak benzer projeler ve benzer organizasyonlar için yol gösterici olabileceğini belirtmişlerdir [14].

İmalat sektöründe: DHK ve ÇKKV yaklaşımları müşteri memnuniyetini sağlamak için önemli performans değerlendirme kriterlerini oluşturur. Bu araştırmanın sonuçları ile yazarlar, imalat şirketlerinin hem finansal hem de finansal olmayan boyutlarda iş performanslarını iyileştirmelerine yardımcı olabilecek değerli yönlendirmeler ve referanslar sağlamışlardır. [15].

Lojistik sektöründe: DHK ve AAS'nin entegrasyonu lojistik performans ölçütlerini değerlendirmek için yeni bir yol sunmaktadır. Önerilen modelle, lojistik sektöründeki performans ölçütlerini tanımlamışlardır ve AAS kullanarak göstergeler arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. [2].

Otomotiv sektöründe: DHK yöntemi ilgili çalışmada tedarikçi seçimi için önerilmiştir. Ölçütler bir literatür taraması ile toplanmıştır ve nominal grup tekniği kullanılarak tanımlanmıştır. Son olarak, en iyi tedarikçiyi seçmek için bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır [16].

Bankacılık sektöründe: DHK'nin dört perspektifinden başlayarak, öncelikle bankacılık performansı ile ilgili ölçütler seçilmiştir. Seçilen değerlendirme ölçütlerinin nisbi ağırlıkları Bulanık AHP ile hesaplanmıştır. DHK çerçevesini kullanarak önerilen bankacılık performansı değerlendirme modelinin yararlı ve etkili bir değerlendirme aracı olabileceğini gösterilmişlerdir [17].

2.2 Analitik Ağ Süreci (AAS)

Saaty tarafından önerilen AAS, ÇKKV tekniklerinden biridir ve AHP'nin genişletilmiş halidir [2]. AHP karar seviyelerini modellemek için tek yönlü hiyerarşik bir ilişki kullanırken; AAS, karar probleminin çeşitli bileşenleri arasında karmaşık etkileşimlere ve etkilere izin verir, böylece daha karmaşık karar problemlerini incelemek için daha iyi bir seçim yapar. [6].

Genel olarak, AAS tarafından kullanılan yöntem aşağıda belirtilen şekilde tanımlanmaktadır:

Adım 1: Problem bir ağ olarak anlatılır.

Adım 2: AHP'de olduğu gibi düğümler arasında çift yönlü karşılaştırmalar yapılır. Karşılaştırma, her kümenin tüm düğümleri için, ağın diğer herhangi bir düğümüyle ilişkili olarak gerçekleştirilir. Bu işlem öncelik vektörleri ile sonuçlanır.

Adım 3: Öncelik vektörleri bir matrise girilir (Süper matris olarak adlandırılır).

Adım 4: Limit matrisi elde edilir. Ortaya çıkan matris, bir kümedeki her düğümün önceliğini içerir [18].

2.3 Karmaşık Nisbi Değerlendirme (COPRAS)

1996 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacıları, Zavadskas ve Kaklauskas, COPRAS yöntemini oluşturdular. Hem faydalı (maksimize) hem de faydasız (minimize) olarak nitelendirilen ölçütler için çok kriterli değerlendirme yapması bu yöntemin avantajıdır. Bu yöntem, karmaşık süreçleri kantitatif çok kriterli yöntemlerle değerlendirmek isteyen araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır [19].

COPRAS birçok problemde başarıyla kullanılmıştır. Aşağıdaki adımlar COPRAS yönteminde uygulanmaktadır.

Adım 1: Denklem (1)'de gösterildiği gibi karar matrisi oluşturulur.

$$X = [x_{ij}]_{mxn} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

x_{ij}, j. ölçüt bakımından i. alternatifin değeridir; m karşılaştırılan alternatiflerin sayısıdır ve n ölçütlerin sayısıdır.

Adım 2: Denklem (2) kullanılarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}} \quad (2)$$

Adım 3: Denklem (3) kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulur.

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (i = 1,2,\dots,m;\ j = 1,2,\dots,n) \quad (3)$$

Adım 4: Denklem (4) kullanılarak faydalı ve faydasız ölçütler hesaplanır.

y_{+ij} faydalı (maksimize) ölçütlerle ve y_{-ij} faydasız (minimize) olarak nitelendirilen ölçütlerle ilgilidir. Daha büyük S_{+i} daha yüksek olan seçenektir. Aslında S_{+i} ve S_{-i}, i. alternatif ile ulaşılan hedeflerin seviyesini göstermektedir.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^{n} y_{+ij} \quad (4)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^{n} y_{-ij}$$

Adım 5: Denklem (5) kullanarak göreceli önem değerleri hesaplanır. En yüksek Q_i (Q_{max}) değerine sahip alternatif en iyisidir.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{\sum_{i=1}^{m} S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{S_{-i}}} \qquad (i = 1,2,\dots,m)$$

(5)

Adım 6: Denklem (6) kullanılarak her bir alternatif için performans indeksi U_i değeri hesaplanır. Son olarak, U_i mutlak bir önceliklendirme sağlar. Bulunan U_i performans değer indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$U_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \times 100 \quad (6)$$

Denklem (6)'daki Q_{max} en yüksek göreceli önem derecesidir [20-21].

3 HAVACILIK SEKTÖRÜNDE DENGELENMİŞ HEDEF KARTI UYGULAMASI

3.1 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı, havacılık sektöründe faaliyet gösteren bir şirkete entegre DHK-AAS yaklaşımını uygulamak, performans analiz ve takip yazılımını oluşturmak, önerilen DHK sisteminin sonuçlarını COPRAS ile karşılaştırarak performans değerlendirmesi yapmaktır.

Çalışmanın gerçekleştirildiği şirket havacılık sektöründe faaliyet göstermektedir. Havacılık sektörüne yapısal bileşenlerin, montajların ve kitlerin lider sağlayıcısıdır.

3.2 Yöntem

Bu çalışmada DHK uygulaması performans ölçümünün temeli olmuştur. AAS, DHK boyutlarını ve ölçütlerini belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilen ağırlıklar COPRAS yönteminde de kullanılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü şirketin son iki yılına ait performans değerlendirmesi hem önerilen hesaplama metodunu kullanan BSC sistemi ile hem de COPRAS yöntemi ile yapılarak karşılaştırılmıştır. Son olarak, MS Excel programında VBA yardımıyla DHK analiz ve takip sistemi oluşturulmuştur.

3.3 DHK-AAS-COPRAS Uygulaması

3.3.1 Strateji Değerlendirme Süreci

Şirketin vizyonu; faaliyet gösterilen her alanda dünyada önde gelen kuruluşlar ile yarışmak, teknolojik gelişmelerde öncü olmak, müşteri beklentilerini aşan kalitede mal ve hizmet üretmek ve bunun için nitelikli iş gücünü bünyesinde yaşatmaktır. Şirketin misyonu; toplum ve iş yapılan kurumlar tarafından tarif edilen ortak paydada en yüksek kalitede sanayi ve teknoloji ürünleri üreterek, birlikte çalışılan herkesin yaşamına değer katmak için var olmaktır. Dürüstlük, saygı, güven, açıklık, sosyal sorumluluk, takım çalışması, kalite, sürekli iyileştirme şirketin temel değerleridir. Temel değerler faaliyetleri yönlendirmekte, şirketin politika ve programlarını etkilemektedir.

Şirketin vizyonu ve misyonu doğrultusunda stratejik amaçların gerçekleştirilebilmesi için DHK prensiplerine uygun olarak finansal, müşteri, iç işleyiş, öğrenme ve gelişme olmak üzere dört boyut tanımlanmıştır.

Finansal hedefler belirlenirken temel olarak kar amaçlanarak aşağıdaki üç stratejik amaca odaklanılmıştır.

- Gelirleri arttırma / Gelir bileşimini değiştirme
- Verimliliği artırma / Maliyetleri azaltma
- Varlıkları ve yatırımları etkin yönetme

Müşteri hedefleri için aşağıdaki iki stratejik amaca odaklanılmıştır.

- Pazar payını artırma
- Müşteri memnuniyeti

İç işleyiş süreci hedefleriyle verimliliği arttırmak için aşağıdaki iki stratejik amaca odaklanılmıştır.

- Yeni süreç kurulumu / tasarımı
- Mevcut süreç geliştirme / iyileştirme

Öğrenme ve gelişme hedefleri için aşağıdaki iki stratejik amaca odaklanılmıştır.

- İnsan kaynağı gelişimi
- Bilgi sistemleri / Alt yapı yeterlilikleri

3.3.2 Performans Ölçütlerini Oluşturma ve Hedef Belirleme

Performans ölçütlerinin geliştirilmesinde önce literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra, ölçütlerin nihai haline uzmanlarla karar verilmiştir. Ek olarak, her bir ölçüt için hesaplama metodu belirtilmiştir.

- Finansal boyut için üç stratejik amaca hizmet edecek yedi ölçüt belirlenmiştir.
- Müşteri boyutu için iki stratejik amaca hizmet edecek beş ölçüt belirlenmiştir.
- İç İşleyiş boyutu için iki stratejik amaca hizmet edecek beş ölçüt belirlenmiştir.
- Öğrenme ve gelişme boyutu için iki stratejik amaca hizmet edecek yedi ölçüt belirlenmiştir.

Bütçe/iş planı için onaylanmış değerler, ölçütlerin hedef değeri (= 100 puan karşılığı) olarak verilmiştir. Hedef değere ek olarak, 75-125 (alt limit: 75, üst limit: 125) puanlarına karşılık gelen üst ve alt limit değerleri de aynı şekilde belirlenmiştir.

Tablo 2 ölçütler hakkında bilgi vermektedir. Çalışmanın sonraki bölümlerinde, ölçütleri tanımlamak için Tablo 2'de belirtilen semboller kullanılmıştır.

Tablo 2 DHK Ölçütleri

BOYUT	STRATEJİK AMAÇ	ÖLÇÜT	HESAPLAMA METODU	SEMBOL
Finansal	Gelirleri arttırma / Gelir bileşimini değiştirme	Net Satışlar	Brüt Satışlar - Satış İskonto ve İadeleri	A1
		Net Kar	Vergi Öncesi Kar – Vergi Karşılıkları	A2
		Krediler	Bankalardaki Kredi Borcu	A3
	Verimliliği artırma / Maliyetleri azaltma	Personel Verimliliği	Toplam Personel Maliyeti / Net Satışlar	A4
		Beyaz Yaka Kişi Başı Satış Tutarı	Net Satışlar / Toplam Beyaz Yaka Personel Sayısı	A5
		Enerji ve Kaynak Tüketimi Optimizasyonu	(Toplam Bertaraf Maliyeti+Toplam Su Maliyeti+Toplam Enerji Maliyeti) / Net Satışlar	A6
	Varlıkları ve yatırımları etkin yönetme	Yatırımın Geri Dönüş Oranı	Esas Faaliyet Karı * (1-Vergi Oranı) / Bağlanan Kaynak	A7
Müşteri	Pazar payını artırma	Teklif Verilen Projelerin Kazanılma Oranı	Kontrata Bağlanan Teklif Sayısı / Verilen Toplam Teklif Sayısı	B1
		Proje Havuzunun Geliştirilmesi	Yeni Proje Çeşidi Sayısı / Toplam Proje Sayısı	B2
	Müşteri memnuniyeti	Toplam Algı Skoru	[Müşteri Memnuniyeti (Teslimat) + Müşteri Memnuniyeti (Kalite)]/2	B3
		Müşteri Memnuniyeti (Teslimat)	Müşterilerin İlettiği Teslimat Puanlarının Net Satışlarla Ağırlıklandırılmış Ortalaması	B4
		Müşteri Memnuniyeti (Kalite)	Müşterilerin İlettiği Kalite Puanlarının Net Satışlarla Ağırlıklandırılmış Ortalaması	B5
İç İşleyiş	Yeni süreç kurulumu / tasarımı	Montaj Yetkinliklerinin Geliştirilmesi	Ana Faaliyet Planına Uyum Yüzdesi	C1
	Mevcut süreç geliştirme / iyileştirme	Toplam Ekipman Verimliliği	Kullanılabilirlik x Performans x Kalite	C2
		Zamanında Teslimat Oranı	Zamanında Teslim Edilen Sipariş Sayısı / Toplam Sipariş Sayısı	C3
		Zamanında Satınalma Oranı	Zamanında Satın Alınan Miktar / Toplam Miktar	C4
		Stok Devir Süresi	(Ortalama Stok / Satılan Mal Maliyeti) * 365	C5
Öğrenme ve Gelişme	İnsan kaynağı gelişimi	İş Gücü Devir Oranı	İşten Ayrılan Çalışan Sayısı / Ortalama Çalışan Sayısı	D1
		Devamsızlık Oranı	Toplam Devamsızlık Saati / Toplam Çalışma Saati	D2
		Eğitim Memnuniyeti Oranı	Eğitimlere Katılan Çalışanların Anket Sonuçlarının Ortalaması	D3
		Çalışan Bağlılığı Endeksi	Anket Sonuçları	D4
		Kişi Başı İyileştirme Puanı	İyileştirme Sisteminden Alınan Puan / Personel Sayısı	D5
		İş Kazası Nedeniyle İş Gücü Kaybı	İş Kazası Geçiren Çalışan Sayısı * Çalışma Saati	D6
	Bilgi sistemleri / Alt yapı yeterliliği	Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi	Ana Faaliyet Planına Uyum Yüzdesi	D7

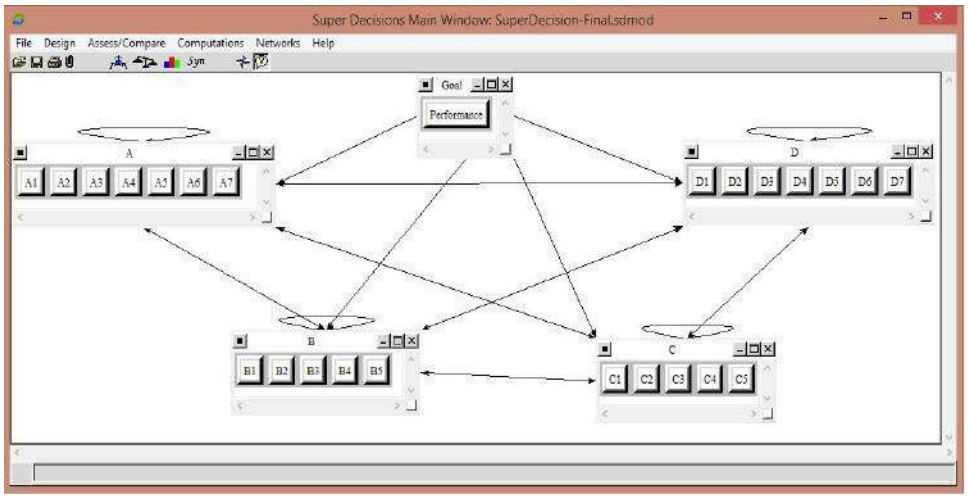
3.3.3 Önceliklendirme için AAS Uygulaması

Performans ölçümü için kullanılan boyutlar ve ölçütler birbirleriyle etkileşim halindedir. Bu nedenle AAS yöntemi ağırlamaklandırma yapmak için kullanılmıştır. Karar probleminin çözümü "Super Decisions" programı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçütler arasındaki etkileşimler uzmanlar tarafından belirlenip, ikili ilişkiler matrisi oluşturulmuştur. Tablo 3 ikili ilişkiler matrisini göstermektedir.

Tablo 3 İkili İlişkiler Matrisi

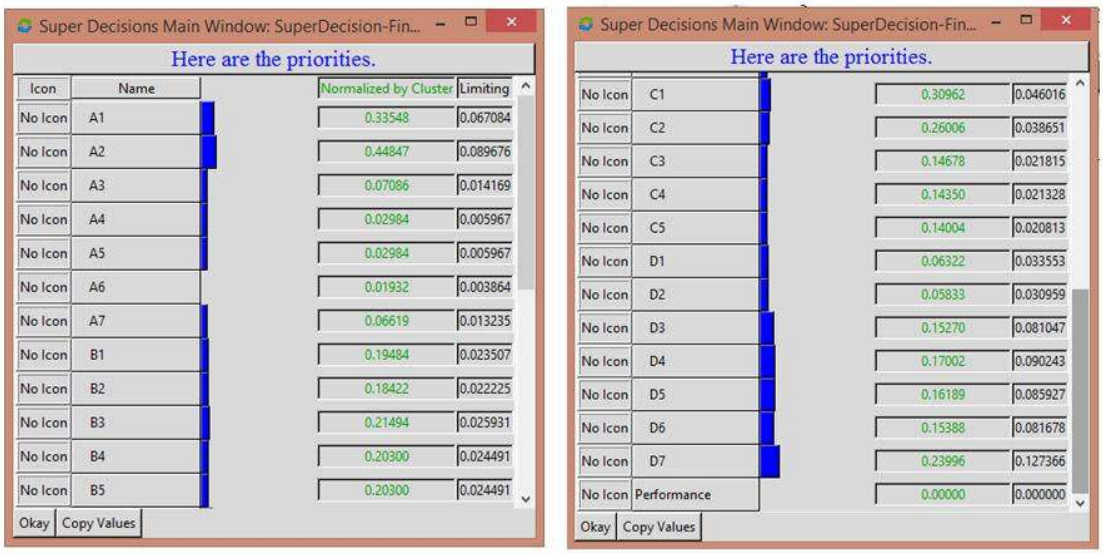
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
1	■																							
2		■																						
3			■																					
4				■																				
5					■																			
6						■																		
7							■																	
1								■																
2									■															
3										■														
4											■													
5												■												
1													■											
2														■										
3															■									
4																■								
5																	■							
1																		■						
2																			■					
3																				■				
4																					■			
5																						■		
6																							■	
7																								■

Tüm boyutlar, göstergeler ve etkileşimler Super Decisions programına aktarılmıştır. Oluşturulan modele ait olan ağ yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1Yapısı

Ağ yapısı oluşturulduktan sonra ikili karşılaştımalar yapmak için, Saaty'nin 1-9 ölçeği ve ikili ilişkiler matrisi kullanılarak anketler hazırlanmıştır. Anketlerden elde edilen verilerin geometrik ortalamaları Super Decisions programına girilmiştir. Tüm değerlendirmeler yapılırken tutarsızlık oranının 0,1'in altında olmasına dikkat edilmiştir. Ağırlıklandırılmamış süper matris, ağırlıklandırılmış süper matris ve limit matris elde edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Limit matris elde edilerek, karar probleminin çözümündeki ağırlıklar elde edilmiştir. Ölçütler için elde edilen ağırlıklar, Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 Ölçütlerin Ağırlıkları

3.3.4 DHK Yayılımı: Bölüm ve Bireysel DHK'lerin Oluşturulması

Şirket DHK'si oluşturulduktan sonra, bölümlerin ve bireylerin DHK'leri oluşturulmuştur. Şirket DHK'sini destekleyen performans ölçütleri oluşturulmuştur ve ilgili bölümlere atanmıştır. Her ölçütün hedef, alt limit ve üst limit değerleri şirket DHK'sinde olduğu gibi belirlenmiştir. Son olarak, bireysel DHK'ler oluşturulmuştur ve DHK'nin şirket içerisinde yayılımı sağlanmıştır. Ayrıca, bireysel DHK'lere proje boyutu da eklenerek personellerin yetkinliğinin artırılması hedeflenmiştir. Bölümlerin ve bireysel DHK'lerin oluşturması için şirket DHK'sinde bulunan ölçütlerle ilişkili olmak üzere toplam 70 ölçüt belirlenmiştir.

- Finansal boyut için 26 ölçüt belirlenmiştir.
- Müşteri boyutu için 10 ölçüt belirlenmiştir.

- İç işleyiş ve öğrenme boyutu için 20 ölçüt belirlenmiştir.
- Öğrenme ve gelişme boyutu için 14 ölçüt belirlenmiştir.

3.3.5 DHK Analiz ve Takip Sisteminin Oluşturulması

Önerilen performans puanının hesaplama yöntemi aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Ölçütlerdeki gerçekleşen değerin;

- Alt limitin altında olması durumunda, ilgili ölçütten herhangi bir puan alınamaz.
- Alt limite eşit olması durumunda, ölçüt için belirlenen puan ağırlığının %75'i puan olarak verilir.
- Üst limite eşit veya üst limitten de daha iyi olması durumunda, ölçüt için belirlenen puan ağırlığının %125'i puan olarak verilir.
- Üst ve alt limit arasında olması durumunda, ölçüt için doğrusal formülasyon ile hesaplanan puan verilir.

Performans puanları denklem (7) ve (8) kullanılarak hesaplanmıştır ve Tablo 4'e göre dönüştürülmüştür.

Ölçüt Performans Puanı = Ölçüt Gerçekleşme Oranı x Ölçüt Ağırlığı (7)

Performans Puanı = Σ Tüm Ölçütlerin Performans Puanları (8)

Tablo 4 Performans Puanı

Performans	Puan
A	115 +
B	105 - 114
C	90 - 104
D	75 - 89
E	< 75

MS Excel programında VBA yardımıyla DHK analiz ve takip sistemi oluşturulmuştur. Sistem yetkili personellere şifre verilerek koruma altına alınmıştır. Sistemin işleyişi aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Sistem ilk açıldığında, kullanıcıların giriş arayüzü görüntülenmektedir. Kullanıcılar bu arayüzdeki bölüm ve şifre bilgilerini girererek sisteme erişebilmektedir. Yetkileri, kullanıcının sistemdeki rolüne göre değişmektedir. Kullanıcılar, ölçüm sonuçlarını veri giriş arayüzü aracılığıyla sisteme girmektedir. Ölçüt bilgisi arayüzü kullanılarak ölçütlerle ilgili birim, ağırlık, hedef vb. bilgiler görüntülenebilmektedir. Sonuç arayüzünden bu çalışmanın önceki bölümlerinde açıklandığı gibi hesaplanan performans sonuçları öğrenilebilmektedir. Sistemi tasarlarken, kullanıcı dostu ve kolay olmasına önem verilmiştir.

3.3.6 DHK-AAS Uygulamasından Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

Şirketin 2016 ve 2017 yılları için performans değerlendirmesi, entegre DHK-AAS uygulamasıyla ölçülmüştür. Boyutların öncelik sırası finansal, müşteri, iç işleyiş, öğrenme ve gelişme olarak belirlenmiştir. Şirket performans notu 2016 yılı için %97.68 ile "C", 2017 yılı için de %108,21 ile “B” olarak ölçülmüştür. 2016 ve 2017 yıllarında şirket DHK sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5 DHK Sonuçları

	2016 DHK SONUÇLARI			2017 DHK SONUÇLARI		
BOYUT	**AĞIRLIK**	**GERÇEKLEŞEN**	**BAŞARI**	**AĞIRLIK**	**GERÇEKLEŞEN**	**BAŞARI**
FİNANSAL	43,47	42,84	98,56%	43,47	50,90	117,08%
MÜŞTERİ	28,03	26,05	92,92%	28,03	28,11	100,30%
İÇ İŞLEYİŞ	17,32	16,84	97,23%	17,32	17,46	100,81%
ÖĞRENME VE GELİŞME	11,18	11,96	106,94%	11,18	11,74	105,00%
TOPLAM	100	97,68	97,68%	100	108,21	108,21%

3.3.7 DHK-AAS-COPRAS Uygulamasından Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

İşletmelerin performanslarının değerlendirilmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bölümde, 2016 ve 2017 yıllarında şirketin performansı COPRAS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Kriter ağırlıkları için DHK-AAS uygulamasındaki ağırlıklar kullanılmıştır. COPRAS yöntemi uygulanrken yapılan hesaplamalar, bu çalışmanın literatür taraması bölümünde belirtilen denklemler kullanılarak yapılmıştır. DHK'de tanımlanan öçütlerin, faydalı (maksimize) ve faydasız (minimize) olarak sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

Faydalı (Maksimize) Ölçütler: Net Satışlar, Net Kar, Beyaz Yaka Kişi Başı Satış Tutarı, Yatırımın Geri Dönüş Oranı, Teklif Verilen Projelerin Kazanılma Oranı, Proje Havuzunun Geliştirilmesi, Toplam Algı Skoru, Müşteri Memnuniyeti (Teslimat), Müşteri Memnuniyeti (Kalite), Montaj Yetkinliklerinin Geliştirilmesi, Toplam Ekipman Verimliliği, Zamanında Teslimat Oranı, Zamanında Satınalma Oranı, Eğitim Memnuniyeti Oranı, Çalışan Bağlılığı Endeksi, Kişi Başı İyileştirme Puanı, Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi.

Faydasız (Minimize) Ölçütler: Krediler, Personel Verimliliği, Enerji ve Kaynak Tüketimi Optimizasyonu, Stok Devir Süresi, İş Gücü Devir Oranı, Devamsızlık Oranı, İş Kazası Nedeniyle İş Gücü Kaybı.

Tablo 6'da gösterilen karar matrisi, denklem (1) kullanılarak oluşturulmuştur. Tablo 7'de gösterilen normalize edilmiş karar matrisi denklem (2) kullanılarak oluşturulmuştur. Tablo 8'de gösterilen ağırlıklandırılmış karar matrisi, denklem (3) kullanılarak oluşturulmuştur. Son olarak, Tablo 9'daki değerler denklem (4), denklem (5) ve denklem (6) kullanılarak oluşturulmuştur. Firma verilerinin gizliliği nedeniyle, Tablo 6'daki gerçekleşme değerleri yöntemin sonucunu değiştirmeyecek şekilde belirli oranlarda değiştirilmiştir.

COPRAS, farklı ölçü birimlerine sahip kriterleri değerlendirmek için uygun bir ortam yaratmaktadır ve faydalı ve faydasız kriterleri göz önünde bulundurmaktadır. Bu durum önerilen DHK sisteminin sonuçları ile COPRAS sonuçlarının karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Şirketin 2017'deki performansının 2016'dan daha iyi olduğu çıkan sonuçlarda görülmüştür. Elde edilen sonucun, tasarlanan DHK sisteminin sonuçları ile tutarlı olduğu bulunmuştur.

Tablo 6 Karar Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
YIL	**MAK**	**MAK**	**MİN**	**MİN**	**MAK**	**MİN**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MİN**	**MİN**	**MİN**	**MAK**	**MAK**	**MAK**	**MİN**	**MAK**
2016	5.452.003,03	.107.231,63	7.032.255,80	,22	18.996,75	,06	,07	,07	,09	,93	,95	,92	,88	,56	,89	,92	46,16	,05	,03	,95	,47	4,00	28,80	,98
2017	2.811.890,92	.294.782,02	5.614.201,40	,19	62.212,56	,06	,10	,09	,09	,96	,96	,97	,93	,66	,93	,93	29,95	,04	,03	,97	,45	6,70	25,20	,98
TOPLAM	8.263.893,95	.402.013,65	2.646.457,21	,41	81.209,32	,12	,18	,17	,18	,90	,91	,88	,80	,22	,82	,85	76,11	,09	,07	,92	,92	0,70	54,00	,96

Tablo 7 Normalize Edilmiş Karar Matrisi

AĞIRLIK	,15	,19	,03	,01	,01	,01	,03	,05	,05	,06	,06	,06	,05	,05	,03	,02	,02	,01	,01	,02	,02	,02	,02	,03
YIL	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
2016	,453	,390	,513	,534	,468	,499	,414	,446	,502	,492	,498	,486	,487	,462	,490	,499	,529	,533	,514	,495	,509	,473	,503	,502
2017	,547	,610	,487	,466	,532	,501	,586	,554	,498	,508	,502	,514	,513	,538	,510	,501	,471	,467	,486	,505	,491	,527	,497	,498

Tablo 8 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

YIL	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
2016	,0661	,0760	,0158	,0069	,0061	,0042	,0119	,0243	,0259	,0296	,0283	,0276	,0261	,0208	,0125	,0124	,0128	,0038	,0034	,0084	,0097	,0086	,0086	,0135
2017	,0798	,1189	,0150	,0060	,0069	,0042	,0169	,0303	,0257	,0306	,0286	,0293	,0275	,0242	,0130	,0125	,0114	,0033	,0032	,0086	,0093	,0095	,0086	,0134

Tablo 9 COPRAS Sonuçları

YIL	S_{i+}	S_{i-}	Q_i	U_i	SIRA
2016	0,407845	0,055547	0,459515	85,02	2
2017	0,484938	0,051670	0,540485	100	1

4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İşletmelerde performans değerlendirmesi ve ölçütlerin belirlenmesi önemli bir araştırma konusu olmuştur. Performans değerlendirmesinde sadece finansal değerlere odaklanmak, diğer faktörlerin göz ardı edilmesine neden olabilir. DHK, finansal değerlerin yanı sıra finansal olmayan değerlerin önemini vurgulayan ve işletmelerin tüm faaliyetlere çok boyutlu bir şekilde bakmalarını sağlayan etkili bir performans değerlendirme aracıdır.

Bu çalışma havacılık sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette entegre DHK-AAS-COPRAS yaklaşımını ortaya koymuştur ve performans analiz ve takip yazılımı oluşturmuştur. Öncelikle, şirket DHK'si için 4 boyut ve 24 ölçüt belirlenmiştir. İkinci olarak, AAS, DHK boyutlarını ve ölçütlerini ağırlıklandırmak için kullanılmıştır. AAS hesaplamaları için kullanımı kolay olan ve herhangi bir şirkete rahatlıkla kurulabilen "Super Decisions" programı kullanılmıştır. Boyutların öncelikleri sırasıyla "Finansal (%43,47)", "Müşteri (%28,03)", "İç işleyiş (%17,32)", "Öğrenme ve Gelişme (%11,18)" olarak belirlenmiştir. "Net Kar (%44,85)" finansal boyutta, "Toplam Algı Skoru (%21,49)" müşteri boyutunda, " Montaj Yetkinliklerinin Geliştirilmesi (%30,96)" iç işleyiş boyutunda ve "Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi (%24)" öğrenme ve gelişme boyutunda en yüksek ağırlığa sahip ölçütler olarak belirlenmiştir. Üçüncü olarak, DHK analiz ve takip sistemi kurulmuştur ve MS Excel programında VBA kullanılarak önerilen hesaplama yöntemi ile performans değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonra şirketin performansı COPRAS kullanılarak değerlendirilmiştir. Son olarak, şirketin 2016 ve 2017 için performans sonuçları karşılaştırılmıştır. Önerilen DHK hesaplama yöntemi ve COPRAS yöntemi ile şirketin performansının 2017 yılında 2016 yılından daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada; havacılık sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette gerçekleştirilen uygulama anlatılmış, DHK uygulamasının adımlarına değinilmiş, hesaplama yöntemi önerilmiş, entegre bir DHK-AAS-COPRAS uygulaması oluşturulmuş ve herhangi bir firmada kolaylıkla kullanılabilen bir paket program önerilmiştir. Belirtilen nedenlerden dolayı bu çalışma literatüre katkı sağlayacaktır. Gelecekteki çalışmalarda, önerilen model diğer sektörlerde uygulanabilir ve diğer analitik araçların kullanımıyla geliştirilebilir. Ayrıca, metriklerin sayısı artırılabilir.

TERİMLENDİRME

DHK	Dengelenmiş Hedef Kartı
COPRAS	Karmaşık Nisbi Değerlendirme
AAS	Analitik Ağ Süreci
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi

KAYNAKÇA

[1] Chena, F., Hsua, T. ve Tzeng, G. 2011. A balanced scorecard approach to establish a performance evaluation and relationship model for hot spring hotels based on a hybrid ÇKKV model combining DEMATEL and AAS. *International Journal of Hospitality Management* 30(4): 908-932.

[2] Küçükaltan, B., Irani, Z. ve Aktaş, E. 2016. A decision support model for identification and prioritization of key performance indicators in the logistics industry. *Computers in Human Behavior* 65: 346-358.

[3] Lee, S., Park, S.B. ve Lim G.G. 2013. Using balanced scorecards for the evaluation of "Software-as-a-service". *Information & Management* 50(7): 553-561.

[4] Tubis, A. ve Werbińska-Wojciechowska S. 2017. Balanced scorecard use in passenger transport companies performing at Polish market. *Procedia Engineering* 187: 538-547.

[5] Varmazyar, M., Dehghanbaghi, M. ve Afkhami, M. 2016. A novel hybrid ÇKKV model for performance evaluation of research and technology organizations based on DHK approach. *Evaluation and Program Planning* 58: 125-140.
[6] Tjader, Y., May, J.H., Shang, J., Vargas, L.G. ve Gao, N. 2014. Firm-level outsourcing decision making: A balanced scorecard-based analytic network process model. *Int. J.Production Economics*, 147: 614-623.
[7] Niven, P.R. 2002. *Balanced scorecard step-by-step: Maximizing performance and maintaining results.* Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
[8] Kaplan, R.S. ve Norton, D.P. 1996. *Balanced scorecard: Translating strategy into action*. USA: Harvard Business School Press.
[9] Kaplan, R.S. ve Norton, D.P.1992. The balance scorecard-measures that drive performance, USA: Harvard Business School Press.
[10] Özpeynirci, R., Yücenurşen, M., Apak, İ. ve Polat, V. 2015. A comparative analysis of accounting education's effectiveness with the balanced scorecard method: A case study of KMU. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174: 1849-1858.
[11] Elbanna, S., Eid, R. ve Kamel, H. 2015. Measuring hotel performance using the balanced scorecard: A theoretical construct development and its empirical validation. *International Journal of Hospitality Management* 51: 105-114.
[12] Sánchez-Ortiz, J., García-Valderrama, T. ve Rodríguez-Cornejo, V. 2016. Towards a balanced scorecard in regulated companies: A study of the Spanish electricity sector. *The Electricity Journal* 29(9): 36-43.
[13] Jardalı, H.A., Abdallah, F. ve Barbar, K. 2015. Measuring intentions among employees toward the use of a balanced scorecard and information system: A conceptual approach using the theory of planned behavior and the technology acceptance model. *Procedia Economics and Finance* 26: 1146-1151.
[14] Alharbi, F., Atkins, A., Stanier, C. ve Al-Buti, H.A. 2016. Strategic value of cloud computing in healthcare organisations using the balanced scorecard approach: A case study from a Saudi hospital. *Procedia Computer Science* 98: 332-339.
[15] Pan, J. ve Nguyen, H. 2015. Achieving customer satisfaction through product-service systems. *European Journal of Operational Research* 247(1): 179-190.
[16] Galankashi, M.R., Helmi, S.A. ve Hashemzahi, P. 2016. Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal* 55(1): 93-100.
[17] Wu, H., Tzeng, G. ve Chen, Y. 2009. A fuzzy ÇKKV approach for evaluating banking performance based on balanced scorecard. *Expert Systems with Applications* 36(6): 10135-10147.
[18] Quezadaa, L.E, López-Ospina, H.A, Palominos, P.I. ve Oddershede, A.M. 2018. Identifying causal relationships in strategy maps using AAS and DEMATEL. *Computers & Industrial Engineering* 118: 170-179.
[19] Podvezko, V. 2011. The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 22(2): 134-146.
[20] Mousavi-Nasab, S.H. ve Sotoudeh-Anvari, A. 2017. A comprehensive ÇKKV-based approach using TOPSIS, COPRAS and DEA as an auxiliary tool for material selection problems. *Materials and Design* 121: 237-253
[21] Chatterjee, P., Athawale, V.M. ve Chakraborty S. 2011. Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials and Design* 32(2): 851-860.

İnsansız Lojistik Ağlarının Geleceğinin Değerlendirilmesi

İsmail Önden [1]
[1] Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi
TÜBİTAK TÜSSİDE
TÜBİTAK MAM Kampüsü, Gebze, Kocaeli, 41401 Türkiye
ismail.onden@tubitak.gov.tr

ÖZET

Dünya yeni bir endüstri devrimini yaşamaktadır. Bu süreçte, insan gücünün yerini makineler ve yapay zeka almaktadır. Bu değişimin insan gücüne son derece bağımlı olan ve yüksek maliyetlere katlanmak zorunda olan lojistik sektörüne etkisinin olmaması mümkün değildir. Zaten bu noktada otonom araç teknolojisi, elektrikli araçların pil teknolojilerindeki gelişmeler, elektrikli tırlar, akıllı depolar gibi umut verici teknoloji gelişmeleri de yaşanmaktadır. Bu gelişmeler akla bir lojistik sisteminin insansız çalışma ihtimalinin varlığını sorgulatmaktadır. Çalışma kapsamında mevcut gelişmeler ve klasik tedarik zinciri yönetimi değerlendirilmiş ve insansız lojistik sisteminin çalışabilirliği ile ilgili soruya cevap aranmıştır. Değerlendirmeler mevcut ve gelecek lojistik ağı yapısındaki bileşenlerin hangilerinde ne gibi gelişmeler olduğunu odağına almıştır ve sonuç olarak uzun vadede lojistik sisteminin insansız çalışabilme olasılığının bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu durumun uzun vadede olma olasılığının bulunduğu ve teknoloji gelişimi ile ilgili kısıtların bulunduğu değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik , Endüstri 4.0.

1. GİRİŞ

Dünya yeni bir endüstri devrimini yaşamaktadır. Bu değişim insansız sistemlerin, yapay zekanın ve büyük verinin önem kazanacağı bir devri ifade etmektedir. Bu yeni dönem mevcut standartların değiştiği, bilgi, teknoloji ve yenilikçiliğin öne çıktığı bir dönemin ifade etmektedir. Endüstri 4.0 ile otonom fabrikalar ortaya çıkarken, nesnelerin interneti *'Internet of Things (IoT)'* ile karmaşık ve yüksek boyutlu veri üretimi ortaya çıkmakta ve bilgisayarlar bütünleşik olarak çalışabilmektedir. Kripto paralar dünya finans sisteminin geleceği ile ilgili tartışmalar oluşturmaktadır. Bütün bu değişimler ve teknoloji gelişimleri söz konusuyken lojistik faaliyetlerin sabit kalmasının beklenmesi pek akılcı değildir.

Avrupa Birliği'nin çevresel gerekçeler nedeni ile taşımacılıkta fosil yakıtlı araçların sınırlandırılması ve engellenmesine yönelik yayınladığı niyet belgesi olan white paper bulunmaktadır [1]. Bu niyet elektrikli araçlar için doğal bir alan açılması demektir. Baltık ülkelerinde halihazırda elektrikli araçların desteklenmesi gerçekleştirilmektedir [2], bu destek toplumun da desteğini göstermektedir. Her ne kadar taşımacılığın elektrikli tırlarla yapılabilirliği ile ilgili soru işaretleri olsa da Tesla'nın geliştirdiği teknoloji karayolu taşımacılığın elektrikli araçlarla yapılabilirliği konusunda umut vermektedir. Tesla'nın elektrikli tırı bu noktada önemli bir teknolojiyi beraberinde getirmektedir [3]. 300 ila 500 km menzile sahip olacağı söylenen Tesla Semi ulaşım maliyetlerini düşüreceğini ifade etmektedir [3].

Elektrikli araçların şarj istasyonlarının yaygınlaşması elektrikli araçların kullanılabilirliği için önemlidir. Hareket halinde şarj çalışmaları, hızlı şarj çalışmaları [4], [5] da farklı bir teknoloji gelişimi kapsamında mevcuttur. Bu gelişmeler ile birlikte otonom tırların varlığı tüm lojistik dağıtım ağında yeni bir çağ açabilecektir. Tırlara ek olarak otonom araçlar ile ilgili araçlar ile ilgili çalışmalar da mevcuttur [6].

Elektrikli araçların varlığı otonom araçlar ile ilgili teknolojinin geliştirilebilmesindeki ilk adım olarak görülebilir. Zira otonom araç teknolojisi ile ilgili Tesla, Uber, Google Car gibi teknoloji şirketleri tarafından çalışılmaktadır. Hatta Pittsburg'da Uber'in insansız araçları müşterilerine hizmet vermektedir. İntel'in İsrail'li otonom araç çip araştırmaları yapan şirketi olan Mobileye'yi 15 Milyar $ karşılığında almasının [7] bu konudaki gelecek öngörülerinin ne kadar ciddi olduğunu göstermektedir. Buradan şu sonucu çıkartabiliriz: çok aksi bir durum yaşanmadığı durumda, şu anda test edilen otonom araçların hayatımızın bir parçası olacağını değerlendirebiliriz.

Avrupa'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde lojistikçilerin en önemli problemlerinden olan şoför bulunabilirliğinin ise otonom tırlarla kolayca çözülebileceği ifade edilebilir. Ek olarak bir şirketin gemiye kadar olan maliyetlerinin %10 civarında tahmin edildiği ortamda bu teknoloji ile trafik, şoför kusurları, insan kaynağı maliyeti gibi maliyetleri azaltmak söz konusu olabilecektir. Artık dünyadaki madencilikten öte uzay madenciliğinin tartışıldığı bilim ortamında insanın aklına şu soru gelmektedir. ***"Bu teknoloji ilerlemeleri ile bir lojistik ağı tüm bileşenleri ile birlikte insansız çalıştırılabilir mi?"*** Makale kapsamında bu soruya mevcut teknoloji değişimleri ışığında yanıt aranmaktadır.

Makale yapısı şu şekilde oluşturulmuştur. Öncelikle mevcut lojistik ve tedarik zinciri aşamaları verilmiştir. Ardından değişen dünyadaki yeni teknolojiler özetlenmiştir. Bu bölüm kapsamında tüm teknolojilerin tartışılması gerçekleştirilmemiş, lojistik ile ilgili teknoloji gelişimleri odağa alınmıştır. Bu bölümden sonra lojistik ile ilgili gelecek durum ve departmanlar ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç bölümünde kısa bir tartışma yapılmış ve makale tamamlanmıştır.

2. MEVCUT TEDARİK ZİNCİRİNİ OLUŞTURAN BİLEŞENLER

Lojistik insanlık tarihi kadar eskidir. Ancak fiziksel yük dağılımının bir sistem olarak kurgulanması görece daha yeni bir kavramdır [8]. Aitken tarafından tanımlama şöyle yapılmıştır; *"birbirine bağlı veya ilişkili organizasyonların karşılıklı ve işbirliği yaparak kontrol, yönetim ve materyal ve bilginin tedarikçilerden son kullanıcılara kadar akışının gelişimini yaptıkları şebekedir."* [8], [9]. Bu tanım tedarik zincirinin karmaşık yapısını ortaya koymaktadır. Lojistiğin bileşenlerine baktığımızda da Şekil 1'de görsel olarak ifade edilmekte olan çeşitli bileşenleri görebilmekteyiz. Tesis yerinden, envanter yönetimine, müşteri servisine kadar pek çok bileşenin varlığı bu kapsamda söz konusudur.

Şekil 2 Lojistiğin bileşenleri [10]

Bu yapı lojistik ağında stratejik seviyeden operasyonel seviyeye pek çok noktada karar verme gereksinimi doğurmaktadır. Dolayısı ile lojistik alanında gerek kas gücünü oluşturan, operasyon yönetimini sağlayan ve gerekse stratejik kararları alan toplama bakıldığında da yüksek sayıda insan kaynağına gereksinim duyulmaktadır. Bu durum şirketlerin operasyonel maliyetlerini artırmakta ve karlılıklarını düşürmektedir. Şirketler sadece maliyet açısından değil, uzman personel bulabilme konusunda da sıkıntı yaşamaktadır. Dolayısıyla ortaya çıkan yeni teknolojilerin lojistiği etkilememesi mümkün değildir ve bir kullanım alanı olarak lojistik görülmektedir.

3. Lojistik İle Alakalı Olabilecek Teknoloji Değişimleri

- Yapay Zeka – Amazon Go: Yapay zeka uygulamaları son dönemde hızla gelişmektedir. Bu noktada görüntü algılama, işleme ile ilgili Amazon'un son kullanıcılara ihtiyaç ürünlerini sunduğu ufak marketler olan Amazon Go noktaları herhangi bir kasa veya ödeme işlemi olmadan ürünleri tedarik etme şansı sunmaktadır. Marketin kapısından girdikten sonra yüz tanıma sistemi ve mobil uygulama üzerinden müşteriyi tanıyıp, aldığı ürünleri otomatik olarak uygulama üzerindeki sepetine ekleyip, mağazadan çıktığında ödeme işlemini otomatik olarak yapmaktadır. Bu sistem hem envanter sistemi, hem yapay zeka, hem de ödeme sistemleri ile birlikte çalışmaktadır.
- Akıllı Depolar
- AliBaba ve Amazon Depoları: Depo tasarımı robotlar ve insanlar ile birlikte kurgulanmıştır. Depo içerisinde ürünler raflar üzerinde kurgulanmış ve robot taşıyıcılar bu rafların tamamını depo içerisinden insan çalışanlara götürmektedirler. Bu sayede AliBaba'nın deposunda insan işçilere duyulan gerek %70 oranında azalmıştır.
- DHL Smart Warehouse: Büyük veriyi tutmakta ve depo yönetim sisteminde depodaki aktiviteleri anlık olarak ısı haritalarına dönüştürürebilmektedir. İnternet üzerinde loglanan bu veri IoT mantığında çalıştırılmaktadır. Bu sayede kaynak kullanım etkinliklerini, envanter optimizasyonunu, güvenlik ile ilgili bulguları ve çarpılma ve kaza gibi durumlar değerlendirebilmektedirler.
- Otonom Araç Teknolojileri: Otonom araçlar ile ilgili hemen her gün bir haber ortaya çıkmaktadır. Tesla ve Google uzun süredir bu teknolojiye çalışmaktadır. Ancak BMW, Toyota, Mercedes [11]–[13] gibi klasik otomobil markaları da bu yeni teknolojiye ayak uydurmaya çalıştığı bilinmektedir. Otonom araç teknolojisi yolların etkin kullanımı, birim sürede aynı yoldan çok daha fazla araç geçebilmesi olasılığını ortaya koymaktadır. Bu sayede yolda geçen sürenin azaltılması, farklı aktivitelerle uğraşabilme şansı, kaza riskinin azalması şansı da doğmaktadır.
- Tesla Semi Tır: Tesla'nın tırının karayolu taşımacılığında elektrikli araçların kullanımı ile ilgili ayrı bir önemi mevcuttur. Bu tır elektrikli araçlarla taşımacılığın yapılabilirliğini ortaya koymaktadır. Tesla'nın tırının ayrı bir önemi ise otonom tırlar ile ilgili ortaya konulmakta olan vizyondur. Zira gelişmiş ekonomilerde şoför bulunabilirliği ciddi bir sıkıntı olarak ortaya çıkmaktadır. Ek olarak da maliyet ve kaza riski ortaya koymaktadır.
- Drone Taşımacılığı: Amazon tarafından duyurulmuştur. Son kullanıcıya teslimatların droneler tarafından yapılması ve bekleme süresinin çok azaltılması söz konusudur.
- Kripto Para Birimleri: Kripto paralar yeni nesil paraları ortaya koymaktadır. Bunlar hem aracılığı azaltmakta hem de devlet egemen ticaret ve kontrolü azaltmaktadır. Ancak kripto paraların sunduğu en önemli yeniliklerden bir tanesi de ticaret ile ilgili kodlamanın yapılabilmesidir. Bu sayede satılan ürünle ilgili teslimatın yapılması ve kalite kontrolden geçmesi durumunda paranın otomatik tedarikçinin hesabına geçebilmesi ile ilgili kodlama bazı kripto paralar içerisinde yapılabilmektedir. Bu durum da birbirleri ile konuşabilen sistemler için umut vermektedir.

4. LOJİSTİK İÇİN GELECEK

Makale kapsamında cevabı aranan temel soru bir lojistik ağındaki tüm bileşenlerin herhangi bir insan teması olmadan çalışabilirliğinin ne olduğudur. Mevcut lojistik ağındaki bileşenlerin özetlenmesi ve teknoloji gelişimleri ile ilgili durum bu gerekçe ile verilmiştir. Çalışma kapsamında herhangi teknolojik gelişme test edilmediğinden mevcut teknoloji gelişimi ile ilgili öngörüler ile değerlendirmeler gerçekleştirilecektir.

Bu noktada mevcut lojistik aktiviteleri ile ilgili parça parça gelişmelerin mevcut olduğunu göz ardı etmemek gereklidir. Ek olarak ERP, WMS, CMS gibi bilgi teknolojileri vasıtası ile tüm verilerin veri tabanında tutulduğu ve performans ölçümlerinin hali hazırda gerçekleştirildiği ifade edilebilir. Ancak çalışma kapsamında bu ilişkilerin de yapay zeka tarafından yapılabilirliği arandığından değerlendirmeler bu minvalde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5 Departman Gelecek Öngörüsü

Departman	Gelecek Öngörüsü
Ulaştırma	Cevabı aranan soruların başında otomatik taşımaların mümkün olup olmadığı gelmektedir. Bu noktada otonom araç teknolojileri ile Tesla Semi'nin varlığı uzun vadede otonom tırların karayollarında görülebileceği öngörüsünü vermektedir. Ancak tırların karayollarında insansız olarak yük taşımacılığına başlayabilmesi için tırlara yüklemenin ve boşaltmanın da otomatik olarak yapılması gerekliliğini getirmektedir. Bu durum için depolarda otomasyonun geliştirilmesi gerekmektedir.
Depolama ve Malzeme Elleçleme	Tırların otonom olarak yollarda olabilmesi için depolardan tırlara yüklemenin ve depolarda boşaltmanın otomatik olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada depo yönetim sistemlerinin hangi depoya ne yükleneceği, hangi miktarlarda yükleneceği ile ilgili altyapısı mevcuttur. Ancak burada ifade edilen durum depoların tam otomasyonunu ifade etmektedir. AliBaba ve Amazon'un robotlar ile çalıştırılan depoları tırların iç yüklemeleri ile ilgili geliştirmenin de sağlanabileceği ile ilgili umut vermektedir. Ek olarak ASRS depolar ile ilgili entegrasyonlar da bu noktada entegrasyonu kolaylaştırabilecektir. Bu noktada tırlar hareket edecekleri destinasyonları otomatik olarak bilirken, robotlar da tırların dorselerine hangi sıra, hangi dizilim ile yükleri yükleyeceklerini de bileceklerdir. Bu noktada yazılım geliştirme gereği görülmektedir.
Paketleme	Lojistik operasyonlarda paketlemenin çok ciddi önemi mevcuttur. Özellikle ağır yüklerde hangi yapıdaki paketlemenin gerektiği gerek maliyet, gerek hareketlilikte önemlidir. Bu kıtalar arası yük hareketliliklerinde bir konu olarak çıkabilecek yapıdadır. Bunun haricinde şehir içi ve ülke içi hareketliliklerde konteyner içi depolamada ve kamyon taşımalarında da paketleme önemli bir parametreyi oluşturmaktadır. Depo içi muhafazada da gerekli paketleme önem arz eder. Yeni lojistik ağında gerekli paketlemelerin otomatik olarak yapılması gereği ortaya çıkmaktadır. İlgili ürünlerin makinelere ulaştırılması, ardından depolara ve müşterilere ulaştırılması geliştirilmesi gerekli olan bir husus olarak ortaya çıkmaktadır.
Envanter Yönetimi, Bilgi İşleme, Talep Tahminleri	Envanter yönetimi, Bilgi İşleme ve Talep Tahminleri yapay zekanın rol alacağı en önemli birimler olacaktır. Zira yapay zekanın tüm tedarik zinciri altındaki bilgiyi işleme, karar verme gereği mevcuttur. Bu noktada sadece insansız çalışacak olanların sadece lojistik şirketleri olduğu düşünülmemelidir. Zira hizmet alan şirketlerin departmanları da sistemin ortaklarıdır. Dolayısı ile müşteri tedarik zincirleri ile hizmet sunan lojistik sistemleri birbirleri ile konuşabilen yapıda olmalıdır. Bu da IoT konularını sürece dahil etmektedir Bu noktada geçmiş veri setlerinden anlamlı çıkarım yapabilecek, sistemi kurgulayıp koordine edecek, tahmin süreçlerini tamamlayacak ve müşteri/tedarikçi sistemlerini konuşturacak bir yapıya ihtiyaç mevcuttur. Şu anda kod yazan yapay zeka uygulamalarının varlığı göz önüne alındığında bu şekilde akıllı çalışabilecek sistemlerin gelecekte olabileceği ifade edilebilir. Ancak bu durumun stratejik ortaklığında ötesinde bir kurguyu gerektirdiği ve makinalara tüm yetkinin verildiği gözden kaçırılmamalıdır.
Satın alma	Satın alma işlemleri yapay zeka tarafından yönetilen ERP sistemlerinin bir bileşenidir. Sistem tedarikçisinden ihtiyaç anına göre talep yapıp ihtiyaç duyduğu parçayı/mamülü tedarik edebilecek şekilde kodlanmalıdır. Bu alanda ciddi geliştirmelere ihtiyaç duyulduğu açıktır. Bu noktada ödeme ile ilgili kripto paralar öne çıkmaktadır. Ödemenin yapılması ile ilgili kodlamanın yapılabilmesi ve hizmetin elde edilmesi sonucunda ödemenin tedarikçinin hesabına otomatik olarak geçirilebilmesi ile ilgili altyapı oluşmuş durumdadır (Bkz. Ripple). Burada da sistemin bu şekilde çalışabilmesi ile ilgili altyapının geliştirilmesine ihtiyaç vardır.
	Tesis konumu stratejik bir karardır. Bu kararın yıllar ile ölçülebilecek etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ancak veri biliminin gelişmesi ile tesis yeri ile ilgili hassas hesaplamaların yapılabildiği de bilinmektedir. Dolayısı ile veri mevcudiyeti olmadığı noktalarda detay hesaplamalarda insanlara ihtiyaç

Tesis Konumu	duyulmakla birlikte Getir gibi sürekli canlı hizmet sunan uygulamalarda bilgisayar hesaplamalarına dayalı sistemlerin geliştirilmesi mümkün olabilmektedir.
Üretim Planlama	Üretim Planlama ile ilgili hizmetler de süper ERP sistemleri ile yönetilebilecek durumdadır. Bu noktadaki değerlendirmeler Envanter yönetimindekine benzer şekildedir.
Müşteri Servisleri	Müşteri memnuniyeti sistemlerin sürekliliği için çok önemli olduğundan yeni sistemlerin mükemmel hizmet sunmaları bir gerekliliktir. Bu noktada müşteri taleplerinin anlık olarak alınması, iyileştirici ve müşteri tatminini sağlayıcı politikaların sistem üzerinden geliştirilmesi elzemdir. Müşteri memnuniyetini sağlayacak servis ve iade işlemleri de otomatik olarak gerçekleştirilmek zorunluluğu da mevcuttur. Bu noktada iade edilen ürünlerdeki sıkıntıların tespiti, iade için gerçekleştirilmesi gereken prosedürlerin insansız olarak geliştirilmesi de gerekmektedir.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Çalışma kapsamında yanıtı aranan soru gelecekte insansız lojistik ağlarının kurgulanabilirliğidir. Bu sorunun kısa ve orta vadede teknoloji gelişimine yönelik bütçe gerekleri, araştırma projelerinin tamamlanması için süre gereksinimleri ve siyasi ve sosyal nedenlerden doğan doğal bariyerler nedeni ile cevabı hayırdır. Ancak bu demek değildir ki uzun vadede insansız lojistik ağlar görme ihtimalimiz yoktur. Ancak bu kurgu ile ilgili öncelikle değerlendirilmesi gerekli olan çeşitli başlıklar mevcuttur.

Sistem ile ilk sıkıntı otonom araçların yaygınlaştırılması noktasında ortaya çıkabilecek sıkıntılardır. Nitekim, Pittsburg'da Uber'in insansız aracının karıştığı kaza sonucunda bir bisikletlinin hayatını kaybetmesi [14] gibi durumların bu tarz sistemlerin yaygınlaşabilmesi üzerinde ciddi olumsuz etkileri vardır. Bu durumun aşılmasının da zaman alacağı aşikardır. Ancak otonom araçların sağlayacağı faydalar nedeni ile bu sıkıntıların varlığına rağmen sistemin yaygınlaşacağı beklenebilir.

İkinci soru işareti sistemin güvenliğidir. Otonom araçların hacklenmesi gibi sıkıntılar söz konusu olabilecektir. Bu noktada sistem güvenliği, korunması ile ilgili gelişmeler önemlidir. Zira, lojistik ağ kapsamında taşınan ürünlerin güvenliğinin sağlanması önemli bir konu olmakla birlikte, devlet yöneticilerinin veya okula giden çocukların güvenliğinin sağlanması daha ciddi bir konudur.

Üçüncü değerlendirilmesi gerekli olan husus ihtiyaç duyulan yazılım ve donanım ihtiyacıdır. Dünyada şu anda sosyal medyanın da aktif kullanımı ile çok yoğun veri üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu durum otonom fabrikalar, ulaşım sistemleri ile birlikte daha da artacaktır. Depolama teknolojilerinin, veri sıkıştırma teknolojilerinin gelişmesi ve bulut teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte bu verilerin depolanabilmesi ve erişilebilmesi hususunda gelişmeler yaşanmaktadır. Ancak yine de bu alanda daha ileri gelişmelere ihtiyaç duyulduğu da açıktır.

Otonom sistemlerin kurgulanmasına yönelik teknoloji gelişimi ihtiyacı mevcut olduğundan bu noktada ciddi araştırma bütçelerine ihtiyaç duyulduğu açıktır. Bu sistemlerin teorik olarak kurgulanmasına yönelik araştırma bütçelerinin karşılanması durumunda dahi sistemlerin yaygınlaşmasına kadar ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması beklenebilir. Üretimde ölçeğin sağlanmasına kadar sabit maliyetlerin ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması yaygınlaşma konusunda bir engeldir.

Makale kapsamında değerlendirilen, ancak son olmayan konu ise politik bariyerler ifade edilebilir. Otonom sistemlerin ciddi iş kaybı yaratacağı aşikardır. Bu noktada yeni teknolojilerin kayıp işler yerine yeni işler üreteceği görülüyor olsa da mevcut işlerin kaybının siyasetçiler üzerinde baskı oluşturacağı da görülmektedir. Bu baskı da sistemlerin yaygınlaşabilmesi noktasında sıkıntı yaratabileceği görülmektedir.

Makale kapsamında tersine süreçler, çevreye olası etkilerin sınırlandırılması, kamçı etkileri gibi hususlar değerlendirilmemiş olsa da otonom sistemlerin bu konularda iyileştirme sağlayacağı da aşikardır. Birbirleri ile konuşan müşteri/tedarikçi sistemleri gereksiz stok bulundurma sorununu

çözeceğinden kamçı etkisinde sıkıntıların olmaması, iade edilen ürünler veya servis ihtiyacı doğduğunda sistemin bu hizmeti sunabilme kabiliyeti, otonom ve elektrikli araçlar sayesinde zararlı gazların azalması da söz konusu olacaktır. Bu hususlar da yeni sistem ile ilgili olumlu tarafları ifade etmektedir.

Tartışılan başlıklar gelişen teknoloji ile çözülebilecek durumları ifade etmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve iletişim kanallarının kuvvetlenmesi nedeniyle tarihin hiçbir noktasında görülmediği kadar hızlı gelişimler sağlanmaktadır. Son dönemde özellikle veri bilimi konusunda önemli gelişmeler olmuştur. Kuantum bilgisayarlar ile birlikte işlem gücü artacak olan bilgisayarların çok daha karmaşık işlemleri hızla yapabileceği görülebilmektedir. Bu noktada insanların önemi çalışacak sistemlerin tasarlanmasında, kurgusu gerçekleştirilecek akıllı sistemin oluşturulmasında ortaya çıkmaktadır. Şayet insansız sistemlerin kurgusu gerçekleştirilebilirse insan gücünün daha nitelikli işlerle uğraşabileceği ve bu durumun da daha büyük değer üretiminde kullanılabileceği değerlendirilebilir.

Çalışma kapsamındaki değerlendirmelerin sonucunda uzun vadede lojistiğin insansız çalışabileceği olasılığının bulunduğu ifade edilebilir. Çalışmada değerlendirilen bazı teknolojiler yaygınlaşamayacak olabilir. Ancak bu durum, şirketlerin daha düşük maliyetli çözümleri arayacakları gerçeğini değiştirmeyecektir. Dolayısı ile mevcut görünen teknoloji haricinde pek çok teknolojinin de gelişeceği söylenebilir. Drone taşımacılığı olmazsa yerden otonom taşıma araçları çıkacaktır. Son söz olarak gelecekte daha farklı bir lojistik ortamı görüleceği açıktır.

KAYNAKÇA

[1] E. Commission, “White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System,” Brussels, 2011.

[2] M. Novak, “Slovenia to ban new fossil-fuel cars from 2030, reduce debt,” Reuters, 2017.

Tesla, “Tesla Semi Spesifications,” 2018. [Online]. Available: https://www.tesla.com/semi.

[3] Y. D. Ko, Y. J. Jang, and S. Jeong, “Mathematical modeling and optimization of the automated wireless charging electric transportation system,” in 2012 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 2012, pp. 250–255.

[4] Y. Jae Jang, E. Suk Suh, and J. Woo Kim, “System Architecture and Mathematical Models of Electric Transit Bus System Utilizing Wireless Power Transfer Technology,” IEEE Syst. J., vol. 10, no. 2, 2016.

[5] A. Spruijt, R. van Duin, and F. Rieck, “Intralog Towards an autonomous system for handling inter-terminal container transport,” EVS30 Symp., 2017.

[6] I. Kottasova and K. Yurieff, “Intel buys Israeli self-driving car firm for $15 billion,” CNN Tech, 2017. [Online]. Available: http://money.cnn.com/2017/03/13/technology/mobileye-intel-self-driving-cars/index.html. [Accessed: 27-Apr-2018].

[7] M. Christopher, “Logistics & supply chain management,” 2016.

[8] J. Aitken, “Supply chain integration within the context of a supplier association: case studies of four supplier associations,” 1998.

[9] C. Dorn, “Transport Management.” [Online]. Available: https://gc21.giz.de/ibt/en/opt/site/ilt/ibt/regionalportale/sadc/inhalt/logistics/module_01/16_components.html. [Accessed: 25-Apr-2018].

[10] “Mercedes Otonom Sürüş.” [Online]. Available: https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/autonomous-driving/. [Accessed: 28-Apr-2018].

[11] “BMW Otonom Sürüş.” [Online]. Available: https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html. [Accessed: 28-Apr-2018].

[12] “Toyota Is Launching a $2.8 Billion Self-Driving Car Company.” [Online]. Available: https://futurism.com/toyota-self-driving-car-company/. [Accessed: 28-Apr-2018].

[13] “Uber settles with family of woman killed by self-driving car,” The Guardian, 2018. [Online]. Available: https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/29/uber-settles-with-family-of-woman-killed-by-self-driving-car. [Accessed: 28-Apr-2018].

Bir İnovasyon Çalışması Olarak Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Yaklaşımı İle İyileştirilmesi

Merve Aktaş[1], Ömer Emre Uçakkuş[2]
[1]Endüstri Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi/Sakarya
[2]Makina Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi/Kocaeli
Rözmaş Çelik San. Tic. A.Ş
Gebze Organize Sanayi Bölgesi, Gebze-Kocaeli, 41480
merve.aktas@rozmas.com.tr, omer.ucakkus@rozmas.com.tr

ÖZET

Günümüzde daha küçük lotlarla ve daha esnek üretim yapabilmenin karşısındaki en büyük engel kalıp değişim sürelerinin uzun olmasıdır. Pek çok şirket daha iyi kalitede daha iyi performansla üretim yapabilmek adına sürekli iyileştirmeler yapmakta ve organizasyonun bütününde olduğu gibi bu alanda da inovatif çalışmalara yön vermektedir.

İnovasyon projesi kapsamında yalın üretim tekniklerinden SMED (Tekli haneli rakamlarla kalıp değişimi) yaklaşımı kullanılarak otomotiv sektöründe faaliyet gösteren RÖZMAŞ'ta uygulama yapılmış ve uygulama sonucu sağlanan iyileştirmeler ortaya konmuştur. Çalışma yapılan proseste kalıp değişim süresi %53 azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalıp değişimi, yalın üretim, inovatif, SMED.

ABSTRACT

Long Exchange time of die is an obstacle for small lots and more flexible production. Many companies use continuos improvement and innovative methods to produce high quality and performance parts.

In Innovation Project Scope, an application was made by using SMED approach which is a technic of lean manufacturing at Company Rözmaş who acts in automotive industry. Process where SMED is applied, die exchanging time is reduced %53.

Key Words: Exchange of die, lean manufacturing, innovative, SMED.

1. GİRİŞ

Yoğun rekabetin olduğu günümüzde endüstriyel üretim teknolojilerinde birim üretim maliyetlerinin düşürülmesi için üretim kaynaklarının daha etkin kullanılmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Müşteri isteklerinin değişmesi, pazar koşullarının dinamikliği müşteri isteklerine hızlı cevap verilmesini gerektirmektedir. Birçok işletme Teknolojik yatırımlarını, inovatif çalışmalarını arttırmak ve esnek imalat sistemi ile yalın üretime yönelerek çalışmak durumunda kalmaktadır.

İşletmeler birim maliyetlerini düşürerek, etkinlik ve üretim kapasitelerini arttırarak daha iyi rekabet edebilirler. Üretim için daha küçük lotlarla ve daha esnek üretim yapabilmenin karşısındaki en büyük engel kalıp değişim sürelerinin uzun olmasıdır. Bu nedenle SMED(tekli sürelerde kalıp değişim) çalışmaları yapma ihtiyacı doğmaktadır.

Bu çalışmada Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Rözmaş Çelik Firmasında yapılan SMED çalışması anlatılmaktadır.

2. YALIN ÜRETİM

2.1 Yalın Üretim Düşüncesinin Temelleri

Yalın Üretim Sisteminin (Lean Production) karşılığı olarak literatürde, Tam Zamanında Üretim (Just-in-Time Production), Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System), Stoksuz Üretim gibi terimler kullanılmaktadır.

Yalın Üretim (Lean Production) terimi, ABD'deki Massachusetts Institute of Technology (MIT) bünyesinde dünya otomotiv sanayi üzerine çalışmalar yapan International Motor Vehicle Program (IMVP) tarafından 1980'lerin ortaya atılmış bir terimdir. Terimin dünya çapında geçerlilik kazanması, IMPV'nin çıkardığı 'The Machine That Changed the World' kitabının 1990'da yayınlanmasıyla mümkün olmuştur. Tam Zamanında Üretim (Just-in-Time) ilk olarak söz konusu üretim sistemini tanımlamak için sistemin kurucularından Taiichi Ohno'nun kullandığı bir terimdir. Toyota Üretim Sistemi terimini ise genellikle Japon uzman ve araştırmacılar tercih etmişlerdir. Stoksuz Üretim, Toyota dahil pek çok firmaya sistemin özgün teknikleri konusunda danışmanlık yapmış Japon Shigeo Shingo tarafından kullanılan bir terimdir [1].

2.2 Yalın Üretim Kavramı

Endüstri tarihinin ilk yıllarından beri firmalar rekabet halindedirler ve satışlarını arttırabilmek için küresel bir yarış içerisindedirler. Firmalardaki yöneticiler ürün ve hizmetlerin üretiminin ve dağıtımının en hızlı ve en ekonomik yollarını aramaktadırlar. Küresel rekabetteki baskı doğrudan dünyaya yayılırken firmaların ayakta kalması, maliyetlerin azaltılabilmesi, ürünlerin sürekli geliştirilebilmesine ve sosyo-teknolojik gelişmelerdeki değişimlere ayak uydurabilme becerisine bağlıdır. Bu nedenle randımanlı, verimli ve kusursuz olabilmenin anahtarı yalın üretimdir [2].

Yalın üretimin temel amacı, ürünün ilk ham maddeden başlayarak, değer yaratma süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir.

Yalın Üretim, yapısında; hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süresi, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi hiçbir gereksiz unsur taşımayan bir üretim sistemidir. Müşteriler, satın aldıkları ürünün üreticide ne kadar yol kat ettiği, kaç kere muayene edildiği, ne kadar süre zorunlu ya da gereksiz bekletildiği gibi konularla ilgilenmez ve bu gerekçelere ödeme yapmayı üstlenmezler. Bunların hepsi israftır. Müşteri, satın aldığı malın istediği işlevi görüp görmediği, istediği kaliteyi sağlayıp sağlamadığı ya da kendisine sunduğu fayda gibi faktörlerle ilgilidir. Buna göre yalın düşüncenin başlangıç noktası olan "değer", müşterinin ödemek istediği ve ihtiyaçlarını belirli zaman diliminde, belirli fiyattan karşılayan, belirli özelliklere sahip belirli bir ürün ve/veya hizmet yaratılması olarak tanımlanabilir [3].

Yalın Üretim Sisteminin farklı özelliklerini vurgulayan birçok tanımını yapmak mümkündür. Yalın Üretim Sistemi için yapılan tanımlardan bazıları şunlardır:

Yalın Üretim, israfları ortadan kaldırarak maliyetleri azaltmak suretiyle karı arttırmayı amaçlayan bir felsefedir [4].

Yalın Üretim, mükemmele ulaşmak için herkesin katıldığı, sürekli araştırmalar yoluyla problemlerin çözülmesi esasına dayalı bir sistemdir [5].

Yalın Üretim en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri taleplerine birebir yanıt verecek şekilde ve tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanılarak gerçekleştirilen bir üretim biçimidir [1].

Yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak Yalın Üretim için şu genel tanım yapılabilir:

<u>Yalın Üretim;</u> israfı sürekli ortadan kaldırmaya dayalı, mükemmelliğe ulaşmaya yönelik ve faaliyetlerin ihtiyaç duyulduğu ya da talep edildiği anda gerçekleştirilmesi temeline dayanan bir sistemdir. Yalın Üretim, tedarikçi-üretici-müşteri zincirini kapsayan temel tekniklerden oluşan ve üretim faaliyetlerinin 'yalın' olmasını hedefleyen bir üretim ve yönetim biçimidir [1].

Yalın üretimin amaçlarını da kısaca şu şekilde özetleyebiliriz:

- Sıfır hata ile üretim
- Maliyetleri azaltmak
- Müşteri isteklerini istediği an ve miktarda karşılamak
- Stok fazlası bulundurmamak
- İsrafları ortadan kaldırarak sürekli iyileştirme şeklindedir.

Üretim alanında faaliyet gösteren Japon şirketleri tarafından öncülüğü yapılan "üretim yönetimine" ilişkin politikaların Avrupa'daki bütün endüstrilerde uyumlaştırılması sonucu yalın üretim, diğer ülkelerde de uygulanır hale gelmiştir. 1990'larda dünya üzerindeki birçok üretici firma, "küresel rekabeti artırıcı bir strateji" olarak yalın üretimi benimserken, bazı firmalar yalın üretimi uygularken birtakım zorluklarla karşılaşmışlar ancak yine de bu sistemi gerçekleştirmek için çabalamaktadırlar.

Yalın üretim, her biri üretim sisteminin özel bir alanı ile ilgisi bulunan sekiz ilkeden oluşmaktadır [6]:

1. Gereksiz unsurların elenmesi
2. Sıfır hata
3. Sıralı bir süreç
4. Çok fonksiyonlu takımlar
5. Hiyerarşik kademelerin azaltılması
6. Takım liderliği
7. Yatay bilgi sistemleri
8. Sürekli iyileştirme

2.3 Yalın Üretimin Özellikleri

Yalın üretim, bir organizasyonun, mekanizmanın veya düzenin fazla işlerden, iş aşamalarından arındırıldığı düzendir. Burada bir düzenin yalın olması o düzenin basitleştirilmiş olduğunu ifade etmez. Ekonomik, teknik veya örgütsel açıdan inceltilmiş yani yalınlaştırılmış bir düzen olduğunu gösterir.

Yalın bir düzen fazla işlerden, iş aşamalarından ve işlemlerden arındırıldığı veya daha hızlı hareket kabiliyeti kazandığı, gereksiz kaynak, hareket ve zaman israfına yol açmadığı için de nispeten daha düşük maliyetle işleyen bir düzendir. Üretim düzeninin yalın olması, bu düzenin gereksiz yüklerden arındırılmış olmasını aynı zamanda hareket ve zaman israflarının en düşük seviyeye indirilmiş olmasını ifade eder [7].

Yalın üretimin özelliklerini kısaca aşağıdaki şekilde ifade edelim:

1. Toplamdır. Çünkü:

- Firmanın tüm hiyerarşik kademelerinde çalışanların katılımını, hedef ve fikirlerinin birliğini içerir.
- Firmanın tüm alan ve faaliyetlerine uygulanır.

2. Kalitedir. Çünkü:

- Yönetimin, çalışanların yapılan işlerin kalitesini kapsar.
- Ürün veya hizmet kalitesini kapsar.

3. Kontroldür. Çünkü:

- Hataların ayıklanması yerine hata yaratan faktörlerin belirlenmesini
- Ana noktaların kontrolünü
- Hataların tekrarlanmasını önlemeye yönelik sistemlerin geliştirilmesini
- Uygulamaların mutlaka yerinde incelenmesini, tüm verilerin sağlıklı, sayısal ve görsel olarak ifade edilmesini içerir [8].

2.4 Yalın Üretim Sisteminin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

Eski dönemlerle günümüz koşulları karşılaştırıldığında üretici ve tüketici arasındaki ilişkiler değişim göstermiştir. Bu değişim sonucunda tüketici/müşteri tatmini ön plana çıkmıştır. Tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek için firmalar arasında yaşanan rekabet 1980'li yıllara göre çok daha yoğunlaşmıştır. Bu durumda da üretim sistemleri ve üretimdeki yönetim felsefeleri değişikliğe uğramıştır.

Tablo 2.1'de, üretim tarihinin belirli dönemlerinde benimsenmiş olan üretim sistemlerinin iş standardizasyonu, kontrol alanı, stoklar, üretimin yapısındaki gereksiz unsurlar, onarım alanları, ekip çalışması faktörleri açısından bir karşılaştırması gösterilmektedir

Tablo 2.1 Yıllar itibariyle üretim sistemlerinin özellikleri [1].

Üretim	**Zanaatlar Dönemi (1900+)**	**Saf Fordizm (1920'li yıllar)**	**Fordizm Sonrası (1960'lı yıllar)**	**Yalın Üretim (1980+)**
İş Standardizasyonu	Düşük	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, ekipler tarafından
Kontrol Alanı	Geniş	Dar	Dar	Orta
Stoklar	Büyük	Orta	Büyük	Küçük
Üretim Yapısındaki Gereksiz Unsurlar	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük
Onarım Alanları	Küçük	Küçük	Büyük	Çok küçük
Ekip Çalışması	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek

Özetlersek Yalın Üretim; işletmede gereksiz aşamaları elimine etmek, sürekli akan faaliyetlerin tüm aşamalarını sıraya dizmek, işleri ile ilgili çapraz fonksiyonel ekiplerde yeniden kombine etmek ve iyileşme için sürekli faaliyetlerde bulunmaktır. Ürün tasarımında, fabrika organizasyonunda ve işletilmesinde, ikmal zincirinin koordinasyonunda, müşteri ilişkilerinde, yönetim kademelerinde vs. yalın üretimin fonksiyonel anlamda çalışan öğeleri vardır. Bu nedenle yalın üretim; gerçekte liderlik, ekip çalışması iletişim gibi yönetsel konularla yakından ilişkilidir.

Tablo 2.2. Yalın üretimin, Kitle üretimiyle karşılaştırılması [1].

	KİTLE ÜRETİMİ	**YALIN ÜRETİM**
Müşteri Tatmini	Mühendislerin istediği; büyük miktarda ve istatistiksel olarak kabul edilebilir bir kalite seviyesinde üretim	Müşterilerin istediği; sıfır hata, zamanında ve sipariş ettikleri miktarda üretim
Liderlik	Yetkililerin komutasında ve baskıyla sağlanan bir liderlik	Geniş vizyon ve geniş bir katılımla sağlanan bir liderlik
Organizasyon	Bireycilik ve askeri-tip bürokrasi	Takım - bazlı operasyonlar ve düz hiyerarşiler
Dış İlişkiler	Ücrete dayalı	Uzun dönemli ilişkilere dayalı
Bilgi Yönetimi	Müdürler tarafından ve yine kendileri tarafından üretilen soyut raporlara dayalı, zayıf bilgi yönetimi	Tüm personel tarafından sağlanan görsel kontrol sistemine dayalı, zengin bilgi yönetimi

Kültür	Sadakat kültürü ve itaat; yabancılaşma ve çalışanların çekişmesinin alt kültürü	İnsan kaynaklarının uzun-dönemli gelişimine bağlı uyumlu bir kültür
Üretim	Büyük-ölçekli makinalar, fonksiyonel çıktı, minimal yetenek, uzun üretim periyotları, büyük envanter	İnsan-ölçekli makinalar, hücre tipi çıktılar, çoklu yetenek, tek-parça akış, sıfır envanter
Bakım	Bakım uzmanları tarafından yapılan bakım	Üretim, bakım ve mühendislikte ekipman yönetimi
Mühendislik	Müşterilerden gelen az bir katkı, üretim gerçeklerine çok az uyan izole edilmiş deha	Müşterilerden gelen büyük katkı, ürün ve üretim prosesinin dizaynının sürekli gelişimi, takım-bazlı model

2.5 Değer ve İsraf Kavramları

Değer, müşteriye sunulan fayda olup, ihtiyaçları karşılayacak özelliklere sahip, tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen, müşterinin bedelini ödemeyi istekli olduğu ürün ya da hizmettir. Değer, müşteri tarafından tanımlanır, üretici tarafından yaratılır ve canlı tutulur. Değer yaratan faaliyetler doğrudan müşteri tatmini ile alakalıdır. Değer yaratmayan faaliyetler, müşteri tatmini de yaratmaz, sadece kaynak tüketir, israftır.

İsraf, hiçbir değer oluşturmayan, kaynakları tüketen faaliyetleri ifade eder. Yeniden işlemeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve sonuçta stoklarda biriken üretim, gerçekten gerekli olmayan süreç aşamaları, çalışanların ve ürünlerin zorunlu olmadığı halde bir yerden başka bir yere nakledilmesi, önceki aşamalarda zamanında tamamlanmayan işler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar ve müşterilerin beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler birer israftır [9].

Taichi Ohno, yedi temel israf tanımlamıştır [9]:

1. Gereksiz Taşıma: Ürünleri ya da parçaları işlem görmeksizin bir yerden bir yere gereksiz taşımak. Örnek: ara mamul depolarına yarı mamulleri götürüp getirmek.

2. Aşırı Stok Oluşturma: Bir sonraki proseste hemen kullanılmayacak hammadde ve yarı mamul stoku ile müşteriye hemen gönderilmeyecek bitmiş ürün stokları oluşturmak.

3. Gereksiz Hareket Etme: Prosesi gerçekleştirme dışında çalışanlar ve ekipmanlar tarafından yapılan değer katmayan hareketler. Örnek: parça arama, döküman arama, takım arama vs.

4. Bekleme: Makineler çevrimlerini sürdürürken bekleme, kalıp değişimini bekleme, hammadde bekleme, forklift bekleme, arıza giderilmesini bekleme gibi zaman kayıpları operatörlerin boş durmasına neden olması.

5. Aşırı Üretim: İç ya da dış müşterinin talep ettiğinden fazlasını üretme.

6. Gereksiz İşleme: Yetersiz kalıp ya da tasarım hatası sebebiyle gereğinden fazla prosesle üretim gerçekleştirme.

7. Hatalı-Kusurlu Üretim: Hatalı üretilen parçaların ya da ürünlerin ayıklanması ya da onarılması için harcanan zaman ve emek.

İsrafların nedenleri ise; yetersiz çalışma metotları, uzun hazırlık zamanları, yetersiz prosesler, eğitim eksikliği, yetersiz bakım, uzun mesafeler ve lider eksikliği olarak sıralanabilir [9].

Yalın üretim,

- Değer ile israfı ayırmak
- Değer oluşturmayan işleri yapmamak, bunlara ayrılan süreyi azaltmak
- Akış süresini kısaltmaya odaklanmak
- Küçük partiler halinde üretmek, model dönüş kayıplarını azaltmak
- Farklı ürünlerin akış yollarını ayırmak
- Ürünleri bir işlemden diğerine bekletmeden akıtmak, makineleri yakınlaştırmak
- İşi ilk defada hatasız yapmak

- Çalışanların çok yönlü becerilerini geliştirmek
- Problemlerin kök nedenini ortadan kaldırmak
- Uygun tekniklerden yararlanmak

gibi unsurları bünyesinde barındırır. İsraflar yok edilip akış süresi kısaltıldığında,

- Teslim süresi kısalır.
- Para dönüş hızı artar.
- Stoklar azalır.
- Kaynak kullanım etkinliği artar.
- Maliyetler düşer.
- İşletme sermayesi ihtiyacı azalır.
- Kalitenin izlenebilirliği artar [9].

2.6 Yalın Üretim Teknikleri

Yalın Üretim teknikleri şunlardır;

- Kanban
- Tek parça akışı
- U tipi yerleşim planı
- Otomasyon (Jidoka)
- JIT(Just in time)
- Poke-Yoke
- 5S
- Deney tasarımı (DOE)
- Toplam üretken bakım
- **SMED**
- 3M (Muda, Mura, Muri)
- Dengeli üretim(Heijunka)
- Toplam iş denetimi
- İş rotasyonu (Shojinka)
- Kaizen
- Kalite çemberleri
- A3 Raporu
- Obeya

2.6.1 SMED Tekniği

SMED çalışmalarının amacı model değişim sürelerinde kaybedilen zamanı azaltmaktır. Kaybedilen bu zamanı kısaltarak daha küçük lotlarla daha esnek imalat yapabilmeyi sağlamaktır. Bu aynı zamanda makine etkinliğinin arttırılmasını sağlamaktadır. Uzun model değişim süreleri işletmeyi kitlesel üretim yapmaya zorlar. Kitlesel üretim stok miktarının fazla olması demektir. Bu da müşteri talebindeki değişimlere ayak uyduramamak anlamına gelir.

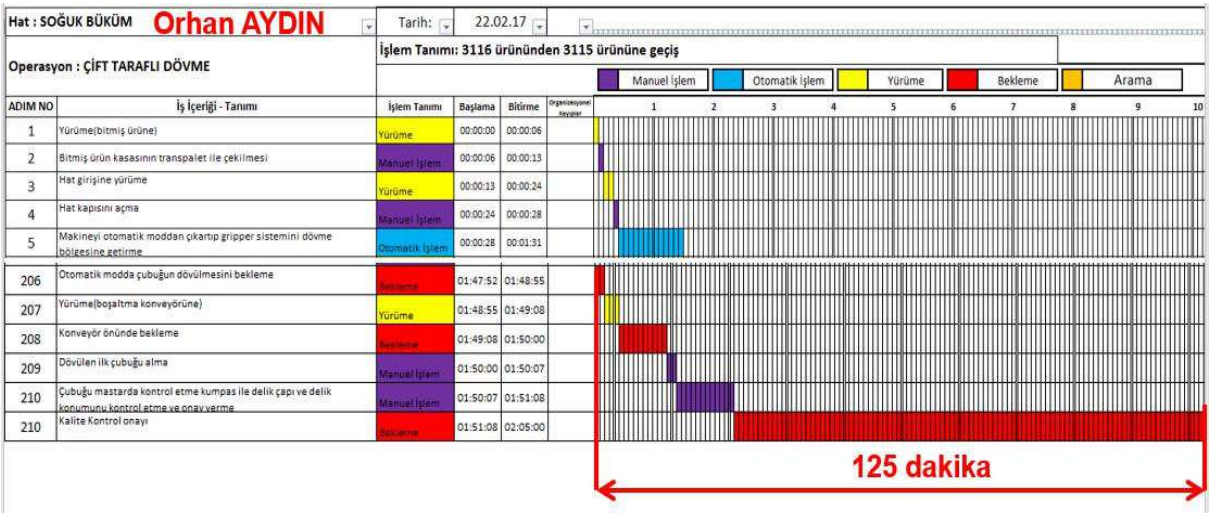
Yalın üretim tekniklerinden olan SMED çalışması, model değişim sürelerinin tekli dakikalara (10 dakikanın altına) indirilmesini hedeflemektedir. Bu tekniğin en önemli ilk adımı, iç ve dış setup ayrımı yapmaktır. Makine kapalıyken yapılan işlemler ile makine açıkken yapılan işlemleri ayırmaktır.

3. SONUÇ

Setup(model değişimi): Son OK ürün ile ilk ürün arasında geçen süredir. Yani üretimi bitecek olan "A" ürününden alınan son OK üründe süre başlatılır, "A" ürününün kalıbı sökülür "B" ürününün kalıbı takılır ve "B" ürününden ilk ürün onayı alındığında süre durdurulur. Bu süre setup süresidir.

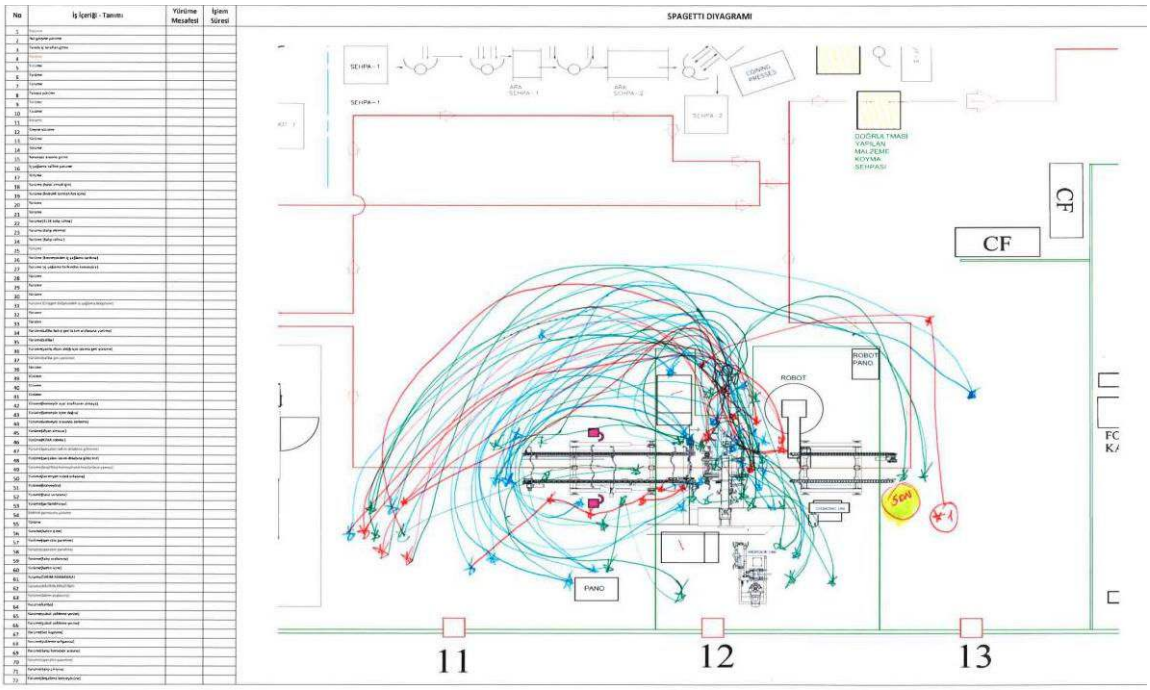
Alan Seçimi: Setup işçilik ve ıskarta maliyetleri proses bazlı çıkartılarak öne çıkan proses seçilir ve bu proses üzerinde çalışma yapılır. Rözmaş Çelik firmamızda çalışma alanı olarak **Çift Taraflı Dövme** hattı seçilmiştir. Bu alan için çalışma ekibi kuruldu. İyileştirme öncesi setup süresi 125 dakikadır.

Gantt Chart: Çift taraflı dövme hattında mevcut durumun videosu çekildi ve hatta çalışan operatörlerin yaptıkları Yürüme, Manuel İşlem, Bekleme adımları ve Otomatik işlem adımı süreleri ile birlikte kaydedildi. Şekil 3.1'de örnek Gantt Chart yer almaktadır. Görüldüğü üzere 125 dakikalık setup süresi boyunca operatör 211 adımda iş yapmıştır.



Şekil 3.1 iyileştirme Öncesi Gantt Chart

Spagetti Diyagramı: Videodan operatörün layout üzerindeki hareketleri çizilir.



Şekil 3.2 İyileştirme Öncesi Spagetti Diyagramı

Aksiyon Listesi: Gantt şemasına göre yapılan incelemer sonucunda aksiyonlar alınır. Hedef belirlenir. Hedef : 60 dakika.

- İç setuplar dış setupa alınır
- Kaizen(iyileştirmeler) yapılır. İç ve dış setuptaki işlemler;
- Yok edilebilir,
- Yok edilemiyor ise başka bir iş ile birleştirilebilir,
- Alan ve iş sırası düzenlenir,
- Yapılan iş basitleştirilir.

İyileştirmeler: Alınan aksiyonlara göre iyileştirme faaliyetleri yapılır.

<u>Örnek iyileştirme-1(iç setuptan dış setupa):</u> A ürününden B ürününe geçerken kalıptaki markalama numaratörleri iç setupta yapılıyordu. İş talimatı ile B ürününe geçmeden önce planlama grup liderine bilgi veriyor ve marka numaratörleri dış setupta yapılmaktadır.

Şekil 3.3 Marka numaratörleri

<u>Örnek iyileştirme-2(yok etme):</u> A ürününden B ürününe geçerken bobinler değiştiğinden bobin bağlantı tapaları da iç setupta operatör tarafından değiştirilmekteydi. Bu işlemi yok ederek elektrik bakım bölümü aktivitesi olarak tanımlandı.

RCS

ÇİFT TARAFLI DÖVME HATTI BOBİN GÜÇ KABLOSU AYARI

Grup Lideri / Takım Lideri / Çift Taraflı Dövme Operatörü

- Kalıp değişimine başlarken elektrik bakım ediğimine bilgi veriniz.
- Üretimi başlayacak kablo bilgilerini veriniz.

Elektrik Bakım Operatörü

- Yol tarafı ve duvar tarafı olarak adlandırılan bobin panolarındaki kablo bağlantılarını ilgili ürün için aşağıdaki tabloya göre yapınız.

Ürünler	Bağlantı-1	Bağlantı-2
5115-5117 5125-5126-5127-5128-5129 5108-5109	1-4	20
5116 - 5118A	5-6	23

- Şu anki çeşitliliğe göre 6 sabit olup sadece 1.bağlantı için somunu 2 ve 5 nolu grup için değiştiriniz.

Bağlantı-1

Bağlantı-2

			DÜZENLEYEN	ONAY
TALİMAT TARİHİ	: 20.03.2017			
GEÇERLİLİK SÜRESİ	: Üretim süresinde	BUYURU NO:	O.E.UÇAKKUŞ	Ayhan SOYDAŞ
SÜRE AÇIKLAMASI	: Tüm Vardiyalarda	TT-197 17-003		

Şekil 3.4 Bobin elektrik bağlantı talimatı

<u>Örnek iyileştirme-3(iş sırası ve alan düzenleme):</u> İş talimatı hazırlanarak operatörler arası iş dağılımı düzenlendi ve beklemeler azaltıldı. Alanlarda 5S yapılarak aramalar ortadan kaldırıldı.

Şekil 3.5 İş sırası ve alan düzenleme

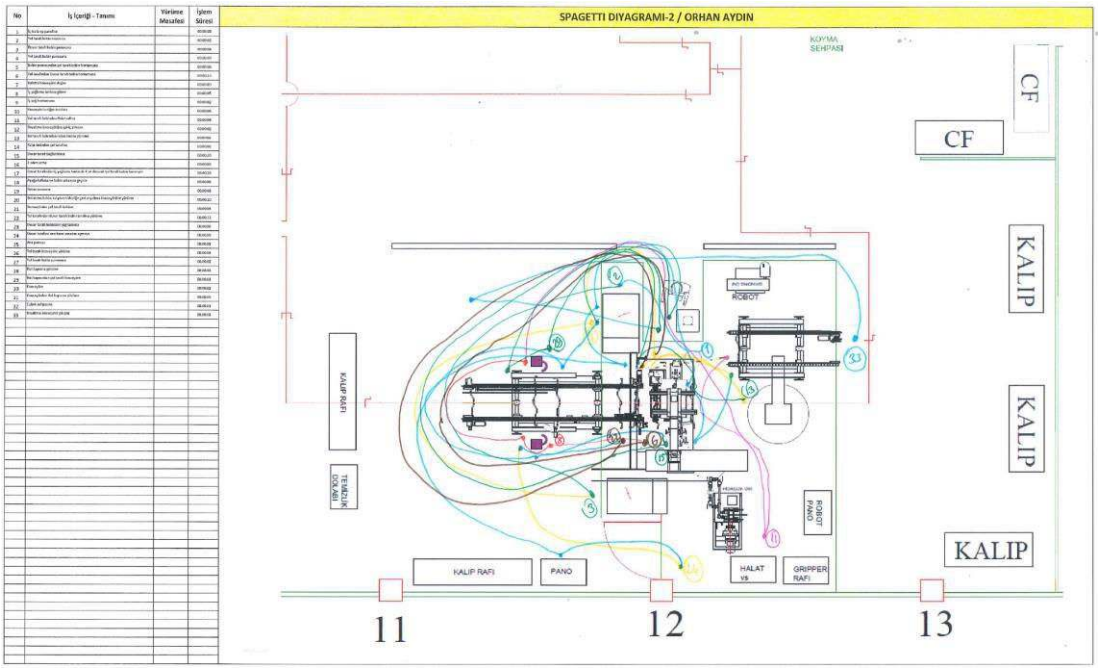
<u>Örnek iyileştirme-4 (iş basitleştirme):</u> A ürününden B ürününe geçerken iç yağlama sistemi farklı bölgelerde olduğu için yağ hortumları değişimi rekorun sökülmesi ile yapılıyordu. Bağlantı bölgelerine Quick Kaplin takılarak sökme takma işlemi basitleştirildi.

Şekil 3.6: Bağlantı ÖNCE

Şekil 3.7: Bağlantı SONRA

Alınan 10 adet aksiyonun tamamlanmasından sonra yeniden video çekildi. 125 dakika setup süresi 59 dakikaya düşürüldü.

Şekil 3.8'de görüldüğü üzere operatörün yürümesi azaltılmış olup **Tablo 3.1'de** de operatör 1 ve 2'nin öncesi ve sonrası durumda yaptığı işlemler gösterilmiştir.



Şekil 3.8 İyileştirme Sonrası Spagetti Diyagramı

Tablo 3.1 Operatör 1&2 Öncesi-Sonrası İşlem Adımları

ÖNCE

22.02.2017		
	Operator-1	Operator-2
Manuel İşlem	01:23:17	01:00:16
Otomatik İşlem	00:06:38	00:00:00
Yürüme	00:10:29	00:10:59
Bekleme	00:23:52	00:39:20
Arama	00:00:44	00:00:42
	2:05:00	1:51:17

SONRA

27.05.2017		
	Operator-1	Operator-3
Manuel İşlem	00:52:57	00:47:49
Otomatik İşlem	00:02:18	00:00:00
Yürüme	00:03:20	00:06:12
Bekleme	00:00:21	00:04:46
Arama	00:00:00	00:00:09
	0:58:56	0:58:56

KAYNAKÇA

[1] Yalın Üretim Sistemi, Bitirme Tezi,Dokuz Eylül Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,Endüstri Mühendisliği Bölümü, ,Kaya Metinkaya,İzmir 2003

[2] İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 12 Sayı: 23 Bahar 2013 s. 79-101

[3] Yalın Üretim Sisteminde Kanban, Tek Parça Akışı Ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri, Batman Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Öğr. Gör. Arzu ŞEKER

[4] Browman, 1991, s.38

[5] Bermudez,1991, s.37

[6] Ahlström, 1998; 330

[7] Bir PTT Şubesinde Yalın Üretim- 5S Uygulaması,Yüksek Lisans Tezi,Endüstri Mühendisliği,Ocak 2012

[8] http://enm.blogcu.com/yalin-uretim-ve-bazi-yalin-uretim-teknikleri-5/2586705

[9] Bir Havacılık Deposunda Yalın Üretim-5S Uygulaması,Sakarya Üniversitesi,Sakarya,2015.

Bireysel İş Yapılandırma ile Yenilikçi İş Davranışı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Beynaz Uysal[1], Gaye Özçelik[2]

[1]İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Okan Üniversitesi,
Tuzla Kampüsü, 34959 Akfırat-Tuzla, İstanbul, Türkiye
[2]İletişim Fakültesi, İstanbul Bilgi Üniversitesi,
Eski Silahtarağa Elektrik Santralı Kazım Karabekir Cad. No:2/13
34060 Eyüpsultan, İstanbul, Türkiye
beynaz.uysal@okan.edu.tr, gaye.ozcelik@bilgi.edu.tr

ÖZET

Günümüzün iş dünyasında yenilikçilik, örgütlerin başarısına ve yaşamlarını sürdürmesine büyük katkı sağlamaktadır. Yenilikçi uygulamalar ancak yenilikçi çalışanlar sayesinde gerçekleştirilebilir. Çalışanların örgüte katkıları ise işleri aracılığıyla gerçekleşmektedir. İşle ilgili sonuçlarda değişiklik yaratma konusunda en kolay ve kullanışlı yollardan biri, işin tasarımında farklılıklar yaratmaktır. Geleneksel olarak kabul edilen iş tasarımı teorileri, işin tasarımı konusundaki sorumluluğun yöneticilere ait olduğunu belirtmektedir. Çalışma yaşamında özellikle son otuz yılda yaşanan değişim ve dönüşümler sonucunda bugün gelinen noktada ise bu sorumluluğun çalışanlarla birlikte paylaşılması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Çalışma yaşamının belirsizliği ve karmaşıklığı ile baş edilmesi için çalışanların işlerinin tasarımı konusunda proaktif olması ve inisiyatif alması gerekmektedir. İşi yürüten kişinin kendi işini tekrar tasarlamasını ve işin farklı yönlerini değiştirmesini içeren bireysel iş yapılandırma (job crafting), kişiye görevlerini, iş ilişkilerini ya da işi algılamasını biçimlendirme fırsatı verir ve işin kendi beceri, ihtiyaç, değer ve tercihleriyle uyumlu hale gelmesini sağlar. Bu çalışmada, ilgili yazın incelendikten sonra, bireysel iş yapılandırmanın yenilikçi iş davranışı üzerindeki etkisi ile ilgili bir çalışma yapılması kararlaştırılmıştır. Araştırmanın amacı, bireysel iş yapılandırma ile yenilikçi iş davranışı arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir. Bu çalışmada bireysel iş yapılandırmayı değerlendirmek için Tims ve diğerlerinin (2012) geliştirdiği model kullanılmıştır. Kolayda örnekleme ile anket çalışması sayesinde 130 çalışandan elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ölçeklere faktör ve güvenirlik testi uygulandıktan sonra değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek için korelasyon ve regresyon analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bireysel iş yapılandırmanın yapısal iş kaynaklarının arttırılması ve meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması alt boyutlarının yenilikçi iş davranışı üzerindeki etkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Tasarımı, Bireysel İş Yapılandırma, Yenilikçi İş Davranışı

ABSTRACT

Innovation provides significant contributions to the success and sustainability of organizations in today's work life. Innovative practices can be realized to a great extent by innovative capabilities of the workforce whose contribution to the organizations are evident via their jobs. One of the most easiest and practical ways of enabling change in the results of jobs is to make a difference via job design and job redesign. While the classic job design theories assert that managers should bear the responsibility of job design, the changes and transformation of work life in the last three decades necessiate that this responsibility of job design should be shared between managers and employees. The complexity and uncertainty of work life requires employees to be proactive and take initiative in designing their jobs. In that sense, job crafting enables an individual to redesign and change different aspects one's work so that the job becomes aligned with the individual's skills, needs, values and preferences. This study aims to examine the relationship between job crafting and innovative work behavior. The concept of job crafting is measured via the model developed by Tims et al. (2012). A

total of 130 questionnaires were retrieved via convenience sampling methodogy. Having completed the factor analysis and reliability studies, correlation and regression analyses are run by the SPSS program in order to determine the strength and direction of the relationship. According to the results, the dimensions of increasing structural job resources and increasing challenging job demands are found to significantly influence the innovative work behaviors.

Keywords: Job design, job crafting, innovative work behavior

1 GİRİŞ

Değişim, örgütlerin yüzyüze kaldığı en önemli gerçeklerden biridir. Değişim olmasaydı herşey daha kolay olurdu. Rakipler yeni ürün ve hizmetleri sunmasaydı, teknoloji değişmeseydi, müşteri ve çalışanların beklenti ve talepleri aynı kalsaydı, ekonomik gelişmeler daha net tahmin edilseydi örgütlerin ve yöneticilerin değişimle daha az başetmesi gerekirdi[1]. Yüz, yüz elli yıl kadar önce örgütler değişim konusunda çok yoğun baskı yaşamıyorken son otuz yıla gelindiğinde oyunun kuralları büyük ölçüde değişti. İşletmecilik alanında yeni pazar ve rekabet şartlarındaki, çalışanlar ve müşterilerdeki, teknolojideki değişimlerin örgütleri nasıl etkilediğinden daha fazla söz edilir oldu. 1990'lı yıllardan itibaren ise küreselleşme olgusunun ortaya çıkması, şirketler için rekabet şartlarını daha da zorlu hale getirdi. 2000'li yıllar ise küresel ekonomik krizlerin ve belirsizliklerin daha fazla hissedildiği yıllar oldu [2].

Örgütlerin değişim dışında yüzyüze kaldıkları bir diğer gerçek, hızlı ve proaktif olmaları gerekliliğidir. Günümüzde çevre şartları çok hızlı değişmektedir. Örgütlerin de aynı biçimde bu değişimlere çok hızlı tepkiler vermeleri şarttır. Uyum davranışlarının yanında örgütlerin proaktif olması, değişimlere kendilerini hazırlaması ve bizzat değişimleri kendileri yaratmaları gerekmektedir.

Farklı alanlardaki tüm değişimler ve yeni şartlar, işletmeleri yeni pazar ve rekabet şartlarına uyumlu ve yenilikçi davranışlar sergilemeleri konusunda zorlamaktadır. Benzer kaynaklara sahip işletmelerin değişen şartlara uyum göstermelerini, rakiplerinden farklı ve yenilikçi olmalarını sağlayacak en önemli kaynağı çalışanlarıdır. Çalışanların bu davranışları göstermesi ise sadece işleri sayesinde mümkündür. Çalışanların sergiledikleri yenilikçi iş davranışı, bu şekilde örgütlerin karşılaştıkları fırsatları daha iyi değerlendirebilmelerini, zorlukları ise çok daha etkili bir şekilde aşabilmelerini sağlar[3].

Çalışma yaşamının değişmesi ve işlerin öneminin artması, işin yeni şartlar çerçevesinde yeniden ele alınmasını gerektirmiştir. İşin özellikleri ve tasarımı konusunda yapılan ilk ve kapsamlı çalışmanın [4] üzerinden 20 yıl geçtikten sonra yeni çalışmalar yapılmaya tekrar başlanmıştır [5]. Geleneksel olarak işin tanımlanması ve yeniden tasarlanmasındaki asıl sorumluluk örgütün ve yöneticilerindir. Fakat çevre şartlarının belirsizliği, karmaşıklığı ve dinamik yapısı, işlerin yapılarına ve yeniden tasarlanmalarına yönelik farklı yaklaşımların da geliştirilmesini sağlamıştır. Bu çerçevede üzerinde sadece örgütün ve yöneticilerin kontrolünün olduğu işler üzerinde çalışanlarının da kontrolü olması gerektiği ile ilgili görüşler ve uygulamalar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu görüşlerin dayandığı gerçek, işlerin artık statik olmadığı, önceden belirlenmiş iş tanımlarının işlerin etkili biçimde yapılmasını sağlamada yetersiz kaldığı, koşullara ve çalışanların ihtiyaçlarına uygun yöntemlerin işe uygulanması gerekliliğidir. Bu çerçevede işin yeniden tasarımı konusunda çalışanların da rol ve sorumluluk aldığı rol yenilikçiliği, görev revizyonu, görüş bildirme, bireysel iş müzakereleri, inisiyatif alma ve bireysel iş yapılandırma gibi uygulamalar [6] çalışma yaşamında ve yazında yer almaya başlanmıştır. Bu uygulamaların içinde bireysel iş yapılandırma, sonuçları ve kapsamı açısından en dikkate değer olan uygulamadır.

Belirtilen kapsamda bu araştırma yenilikçi iş davranışının ortaya çıkmasında bireysel iş yapılandırmanın etkisini değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu çalışma bireysel iş yapılandırma ile yenilikçi iş davranışı arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışmalardan biridir. Bu açıdan bu çalışma hem bireysel iş yapılandırmanın sonuçları, hem de yenilikçi iş davranışının öncülleri alanlarındaki yazına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Özellikle 2010 yılından sonra bireysel iş yapılandırma ve yenilikçi iş davranışı konusuna ilgi artmış olsa da, bu konuda yapılan araştırmalar sınırlı düzeydedir. Bu yüzden bu çalışmanın her iki kavramla ilgili bilgi birikimine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarının yenilikçi yaklaşımları uygulamayı hedefleyen işletmelere katkı sağlaması amaçlanmıştır. Bu kapsamda söz konusu çalışmamız, örgütte yenilikçi iş davranışı geliştirme konusunda yöneticilere fikir verecektir.

Aşağıda araştırmanın temel değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişki ile ilgili bilgi verilmekte, daha sonra konuya araştırmanın metodolojisi ve bulguları ile devam edilmektedir.

1.1 Bireysel İş Yapılandırma

Bireysel iş yapılandırma kavramı, 2001 yılından itibaren [7] yazında kullanılmaktadır ve "çalışanların, işlerinin görev veya ilişki sınırlarını tanımlamalarına yönelik yaptıkları fiziksel ve bilişsel değişiklikler" olarak tanımlanmıştır. Bireysel iş yapılandırmaya göre işler; görevlere yönelik yapılandırma, ilişkilere yönelik yapılandırma ve bilişsel yapılandırma ile şekillendirilebilir. Görevlere yönelik yapılandırma ile çalışanlar işlerine yeni görev ekleyebilir ya da çıkarabilir, farklı görevler için kullandığı zamanı ya da çabasını düzenleyebilir. İlişkilere yönelik yapılandırma ile çalışanlar işlerinde farklı kişilerle olan etkileşimlerinin sınırlarını yeniden tanımlayabilir. Bunun sayesinde çalışanlar ilişkiyi başlatma, sürdürme, azaltma, arttırma ya da tamamen kaçınma davranışları ile çalışma arkadaşları ya da müşterileri ile etkileşimlerini düzenleyebilir ve böylece başkalarıyla etkileşimin miktarını ve kalitesini belirlemiş olurlar. Bilişsel yapılandırma ise, çalışanların görevlerini, ilişkilerini veya bir bütün olarak işlerini algılama ve yorumlamada yaptığı değişikliklerdir. Kişi çalışmalarının önemini farklı algılayarak ve yorumlayarak bilişsel yapılandırmasını değiştirirmiş olur. Böylece çalışanlar görev ve ilişkilerine farklı bir anlam ve amaç yüklemiş olurlar[8].

Bireysel iş yapılandırma kavramı ve boyutları konusunda Tims vd.'nin (2012) sunduğu model, ilgili yazında en fazla kabul gören çalışmadır. Tims vd. bireysel iş yapılandırmayı İş Talepleri-Kaynakları Modeli çerçevesinde açıklamıştır. İş Talepleri- Kaynakları modeline göre tüm iş özellikleri iş talebi ya da iş kaynağı yaratan iş özellikleri olarak sınıflandırılabilir. İş talepleri, işin fiziksel ve psikolojik çaba ve beceri gerektiren yönleri ile ilgiliyken; iş kaynakları, çalışma amaçlarına ulaşmayı, iş taleplerini azaltmayı, bireysel gelişimi, öğrenmeyi ve gelişmeyi sağlar. Buna göre Tims vd. bireysel iş yapılandırmayı çalışanların iş talepleri ve iş kaynakları ile bireysel yetenek ve ihtiyaçları arasında denge sağlamaya yönelik değişikliklerin gerçekleştirilmesi olarak tanımlamışlardır. Bu model temel alınarak bireysel iş yapılandırmanın yapısal iş kaynaklarını arttırma, engelleyici iş taleplerini azaltma, sosyal iş kaynaklarını arttırma ve meydan okuyucu iş taleplerini arttırma boyutlarından oluştuğu ifade edilmiştir. Çalışanlar yeteneklerini geliştirerek, yeni şeyler öğrenerek ve yetki kullanarak yapısal iş kaynaklarını arttırmış olur. Çalışma arkadaşlarından ve yöneticilerinden geri bildirim ve tavsiye alma, çalışanların sosyal iş kaynaklarını arttırır[9]. Çalışanın ücretinde artış olmadan ya da bu yönde talepte bulunmadan görevi dışında sorumluluklar üstlenmesi ve yeni projelerde gönüllü olarak çalışması, meydan okuyucu iş taleplerini arttırma olarak kabul edilir. Problemli çalışanlarla etkileşimi azaltma, zor karar verme süreçlerinden ve iş yükünden kaçınma davranışları ise engelleyici iş taleplerini azaltma olarak kabul edilir.

Bireysel iş yapılandırma, çalışanların iş kaynaklarını arttırmasını sağlar ve sayede çalışanlar yenilikçi iş davranışı sergiler.

1.2 Yenilikçi İş Davranışı

Yenilikçilik kavramınının en yakın olduğu ve birbirleriyle en fazla karıştırılan kavram yaratıcılıktır. Yaratıcılık, "fikirleri özgün biçimde bir araya getirme ya da fikirler arasında farklı ilişkiler kurma kabiliyeti"[10] olarak tanımlanmaktadır. Yaratıcılık sayesinde özgün yöntemler geliştirilir ve sorunlara sıradışı çözümler getirilir. Yaratıcılık, ürün, hizmet, süreç ve yöntemlerle ilgili yeni ve işe yarayan fikirlerin üretilmesini sağlar. Yenilikçi iş davranışı ise yeni fikirlerin bir takım faydalar sağlamasına odaklanır. Yeni fikirlerin fayda yaratması için bu fikirlerin uygulanması gerekir. Yenilikçilik, yaratıcı bir fikri yararlı ve kullanışlı hale getirip yeni ürün, hizmet ya da yöntem oluşturma sürecidir. Yenilikçilik, yaratıcılık sayesinde faydalı çıktılar oluşturmayı gerektirir. Yenilikçilik için yaratıcılık şarttır fakat yeni fikirlerin uygulanmasını da içerdiği için yaratıcılık kavramından daha geniş kapsamlıdır.

Yenilikçi iş davranışı yeni ve kullanışlı fikir, süreç, ürün ya da yöntemlerin tanıtılmasını ve hayata geçirilmesini amaçlayan bireysel davranışlardır. Yenilikçi iş davranışı bireysel ve örgütsel

performasın geliştirilmesini sağlayacak hem yeni fikirlerin ortaya çıkarılmasını hem de yeni fikirlerin uygulanmasını ve gelişme sağlanmasını içerir.

Yenilikçi iş davranışı bir süreci kapsar ve bu sürecin her adımında sergilenmesi gereken davranışlar vardır. Yenilikçi iş davranışı sürecinin problem ve performans sapmalarının fark edilerek giderilmesine yönelik yeni fikirlerin geliştirilmesi ile başladığı belirtilir [11]. Son aşamada birey yeniliği gözle görülebilir, elle tutulabilir ve üretime dönüştürülebilir bir model veya prototipe dönüştürür. Dolayısıyla yenilikçi davranış her aşamada farklı bireysel davranışları içeren bir süreçtir[12].

Bazı bireysel ve örgütsel faktörler, yenilikçi iş davranışının ortaya çıkmasında etkilidir [13]. Yenilikçilik farklı ve yaratıcı olmayı ve inisiyatif almayı gerektirir. Bireysel iş yapılandırma ise işe farklı biçimde yaklaşılmasını, duruma ve çalışanların kendi bilgi ve yeteneklerine göre yeni çözümler üretmesini sağlar. Bu sayede sorunlara özgün çözümler üretilir. Bu sayede kişinin işi üzerindeki kontrolü artar. Yapılan bazı çalışmalarda çalışanların inisiyatif kullanması [14] ve işin rutin olmaması [15] sayesinde yenilikçi iş davranışının ortaya çıktığı belirtilmektedir. İlgili yazın doğrultusunda oluşturulan hipotezler şu şekildedir:

H1: Bireysel iş yapılandırma ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif bir ilişki vardır.

H1a: Yapısal iş kaynaklarının arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif bir ilişki vardır.

H1b: Engelleyici iş taleplerinin azaltılması ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif bir ilişki vardır.

H1c: Sosyal iş kaynaklarının arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif bir ilişki vardır.

H1d: Meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif bir ilişki vardır.

2 ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

2.1 Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın verileri kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak beyaz yakalı personelden anket yoluyla toplanmış ve 130 çalışandan elde edilen veriler analiz edilmiştir. 130 katılımcının 76'i (%58,5) kadın, 54'ü (%41,5) erkektir. Katılımcıların yaş ortalaması 37,3 (Ss=9,87), çalıştıkları kurumdaki ortalama görev süresi 2,42 (Ss=1,48) yıl, ortalama iş deneyimi 14,68(Ss=10,41) yıldır. Katılımcıların 89'u (%68,5) yüksekokul/üniversite, 36'sı (%27,7) yüksek lisans/doktora mezunudur.

2.2 Veri Toplama Aracı

Araştırmanın verilerini elde etmek için kullanılan ankette aşağıda belirtilen ölçekler kullanılmıştır.

2.2.1 Bireysel İş Yapılandırma Ölçeği

Katılımcıların bireysel iş yapılandırma davranış düzeyini ölçmek için Tims vd. (2012) tarafından geliştirilen ölçekten faydalanılmıştır. Orijinal ölçek 21 maddeden ve dört alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar yapısal iş kaynaklarını arttırma, engelleyici iş taleplerini azaltma, sosyal iş kaynaklarını arttırma ve meydan okuyucu iş taleplerini arttırmadır. 1 = "Hiçbir zaman" ve 6 = "Her zaman" arasında değişen 6 basamaklı Likert ölçeği kullanılarak cevaplar elde edilmiştir. Ölçeğin geçerliliğini test etmek için yapılan faktör analizi sonucunda ölçeğin orijinalindeki gibi dört alt boyuttan oluştuğu tespit edilmiştir. Ölçeğin bütünü için hesaplanan Cronbach's Alpha değeri .805; alt boyutlar için ise sırasıyla .811, .746, .792 ve .803'tür ve bu değerler ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir.

2.2.2 Yenilikçi İş Davranışı Ölçeği

Araştırmaya katılanların yenilikçi iş davranışını ölçmek için de Jong ve den Hartog [16] tarafından 2010 yılında geliştirilen ölçekten faydalanılmıştır. Ölçek dokuz adet ifadeden oluşmaktadır. 1 = "Hiç katılmıyorum" ve 6 = "Tamamen katılıyorum" arasında değişen 6 basamaklı Likert ölçeği kullanılarak cevaplar elde edilmiştir. Ölçeğin geçerliliğini test etmek için yapılan faktör analizi

sonucunda tek faktörlü bir yapı tespit edilmiştir. Ölçeğin güvenilirliği için hesaplanan Cronbach's Alpha değeri 0,923'tür ve buna göre ölçek yüksek derecede güvenilirdir.

2.3 Yöntem

Araştırmada elde edilen verilerinin değerlendirilmesinde SPSS 21 paket programından faydalanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkileri değerlendirmeden önce ölçeklere faktör ve güvenilirlik analizi uygulanmıştır. Araştırma verilerinin değerlendirilmesinde ilk olarak değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon analizi gerçekleştirilmiş, değişkenler arasında ilişki tespit edildikten sonra hipotez testleriyle analize devam edilmiştir. Bu kapsamda bireysel iş yapılandırma boyutlarının yenilikçi iş davranışı üzerindeki etkisini test etmek için regresyon analizinden faydalanılmıştır.

3 BULGULAR

Verilerin değerlendirilmesi aşamasında ilk olarak değişkenler arasındaki korelasyonlara bakılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen sonuç Tablo 1'de belirtilmektedir.

Tablo 1 Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Analizi Sonucu

Değişkenler	Ort	St.S	1	2	3	4	5
1. BİY1_Y. İş Kaynaklarının Arttırılması	5,37	0,66	1	,230**	,211*	,501**	,489**
2. BİY2_E. İş Taleplerinin Azaltılması	3,88	1,05	,230**	1	0,14	,182*	0,16
3. BİY3_S. İş Kaynaklarının Arttırılması	3,73	1,10	,211*	0,14	1	,249**	0,11
4. BİY4_M.O. İş Taleplerinin Arttırılması	4,48	0,90	,501**	,182*	,249**	1	,537**
5. Yenilikçi İş Davranışı	4,77	0,78	,489**	0,16	0,11	,537**	1

** p < 0,01; * p < 0,05

Tablo 1'de görüldüğü gibi araştırmanın bağımsız değişkenlerinden engelleyici iş taleplerinin azaltılması ve sosyal iş kaynaklarının arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamakta, yapısal iş kaynaklarının arttırılması ve meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmektedir. Yapısal iş kaynakların arttırılması ile yenilikçi iş davranışı (r=,489; p<,001) ve meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması ile yenilikçi iş davranışı (r=,537; p<,001) arasında pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Analize aralarında ilişki bulunan değişkenlerin birbirlerine olan etki gücünü tespit etmeye yönelik regresyon analizleri gerçekleştirilerek devam edilmiştir.

Yapısal iş kaynakların arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan regresyon analizinin sonucu aşağıdaki gibidir.

Tablo 2 Yapısal İş Kaynaklarının Arttırılması ile Yenilikçi İş Davranışı Arasındaki İlişkinin İncelendiği Regresyon Analizi Sonucu

Bağımlı Değişken	**Bağımsız Değişken**	**B**	**Std. Hata**	**Beta**	**t**	**p**	**F**	**Model (p)**	**2**	**R2 (Düz.)**
Yenilikçi İş Dav.	Sabit	1,640	,498		3,293	001	40,180	,000	239	,233
	Y IKAr	,583	,092	,489	6,339	,000				

** p < 0,01; * p < 0,05

Tablo 2'de belirtildiği gibi, yapısal iş kaynaklarının arttırılması ile yeniliçi iş davranışı arasındaki ilişki ile ilgili kurulan regresyon modeli istatiksel olarak anlamlıdır (F=40,180; p=0,000<0,001). R^2 değerine bakıldığında yapısal iş kaynaklarının arttırılmasının yenilikçi iş davranışındaki değişimin %23,3'ünü açıklayabildiği görülmektedir. Değişkenler arasındaki etkinin test edildiği regresyon analizi sonucunda; yapısal iş kaynaklarının arttırılmasının yenilikçi iş davranışı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (t=6,339; p<0,001) ve yapısal iş kaynaklarının arttırılmasının yenilikçi iş davranışının ortaya çıkmasında etkili olduğu (B=,583; Beta=,489) görülmektedir. Bu doğrultuda "Yapısal iş kaynaklarının arttırılması*, yenilikçi iş davranışını etkiler."* hipotezi kabul edilmiştir.

Meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması ile yenilikçi iş davranışı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan regresyon analizinin sonucu aşağıdaki gibidir.

Tablo 3 Meydan Okuyucu İş Taleplerinin Arttırılması ile Yenilikçi İş Davranışı Arasındaki İlişkinin İncelendiği Regresyon Analizi Sonucu

Bağımlı Değişken	**Bağımsız Değişken**	**B**	**Std. Hata**	**Beta**	**t**	**p**	**F**	**Model (p)**	**R2**	**R2 (Düz.)**
Yenilikçi İş Dav.	Sabit	2,687	296		9,088	,001	51,811	,000	,288	,283
	MOITz	,465	065	,537	7,198	,000				

** p < 0,01; * p < 0,05

Tablo 3'de belirtildiği gibi, meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması ile yeniliçi iş davranışı arasındaki ilişki ile ilgili kurulan regresyon modeli istatiksel olarak anlamlıdır (F=51,811; p=0,000<0,001). R^2 değerine bakıldığında meydan okuyucu iş taleplerinin yenilikçi iş davranışındaki değişimin %28,3'ünü açıklayabildiği görülmektedir. Değişkenler arasındaki etkinin test edildiği regresyon analizi sonucunda; meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılmasının yenilikçi iş davranışı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (t=7,198; p<0,001) ve meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılmasınının yenilikçi iş davranışının ortaya çıkmasında etkili olduğu (B=,465; Beta=,537) görülmektedir. Bu doğrultuda "Meydan okuyucu iş taleplerinin arttırıması*, yenilikçi iş davranışını etkiler."* hipotezi kabul edilmiştir.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde artan müşteri beklentileri, teknolojik yenilikler, küresel ekonomi, farklılaşan örgüt yapıları, rekabet şartlarını değiştirmiştir. Rekabet üstünlüğü sağlamak isteyen işletmelerin rakiplerinden farklı ve yenilikçi olmaları zorunluluk haline gelmiştir. Yenilikçi şirket uygulamaları çalışanların yenilikçi iş davranışları sergilemelerine bağlıdır. Çalışanların şartlara uygun ve proaktif davranışlara sahip olmaları gerekliliği dikkatleri çalışanları ve işleri üzerine çekmektedir. Bu doğrultuda yenilikçi iş davranışının sergilenmesi için önerilen uygulamalardan biri, bireysel iş yapılandırmadır. Bireysel iş yapılandırma, kişinin işinin farklı yönlerini düzenlemesini sağlayan ve proaktif olan yeniden iş tasarımı uygulamasıdır.

Bu çalışmada bu doğrultuda yenilikçi iş davranışının sergilenmesinde bireysel iş yapılandırmanın etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yenilikçi iş davranışının ortaya çıkmasında bireysel iş yapılandırmanın yapısal iş kaynaklarının arttırılması ve meydan okuyucu iş taleplerinin arttırılması alt boyutlarının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapısal iş kaynakları, çalışanların bilgi ve yeteneklerinin gelişmesi ve daha fazla yetki kullanması ile artar. Buna göre yenilikçi iş davranışının artması için çalışanların bilgi ve becerilerinin artması gerekir. Her ne kadar bireysel iş yapılandırma çalışanların bizzat kendilerinin başlattığı davranışlar olsa da, çalışanların bu yönde gelişmelerinin desteklenmesi, daha fazla yenilikçi iş davranışının sergilenmesini sağlayacaktır. Ayrıca çalışanlarının işlerini etkileyen kararları kendilerinin vermeleri ve bu konudaki yetkilerinin arttırılması, bireysel iş yapılandırma sayesinde yine yenilikçi iş davranışını olumlu yönde etkileyecektir.

Çalışanın ücretinde artış olmadan ya da bu yönde talepte bulunmadan görevi dışında sorumluluklar üstlenmesi ve yeni projelerde gönüllü olarak çalışması, meydan okuyucu iş taleplerinini arttırır. Meydan okuyucu iş talepleri, işin daha ilgi çekici hale gelmesini sağlar ve çalışana kendini geliştirme fırsatı sunar. Bu sayede de çalışanın işle ilgili kaynaklarının artması yenilikçi iş davranışını sergilemede etkili olur.

Bu sonuçlar doğrultusunda, bireysel iş yapılandırmanın bazı boyutlarının yenilikçi iş davranışı üzerinde etkili olması sebebiyle, bireysel iş yapılandırmanın yenilikçi iş davranışını ortaya çıkarmada etkili bir uygulama olduğu söylenebilir. Her iki davranış da bireysel olmasına rağmen, örgütlerin buna uygun yapılara, kurum kültürüne ve çalışanlara sahip olmaları, her iki davranışın etkisini arttıracaktır. Böylece bireysel iş davranışları örgütün performansını belirleyecektir.

Bu araştırmanın bir diğer katkısı, bireysel iş yapılandırma ile ilgili yeni bir ölçeğin Türkçe'de kullanılması ve ölçeğin geçerlik ve güvenirlik ile ilgili değerlendirmesinin yapılmasıdır. Bu çalışmada kullanılan ölçeğin faktör yapısının orijinal çalışmadaki gibi olduğu tespit edilmiştir. Ölçek Türkçede bazı çalışmalarda daha önce kullanılmıştır [17, 18]. Bu çalışmada da ölçeğin faktör yapısı ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarla aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırmanın bazı kısıtları örneklem grubu ile ilgilidir. Araştırma bulgularının genellenebilmesi için daha büyük bir örneklem grubu seçilmeli ve tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmalıdır. Kullanılan ölçek farklı meslek gruplarına uygulanabilse de, sonuçların meslek gruplarına özel olarak yorumlanabilmesi için örneklem grubunun belirli meslek gruplarından alınması değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Robbins, S.P., Decenzo, D.A. ve Coulter, M. 2016. *Yönetimin Esasları*. Öğüt, A. (Çev. Edt). 8. basımdan çeviri, İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

[2] Van den Heuvel, M., Demerouti, E., Peeters, M.C. W. 2015. The job crafting intervention: Effects on job resources, self-efficacy, and affective well-being. *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 88: 511-532.

[3] De Jong J. 2007. Individual Innovation, The Connection Between Leadership and Employees. *Innovative Work Behavior*. Amsterdam: Academısch Proefschrıft.

[4] Hackman R.J. ve Oldham G.R. 1975. Development of the Job Diagnostic Survey. *Journal of Applied Psychology* 60: 159-170.

[5] Campion M. A. 1988. Interdisciplinary Approaches to Job Design: A Constructive Replication with Extensions. *Journal of Applied Psychology* 73(3): 467-481.

[6] Tims, M., Bakker, A.B. 2010. Job crafting: Towards a new model of individual job redesign. *Journal of Industrial Psychology* 36(2): 1-9.

[7] Wrzesniewski, A. ve Dutton, J.E. 2001. Crafting a Job: Revisioning Employees as Active Crafters of Their Work. *Academy of Management Review* 26(2): 179-201.

[8] Sobacı, F. 2017. İş Becerikliliği. Polatcı, S., Özyer, K. (Edt). 21. Yüzyılda Örgütsel Davranış, 1. Basım, İstanbul: Beta Basım Yayım.

[9] Tims, M., Bakker, A.B. ve Derks, D. 2012. Development and Validation of The Job Crafting Scale. *Journal of Vocational Behavior* 80: 173-186.

[10] Robbins, S.P., Decenzo, D.A. ve Coulter, M. 2016. *Yönetimin Esasları*. Öğüt, A. (Çev.Edt). 8. basımdan çeviri, İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

[11] West, M.A. 2002. Sparkling Fountains or Stagnant Ponds: An Integrative Model of Creativity and Innovation Implementation in Work Groups. *Applied Psychology: An International Review* 51(3): 355-87.

[12] Turgut, E. ve Beğenirbaş, M. 2013. Çalışanların Yenilikçi İş Davranışları Üzerinde Sosyal Sermaye ve Yenilikçi İş Davranışının Rolü: Sağlık Sektöründe Bir Araştırma. *KHO Bilim Dergisi* 23(2): 101-124.

[13] Çapraz, B. vd. 2014. Çalışanlar Perspektifinden İnovatif İş Davranışının Belirleyicileri: İzmir İlindeki Öncelikli Sektörlere İlişkin Bir Araştırma. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi* 3(1): 49-72.

[14] Krause, D.E. 2004. Influence-based Leadership as a Determinant of the Inclination to Innovate and of Innovation-related Behaviors: An Empirical Investigation. *Leadership Quarterly* 15(1): 79-102.

[15] Scott, S.G. ve Bruce, R.A. 1994. Determinants of Innovative Behavior: A Path Model of Individual Innovation in the Workplace. *The Academy of Management Journ*al 37(3): 580-607.

[16] De Jong, J. ve Den Hartog, D. 2010. Measuring Innovative Work Behaviour. *Creativity and Innovation Management* 19(1): 23-36.

[17] Akın, A., Sarıçam, H., Kaya, Ç. ve Demir, T. 2014. Turkish Version of Job Crafting Scale (JCS): The Validity and Reliability Study. *The International Journal of Educational Researchs* 5(1): 10-15.

[18] Kanten, P. 2014. The Antecedents of Job Crafting: Perceived Organizational Support, Job Characteristics and Self-Efficacy. European Journal of Business and Social Sciences 3(5):113-128.

Büyük Veri Kapsamında Geleneksel ile Yeni Nesil Veritabanı Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması

Murat Menteşe [1], Feridun Özçakır [2]
[1] Veri Ambarı ve Raporlama Departmanı
Migros Ticaret A.Ş.
[2] Bilişim Sistemleri Programı
Fen Bilimleri Enstitüsü / Okan Üniversitesi
İstanbul, 34459, Türkiye
muratmentese@gmail.com, feridun.ozcakir@okan.edu.tr

ÖZET

Dijital veri 1970'li yıllardan bugüne geleneksel olarak nitelendirdiğimiz veritabanı yönetim sistemleri ile depolanmakta ve işlenmektedir. Günümüzde dijital ortamda üretilen veri hızla büyümekte, depolama ve işleme süreçlerinde zorluklarla karşılaşılmaktadır. Büyük veri olarak nitelendirilen bu boyuttaki verilerin geleneksel veritabanları üzerinde kullanımında performans ve verimlilik açısından zorluklarla karşılaşılmaktadır. 2000'li yılların ortalarında geliştirilen yatay ölçeklendirilen veritabanı yönetim sistemlerinin büyük veriyi işleme kabiliyetinin performans ve verimlilik açısından geleneksel veritabanlarına göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında geleneksel veritabanları ile yeni nesil veritabanlarının tarihsel, işlevsel ve yapısal karşılaştırılması yapılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hadoop, Büyük Veri, Veritabanı Yönetimi, Performans Analizi.

1 GİRİŞ

Günümüzde, mobil ağırlıklı teknolojiler ve sosyal medyanın yaygın kullanımına bağlı olarak yapılan işlemlerin kayıt altına alınan verinin çok büyük miktarlara ulaştığı ve her geçen gün bu verinin hızlanarak büyümeye devam ettiği görülmektedir. Bundan 20 yıl öncesine kadar veriye ulaşmak öncelikli ve maliyetli bir sorun iken bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişim bu sorunu neredeyse ortadan kaldırmıştır. Dijital teknolojinin aşırı miktarda verinin depolanabilmesine izin vermesi, kaynakların çoğalması ve toplama araçların çeşitliliği büyük veriye hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmaya imkan sağlamıştır. Günümüzde veriyi depolamak veriye ulaşmaktan daha maliyetli ve karmaşık hale gelmiştir. Böylece oluşan, saklanan ve manipüle edilen veri miktarı ciddi biçimde artmış ve bu artış sonucunda büyük veri olgusu ve veri bilimi gelişmeye başlamıştır. Günümüzde arama sorgularından, sosyal ağ etkileşimlerinden, sensörlerden ve mobil telefonlardan vb. pek çok kanaldan elde edilen veriler ve bu verilerin analizi modern iş ve bilim dünyası için en önemli konular arasında yer almaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte verinin büyük coğunluğu internet markaları tarafından üretilmekte ve işlenmektedir. Google binlerce petabyte veri üretmekte ve işlemekte, Facebook, Amazon, Alibaba gibi şirketler aylık onlarca petabytelık verileri işlemektedir. Günümüzde ise kişisel depolama alanları terabyte seviyelerine ulaştığını göz önüne alındığında nasıl bir büyük veri havuzunun içinde olduğumuz anlaşılabilmektedir. [1]

Gelinen bu noktada büyük veri istatistikten bilgisayara, sosyal medyadan pazarlamaya ve perakendeciliğe kadar pek çok alanda işletmelere avantaj ve gelişimine katkı sağlamaktadır. Örneğin, perakende sektöründe müşteri alışveriş sıklığı, ürün yelpazesi ve kampanya geçmişleri gibi iç kaynaklardan gelen veriler ile sektöre ait sosyal medya, mobil uygulama ve websitesi kayıtları gibi dış kaynak verilerinin birlikte analiz edilerek müşteri davranışlarının tespiti sağlanmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen sonuçlar ile kişiye özel kampanyalar yapılabilmektedir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi parakendecilik sektöründe de büyük verinin geleneksel olarak nitelendirdiğimiz veritabanı yönetim sistemleri ile kullanımında performans ve verimlilik açısından zorluklarla karşılaşılmaktadır. Büyük veri depolama ve işleme teknolojilerinin 2000'li yılların

ortalarındaki gelişimi ile birlikte veriyi hem saklama hemde veriyi işleme kabiliyeti artmış yeni nesil yatay ölçeklendirilen veritabanı sistemleri devreye girmiş ve veri anlamlandırılabilir hale gelmiştir.

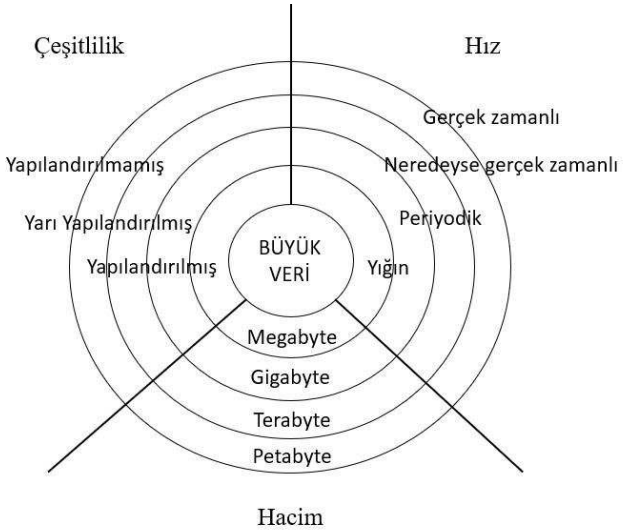
Bu çalışmamızda büyük veri açısından geleneksel veritabanı yönetim sistemleri ile yatay ölçeklendirilen veritabanı yönetim sistemlerinin tarihi gelişimleri, işlevsel özellikleri ve teknolojik yapıları incelenmekte ve karşılaştırılmaktadır.

2. BÜYÜK VERİ

2.1. Büyük Veri Nedir

Büyük Veri (Big Data) sadece depolama alanlarında çok fazla yer kaplayan veri anlamına gelmez, esasen sosyal medya verileri, fotoğraflar, videolar, mesajlaşmalar, kurum ve işletmelerdeki kişisel (özlük, sağlık, alışveriş ve finansal) veriler gibi hayatımızın içindeki tüm dijital (elektronik) olarak kaydedilmiş verileri simgelemektedir. Bu veriler büyük veri kavramı altında farklı kaynaklardan elde edilerek anlamlı ve işlenebilir şekilde her alanda kullanılmaktadır. [2]

Büyük veri 3 temel birleşenden oluşmaktadır. Bunlar Hacim (Volume), Çeşitlilik (Variety) ve Hız (Velocity)'dir. Hacim verinin büyüklüğünü ifade ederken, çeşitlilik büyük verinin kaynaklarını ve daha çok yapılandırılmamış veri olmasını ifade etmektedir. Hız ise verinin ortaya çıkışı ve gerçek zamanlı işlenmesi/analizi ile ilgilidir. [3]



Şekil 1 Büyük Verinin Temel Bileşenleri [4]

Bu alandaki çalışmaların çoğalması ve farkındalığın artması ile birlikte yeni karakteristlik özelliklerin de bu bileşenler içerisine eklendiği belirtilmektedir. Bunlar, Doğruluk (Veracity) verinin analiz edilmek üzere düzenlendikten sonra işe yarar bir veri seti elde edilmesi, Değer (Value) verinin ortaya çıkardığı maddi değer, Değişkenlik (Variability) ise veriden elde edilebilecek özetlerin miktarı veri seti içerisindeki dağılımı, Karmaşıklık (Complexity) ise veriler arasındaki ilişkinin organize edilmesindeki ve analiz edilmesindeki zorluktur. [5]

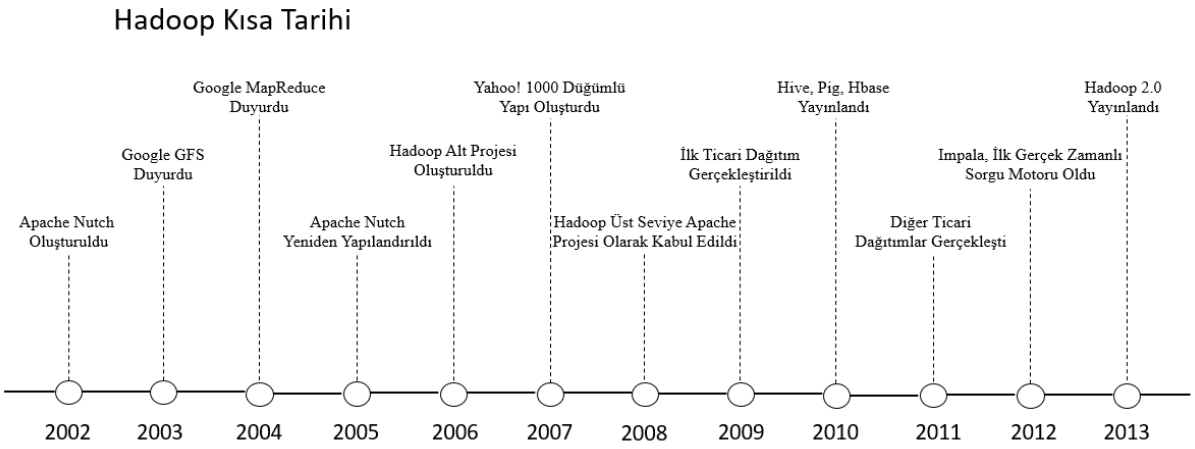
2.2. Büyük Veri Kavramının ve Hadoop Tarihsel Gelişimi

Bugünkü anlamıyla büyük verinin ortaya çıkışı, verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve kaydedilmesi ile başlamıştır. 1970'li yıllarda verilerin özellikle saklanması ve analiz edilmesi için "veritabanı makineleri"nin yapılmasının büyük veri kavramının doğuşuna zemin hazırladığı kabul edilebilir. 1980'li yıllarda artan veri miktarını işlemek ve kaydetmek için tek bir bilgisayar yetersiz olmaya başlamış ve paralel veritabanı teknolojisi geliştirilmiştir. 1990'lı yıllara gelindiğinde internet servislerinin ortaya çıkışı ve hızla büyümesi gözlemlenmiş, sorgulanabilen ve insanoğlunun o güne kadar görmediği hızda büyüyen bir veri havuzu oluşmasına sebep olmuştur. [1]

Apache Lucene projesinin de geliştiricisi olan Doug Cutting tarafından geliştirilen Hadoop un temelleri, açık kaynak kodlu bir arama motoru geliştirilmesi fikriyle ortaya çıkmıştır. Bu fikir Apache Nutch projesi ile 2002 yılında başlamış ve proje kapsamında, bir içerik çekme sistemi (crawler) ve arama sistemi geliştirilmiştir. Ancak projenin başlangıç haliyle milyarlarca sayfaya ölçeklenmesi web

üzerinden mümkün görülmemiştir. Bu doğrultuda, 2003 yılında Google arama motorunun kullandığı dağıtık dosya sistemi mimarisi (Google File System, GFS), 2004 yılındaki Google'ın geliştirdiği dağıtık veri işleme modeli ve MapReduce programlama yapısından esinlenerek, Nutch için dağıtık bir dosya sistemi ve MapReduce modeli gerçekleştirilmiştir.

İlerleyen zamanlarda, Nutch için geliştirilen altyapının arama dışında başka alanlara da uygulanabileceği düşüncesiyle, Hadoop adı altında bağımsız bir alt proje oluşturulmuştur. Doug Cutting'in Yahoo'ya katılmasıyla, Hadoop'un geniş ölçekte bir sisteme dönüştürülmesi için gerekli kaynaklar sağlanmıştır. 2008 yılında, Yahoo, arama indeksinin 10.000 çekirdekli bir Hadoop kümesi tarafından oluşturulduğunu duyurmuştur. Hadoop, 2008 yılından itibaren üst seviye bir Apache projesi olarak yer almaktadır. [6]



Şekil 2 Hadoop Tarihsel Gelişimi

2.3. Büyük Veri Teknolojileri

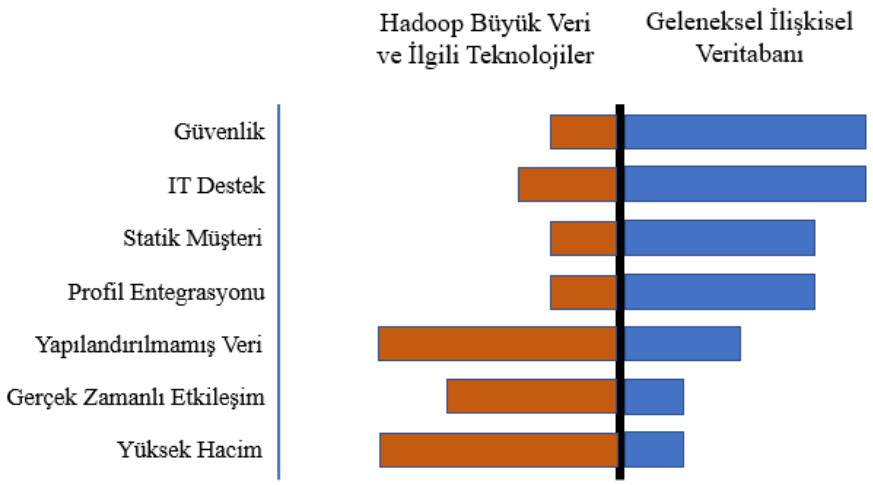
Gün geçtikçe etkinliği artan nesnelerin interneti, Hadoop, MapReduce, veri madenciliği, makine öğrenmesi, yapay sinir ağları gibi kavramlar büyük verinin saklanması ve analizine zemin hazırlamıştır. Bu doğrultuda büyük veri yaşamın önemli bir bileşeni konumuna gelmiştir. [7]

Tablo 1 Büyük Veri Teknolojilerine Genel Bakış

Teknoloji	Tanım
Hadoop	Çoklu paralel sunucular üzerinden büyük veri işlemesi yapan açık kaynak yazılımı
MapReduce	Hadoop'un üzerinde çalıştığı mimari altyapı
Makine Öğrenmesi	Bir veri kümesine en iyi uyan modeli hızla bulmak için kullanılan yazılım
Görsel Analitik	Analitik sonuçların görsel veya grafik formatta gösterimi
Bellik İçi Analitik	Daha hızlı sonuç almak için büyük verinin bilgisayar belleğinde işlenmesi
Doğal Dil İşleme (NLP)	Metin analizi yazılımı - frekans anlam vb.

Hadoop büyük veri'nin ilişkisel veritabanı çözümlerine karşı ne kadar iyi durumda olduğunu görmek için, başlangıçta yedi farklı özellik belirleyerek karşılaştırması aşağıdaki özelliklere göre dağılımı yapılmıştır. Bunlar;

- Güvenlik
- IT Destek
- Statik Müşteri
- Profil Entegrasyonu
- Yapılandırılmamış Veri
- Gerçek Zamanlı Etkileşim
- Yüksel Hacim



Şekil 3 Hadoop ve Geleneksel İlişkisel Veritabanı [8]

3. Geleneksel İle Yeni Nesil Veritabanı Arasındaki Yapısal Farklılıklar

Hadoop ve RDBMS (Relational Database Management System – İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemi) arasında yapısal olarak birçok fark bulunmaktadır. Hadoop bir veritabanı değildir, temel olarak bilgisayar kümesinde büyük veri kümelerini işlemek ve saklamak için kullanılan dağıtılmış bir dosya sistemidir. [9]

Hadoop HDFS ve MapReduce olmak üzere iki ana çekirdeğe sahiptir. HDFS, bilgisayar kümeleri arasında büyük miktarda veri depolamak için kullanılan depolama katmanıdır. MapReduce, büyük veri kümelerini çeşitli veri bloklarına bölerek işleyen bir programlama modelidir. Bu bloklar daha sonra bilgisayar kümelenmesinin içinde bulunan farklı makineler üzerindeki düğümlere dağıtılır. [10]

Öte yandan, RDBMS verileri birkaç satır ve sütundan oluşan tablo halinde depolamak için kullanılan bir veritabanıdır. Bu tablolarda bulunan verileri güncellemek ve bunlara erişmek için SQL dilini kullanmaktadır. [11]

Geleneksel veritabanı sistemleri ile yeni nesil veritabanı sistemleri arasındaki bazı yapısal farklılıklara değinecek olursak;

3.1. Veri Hacmi

Saklanmakta ve işlenmekte olan veri miktarı anlamına gelir. RDBMS, veri hacmi düşük olduğunda daha iyi çalışır. Ancak veri boyutu büyük olduğunda RDBMS istenen sonuçları zamansal ve performans açısından başarılı bir şekilde ortaya çıkaramaz. Öte yandan, Hadoop veri boyutu büyük olduğunda daha iyi çalışmaktadır. Geleneksel RDBMS'ye kıyasla çok miktarda veriyi kolayca etkili bir şekilde işleyebilir ve depolayabilir. [12]

3.2. Mimari

Son güncellemeler ile birlikte Hadoop'un şu temel bileşenleri vardır;

- HDFS (Hadoop dağıtılmış dosya sistemi)
- Hadoop MapReduce (Büyük veri kümelerini işlemek için bir programlama modeli)
- Hadoop YARN (Bilgisayar kümelerinde bilgi işlem kaynaklarını yönetme)
- ACID (İlişkisel veritabanlarındaki işlemler için tanımlanmış özellik setidir)

Geleneksel RDBMS mimarisinde ise; Atomiklik, tutarlılık, izolasyon ve dayanıklılık gibi ACID özelliklerine sahiptir. Bu özellikler, bir işlem veritabanında gerçekleştirildiğinde veri bütünlüğü ve doğruluğunu korumak ve sağlamaktan sorumludur. Bu işlemler, bankacılık sistemleri, imalat sanayi, telekomünikasyon, çevrimiçi (online) alışveriş, eğitim vb. sektörlerde önem arz etmektedir. [9]

3.3. Çıktı

Verim, belirli bir süre içinde işlenen toplam veri hacmini ifade eder. RDBMS, Apache Hadoop ile karşılaştırıldığında daha düşük bir verimle çalışmaktadır. Bu neden ile Hadoop geleneksel ilişkisel veritabanı yönetim sistemlerine göre daha çok tercih edilmektedir. [8]

3.4. Veri Çeşitliliği

Veri çeşitliliği genellikle işlenecek veri türünü ifade eder. Veri çeşitleri yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış şeklinde sınıflandırılabilir. Hadoop, tüm veri çeşitliliğini işleme yeteneğine sahiptir, bununla birlikte çoğunlukla büyük miktarda yapılandırılmamış veriyi işlemek için kullanılır.

Geleneksel RDBMS sadece yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış verileri yönetmek için kullanılır. Dolayısıyla yapılandırılmamış verileri yönetmek için Hadoop tercih edilmektedir. [13]

3.5. Gecikme / Yanıt Süresi

Hadoop, geleneksel RDBMS'e göre daha büyük veri kümelerine hızlıca erişebilmektedir. Fakat veri kümesinden belirli bir kayda erişmek istendiğinde Hadoop RDBMS sistemlerine göre daha yavaştır. Bunun da nedeni RDBMS veritabanlarının satır bazlı (kayıt bazlı) çalışma prensibinden kaynaklanmaktadır. Hadoop ise satır bazlı değil kütlesel veri (çoklu satır) prensibi doğrultusunda kurgulanmıştır, yeni geliştirmeler ile birlikte satır bazlı analizlerde de performansı artmaya başlamıştır. [14]

3.6. Ölçeklenebilirlik

RDBMS, bir makineyi "ölçekleme" olarak da bilinen dikey ölçeklenebilirlik sağlar. Bu, bilgisayar kümesindeki bir makineye bellek, CPU gibi daha fazla kaynak ve donanım ekleyebileceğiniz anlamına gelir. Oysa Hadoop, bir makinenin "ölçeklenmesi" olarak da bilinen yatay ölçeklenebilirlik sağlar. Bu durum, Hadoop'un hataya toleranslı hale gelmesi nedeniyle mevcut bilgisayar kümelerine daha fazla makine eklemek anlamına gelir. Tek bir başarısızlıktan dolayı sistemin çökme gibi bir durumu oluşmaz. Çünkü kümedeki daha fazla makinenin varlığı nedeniyle, makinelerin birinin arızalanmasına bakmaksızın veriler kolayca kurtarılabilmektedir. [15]

3.7. Veri İşleme

Hadoop, veri madenciliği tekniklerinde kullanılan OLAP (Çevrimiçi Analitik İşleme) yapısını desteklemektedir. OLAP çok karmaşık sorguları ve kümelenmeleri içerir. RDBMS' OLAP uygulandığında veri işleme hızı, veri miktarına ve veritabanı tasarımına bağlıdır, daha az tabloya sahip olunan veritabanlarında OLAP'ın çok karmaşık sorguları ve kümelenmeleri daha hızlı gerçekleşmektedir, veri miktarı ve tablo sayısı arttığında RDBMS'de OLAP sorguları ile veri işleme hızı yavaşlamaktadır. Esasen, RDBMS nispeten hızlı sorgulama işlemini içeren OLTP'yi (Çevrimiçi İşlem İşleme) desteklemektedir. Hadoop ise yapısı gereği büyük miktardaki veri ve çok sayıdaki tablo üzerinde OLAP sorgularını RDBMS'e göre daha hızlı sonuçlandırmaktadır. Veritabanı tasarımı çok sayıda tabloya sahip oldukça normalleştirilmiştir. OLTP genellikle 3NF (bir varlık modeli) şemasını kullanır.

OLAP'da tablo sayısı ve veri miktarı arttıkça sorgular ile veri işleme hızı düşmektedir. [9]

3.8. Maliyet

Hadoop ücretsiz ve açık kaynaklı bir yazılıp olup yazılımın lisansını almak için ödeme yapılmasına gerek yoktur. RDBMS'ler lisanslı bir yazılımdır ve ödeme yapılması gereken belli bedelleri vardır. [12]

Tablo 2 Geleneksel ile Yeni Nesil Veritabanları Arasındaki Yapısal Farklılık [16]

Parametre	Geleneksel	Yeni Nesil
Hacim	GB	Sürekli Güncelleme (TB,PB..)
Veri Hızı	Her Saat, Her Gün	Daha Hızlı (Neredeyse her saniye)
Yapısı	Yapılandırılmış	Yarı Yapılandırılmış ve Yapılandırılmamış
Veri Kaynağı	Merkezileştirilmiş	Tamamen Dağıtılmış
Veri Entegrasyonu	Kolay	Zor
Veri Deposu	RDBMS	HDFS, NoSQL
Erişim	İnteraktif	Toplu veya Gerçek Zamana Yakın
Güncelleme Seneryosu	Tekrarlanan okuma ve yazma	Bir Kez Yaz, Tekrarlanan Okuma
Veri Yapısı	Statik Şema	Dinamik Şema

4. Büyük Veri Kullanımı

RDBMS yapılarına göre daha üstün olmaları nedeni ile günümüzde yeni nesil veritabanlarının kullanımı artmakta olup, bu doğrultu da büyük veri üzerindeki çalışmalar genişleyerek artmaktadır. Büyük veri kullanımı doğal olarak avantajlar sağlarken, farklı zorluklarda yaşanmaktadır.

4.1. Avantajlar

Endüstriyel açıdan büyük verinin kazandırabilecekleri sektörden sektöre değişiklik göstermektedir. Genel olarak büyük veri ürün ve Pazar gelişimi, operasyonel etkinlik, talep tahminleri, karar alma ve müşteri bağımlılığı konularında önemli katkılar sağlamaktadır. Büyük veri ile ilgili algı konusunda yapılan Yın Shen'ın çalışmasına göre büyük verinin hangi konularda fayda sağlayacağına ilişkin görüşler ve oranlar şu şekildedir :

- Müşteri odaklı sonuç: %49
- Operasyonel optimizasyon: %18
- Finansal yönetim ve Risk yönetimi: %15
- Yeni iş modeli: %14
- Çalışanlar arası işbirliği: %4

Görüldüğü üzere en önemli beklenti müşteri ihtiyaçlarını tespit ederek gelecekteki müşteri davranışlarını tajmin etmek ve bu doğrultuda ürün ve hizmet üretmek/geliştirmek yönündedir. [17]

Büyük veri işletmelere müşteri davranışlarını analiz edebilmek, iş süreçlerini optimize edebilmek, karar destek sistemlerini geliştirmek, daha etkin işletme stratejisi belirlemek, yeni iş modeli geliştirmek ve dolayısıyla yeni iş sahaları oluşturmak gibi fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte işletme yapıları dönüştürerek yeni departmanlar oluşmasına ve veri analizi üzerinde çalışan meslek gruplarının önem kazanmasına imkan vermektedir. [18]

Genel olarak büyük verinin işletmeye sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir.

- Daha düşük maliyetle daha kalieli analiz yapılmasına imkan vererek karar alma sisteminin güçlendirilmesi
- İşletme içi bilgi paylaşımının daha efektif hale getirilerek işletme performansının arttırılması.
- Keşifsel ve ileri düzey analizlerle değer ortaya çıkaracak durumları test etme ve oluşturma. [19]

4.2. Zorluklar

İlk zorluk olarak karşımıza verinin transferi karşımıza çıkmaktadır. Çünkü veri transferi içerisinde verinin üretilmesi, elde edilmesi, dönüştürülmesi ve saklanması gibi süreçleri içermektedir. Günümüzde bu süreçler hala yüksek maliyet gerektirmektedir. Büyük veri çoğunlukla yapılandırılmamış veriden oluşmaktadır. Verinin bu hetorejen yapısına uygun analizin yapılması ve istenilen sonuçların görülebilmesi için verinin temizlenmesi ve dönüştürülmesi gerekmektedir. Gerçek zamanlı yüksek performanslı analizleri büyük veri ile yapmak problemlere sebep olmaktadır. Çünkü büyük veri üzerindeki çalışmaların veriambarı üzerindeki çalışmalara benzer olması gerekir. [1]

Büyük veride karşılaşılabilecek bir diğer sorun büyük veriden tam olarak nasıl faydanılacağına dair bir işletme kültürünün oluşmamasıdır. Büyük verinin sezgilere olan ihtiyacı ortadan kaldırdığına dair oluşan inanç doğru değildir. Büyük veriden fayda elde etmek isteyen işletmelerin konunun farkında olan yöneticilere, işletme literatürünü bilen veri analistlerine, büyük verinin işletmeye getirdiği teknolojiye ve son olarak da yönetici ve çalışanların veriden elde edilen bilgi ve tecrübeyi birleştiren bir karar alma anlayışına sahip olması gerekir. [20]

Büyük veriyle ortaya çıkan problemlerden bir tanesi de güvenlik ve mahremiyet konusudur. Bu konuda karşılaşılabilecek sorunlar iki grupta toplanabilir. Birincisi insanlar hakkında ki kişisel verilerin (kişisel ilgi alanları, hobiler, fiziksel özellikler vb. gibi) onayları alınmadan, kişisel verilerin özellikle ikincil kullanımıyla ortaya çıkan mahremiyet ihlalleridir. İkincisi ise insanların onayları alınsa bile elde edilen verilerin kaydedilmesi, dönüştürülmesi veya kullanımı esnasında ortaya çıkabilecek sızıntı ve kullanıcı hatası gibi sebeplerden doğabilecek ihlallerdir. [1]

4.3. Dünyada Büyük Verinin Kullanım Alanları ile İlgili Örnekler

Dünyada büyük verinin farklı alanlardaki kullanımı ile ilgili başarılı uygulamaları mevcuttur. Bunlar;

Dünya Kupası 2014 Brezilya (World Cup 2014 Brazil)

Bilindiği gibi 2014 yılında FIFA Dünya Kupası şampiyonu Almanya olmuştur (Brazilian Federal Government). Turnuvada SAP ve Almanya Futbol Federasyonu (DFB), kupadaki oyuncu performanslarını artırmak için büyük veriyi akıllı kararlara dönüştürecek bir sistem için inovatif bir işbirliği yapmışlardır. SAP HANA platformunda çalışan bu çözüm, antrenmanların, hazırlıkların ve turnuvaların analizi kolaylaştırmak için ve oyuncu - takım performanslarını artırmak için tasarlanmıştır. Oliver Bierhoff, bu konuda 10 dakikada 10 oyuncunun, 7 milyondan fazla veri noktasından veri ürettiğini belirtmektedir. İlgili çözüm ile bir sonraki maçın antrenmanlarının ve hazırlığının yapılmasında bu büyüklükteki verinin analizi gerçekleştirilebilmiştir (SAP SE). Bu analizler Almanya'ya kupayı getirmede büyük rol oynamıştır. Futbol dünyasında başarının gelmesinde payı olan bu çözüm hem büyük verinin kullanım alanlarının çeşitliliği ve geliştirilmesi konusunda hem de spor dünyası açısından çok önemli bir gelişmedir. Maç içinde toplanan verinin, enformasyona dönüşmesinde ve bu enformasyonun karar süreçlerinde kullanılarak önemli bilgiler elde edilmesinde büyük veri uygulamalarında ne kadar önemli olduğu bu örnekte değerlendirilebilir. [21]

WALMART

Walmart 2004 yılında Teradata'nın sayısal çözümleme uzmanları ile hangi müşterinin hangi ürünü aldığı, toplam maliyetleri, alışveriş sepetlerinde başka neler olduğu, günün saatleri ve hatta durumları gibi verileri içeren devasa veri tabanlarını incelemişlerdir. Bu incelemeyi yaparken şirket, bir kasırga öncesinde sadece el feneri satışlarının değil aynı zamanda şekerli bir Amerikan gevreği olan Pop-Tarts satışlarının da arttığını fark etmiştir. Sonrasında hızla girip çıkan müşterileri için mağazanın ön tarafındaki kasırga malzemelerinin yanına PopTarts'ları depolayarak satışları önemli ölçüde artırmıştır. Geçmişte, verinin toplanması ve fikirlerin test edilmesi için merkezdeki bir çalışanın önceden içine doğması gerekirken, günümüzde Walmart bu kadar büyüklükte veriye ve daha iyi araçlara sahip olduğu için, korelasyonları çok daha hızlı ve ucuz şekilde ortaya çıkarıp bunları şirket operasyonlarında kullanarak büyük faydalar sağlayabilmiştir ve günümüzde de fayda sağlamaktadır. [22]

Gelecekte Büyük Veri

Büyük veri hem endüstriyel topluluklar hem de endüstri ile ilgili yönetim ve finans sektörlerinin giderek artan ilgisini çekme potansiyeline sahiptir. Modern endüstri için büyük verilerin gelecek muhtemel bazı eğilimleri aşağıdaki gibidir;

- Büyük veri analizi için yeni tekniklerin ve madencilik geliştirmelerin yapılması,
- Büyük veri depolama ve iletim ile ilgili bulut çözümlerin yaygınlaşması,
- Tedarik zinciri ve risk yönetim sistemleri için büyük veri çözümünün oluşması,
- Modern endüstri uygulamaları için büyük veri teorilerinin çıkması,
- Güç sistemleri için büyük veri çözümlerinin oluşması. [17]

2015 yılına ait Forbes raporuna göre, küresel kuruluşların yaklaşık %90'ı büyük veri teknolojilerine orta veya yüksek düzeyde yatırım yaptığını ve üçte birinin yatırımlarının "çok önemli" olduğunu söylemektedir. En önemlisi ise, katılımcıların yaklaşık üçte ikisi, veri ve analitik girişimlerin gelirler üzerinde belirgin ve ölçülebilir bir etkisinin olduğunu belirtmiştir. [23]

Gartner, 2015 yılına gelindiğinde, Büyük veri talebinin tüm dünyadaki Bilişim Teknolojisi Endüstrisinde 4.4 milyon iş yaratacağını öngörüyor. Gartner'a göre, sadece ABD'de 1.9 milyon Bilgi Teknolojisi işi oluşacaktır. Büyük verinin BT endüstrisini nasıl doğrudan etkilediğini bu rakamlar göstermektedir. [24]

5 SONUÇ

Büyük verinin günümüzde bu kadar önemli ve üzerinde durulan bir konu haline gelmesinin temel nedeni; toplulukların, kurum ve kuruluşların yaptıkları işler ve verdikleri hizmetlerin yanında, internet ve benzeri teknolojilerin kullanımı ile yaygınlaşan uygulamalar sırasında oluşan ve günümüze kadar değerlendirilmeyen verilerin öneminin anlaşılmasıdır. Belirtilen bu organizasyonlar büyük verinin işlenmesiyle kendileri için büyük fayda sağlayabilecek bilgi üretebileceklerinin farkına varmışlar, bu farkındalık sonucunda günümüzde bu konuya çok büyük yatırımlar yapmaktadırlar.

Bu büyük yatırımlar büyük veri kavramının literatürde ve güncel medyada sıklıkla yer almasına neden olmaktadır. Veri üzerine kurulu sistemlerin arka tarafında eskiden RDBMS sistemleri yer almaktaydı, şimdi ise RDBMS sistemlerinin büyük veriyi işleme ve yorumlama kabiliyetlerinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Günümüzde yeni nesil veritabanlarının RDBMS sistemlerine göre daha fazla performans, daha fazla verimlilik ve daha hızlı sorgulama teknikleri ile birlikte kullanımı hızla artmaktadır.

Hadoop ve bileşenlerinin yazılım maliyetinin olmaması ve atıl altyapının kullanılmasına imkan tanıyan kullanımlarından dolayı günümüzün en çok tercih edilen yeni nesil veritabanı yapısı olduğu söylenebilir.

TERİMLENDİRME

I. RDBMS (Relational Database Management System – İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemleri)
II. OLAP (Online Analytical Processing – Çevrimiçi Analitik İşleme)
III. OLTP (Online Transactional Processing – Çevrimiçi İşlem İşleme)
IV. HDFS (Hadoop Distributed File System – Hadoop Dağıtılmış Dosya Sistemi)
V. GFS (Google File System – Google Dosya Sistemi)
VI. ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability – Atomiklik, Tutarlılık, İzolasyon, Dayanıklılık)

KAYNAKÇA

[1] Chen, M., Mao, S., Zhang, Y., & Leung, V. (2014). Big Data Related Technologies, Challenges and Future Prospect. New York: Springer.

[2] Dirin, B. (2014). Big Data Nedir? Netvent: https://netvent.com/big-data-nedir/ adresinden alındı

[3] Ivens, P., Alencar, P., & Cowan, D. (2014). A Survey on Domain-Specific Languages for Machine Learning in Big Data. s. 2. https://omurbenek.com/2014/06/01/buyuk-verinin-4-adimi-4-vs-of-big-data/ adresinden alındı

[4] Demchenko, Y. (2013). Defining the Big Data Architecture Framework (BDAF). Outcome of the Brainstorming Session (s. 6). Amsterdam: University of Amsterdam.

[5] Benjelloun. (2015). An overview of big data opportunities, applications and tools. Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), 1-6.

[6] Hadoop History. (2017). Kosmik Technologies: http://kosmiktechnologies.com/blog/online-hadoop-training-hyderabad/ adresinden alındı

[7] Davenport. (2014). Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities. Boston Massachusetts: Harvard Business Press.

[8] Munvo. (2013). Hadoop Big Data vs. Relational Databases. munvo: http://munvo.com/2017/07/18/hadoop-big-data-vs-relational-databases/ adresinden alındı

[9] Bista, N. (2018). HADOOP vs RDBMS|Know The 12 Useful Differences. educba: https://www.educba.com/hadoop-vs-rdbms/ adresinden alındı

[10] Ineni, N. (2015). What is the difference between a Hadoop database and a traditional relational database. quora: https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-a-Hadoop-database-and-a-traditional-relational-database-e-g-Oracle-Why-when-would-you-choose-one-over-the-other adresinden alındı

[11] Özcan, S. (2013). Difference between Hadoop and RDBMS. oraclesys: https://oraclesys.com/2013/04/03/difference-between-hadoop-and-rdbms/ adresinden alındı

[12] Waleed, A. (2018). Difference Between Big Data Hadoop And Traditional RDBMS. w3trainingschool: https://www.w3trainingschool.com/difference-big-data-hadoop-traditional-rdbms adresinden alındı

[13] Hansen, A. (2015). What is the difference between a Hadoop database and a traditional relational database. quora: https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-a-Hadoop-database-and-a-traditional-relational-database-e-g-Oracle-Why-when-would-you-choose-one-over-the-other adresinden alındı

[14] Roy, S. (2017). Comparison between hadoop and RDBMS. data-flair.training: http://data-flair.training/forums/topic/comparison-between-hadoop-and-rdbms adresinden alındı

[15] Sanjay. (2014). Hadoop Basics - Horizontal Scaling instead of Vertical Scaling. Tech Universe: http://samjay-complete.blogspot.com.tr/2014/03/hadoop-basics-horizontal-scaling.html adresinden alındı

[16] Differentiate Between Bigdata and Traditional Data. (2016). ques10: http://www.ques10.com/p/2782/differentiate-between-big-data-and-traditional-dat/ adresinden alındı

[17] Yın, S., & Kaynak, O. (2015). Big Data for Modern Industry:Challenges and Trends. 145.

[18] Gürsakal, N. (2014). Büyük Veri. Bursa: Dora.

[19] Morabito, V. (2015). Big Data and Analytics: Strategic and Organizational Impacts. Springer.

[20] McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data: The Management Revolution. hbr: https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution adresinden alındı

[21] SAP. (2014). SAP and the German Football Association Turn Big Data Into Smart Decisions to Improve Player Performance at the World Cup in Brazil. sap: https://news.sap.com/sap-dfb-turn-big-data-smart-data-world-cup-brazil/ adresinden alındı

[22] Mayer, V., & Cukier, K. (2013). Büyük Veri - Yaşama, Çalışma ve Düşünme Şeklimizi Dönüştürecek Bir Devrim. İstanbul: Paloma.

[23] Gopinath, S. (2014). 5 Reasons to Learn Hadoop. edureka: https://www.edureka.co/blog/5-reasons-to-learn-hadoop adresinden alındı

[24] Sharma, A. (2015). Gartner Predicts How Big Data Can Lead Economic Growth. edureka: https://www.edureka.co/blog/big-data-leads-economic-growth/ adresinden alındı

Sürdürülebilir Tedarik Zincirlerinde Boş Konteyner Dönüşü Problemine Bir Model Önerisi

Gizem Yüksek[1]

[1] İstanbul Üniversitesi / Tedarik Zinciri Yönetimi

DHL Supply Chain Türkiye
Gizem.yuksek@dhl.com

ÖZET

Günümüzde işletmeler tedarik zinciri tasarımı yaparken, bir takım çevresel kaygılarla hareket etmelidirler. Sanayileşirken ve tüketim hızı artarken, artık ortaya çıkan çevre sorunlarının ölçeği, neredeyse çözüm bulanamayacak kadar vahim noktalara gelmektedir. Kısacası bu zinciri yönetirken, doğaya verdiğimiz zarar doğanın kendini tamir etme gücünden artık daha fazladır. Bu etkileri kontrol altına almak, işletmelerin kârlılıklarını kontrol edebilmek için tedarik zincirlerindeki lojistik faaliyetlerini sürdürülebilir bir bilinçle tasarlanıyor olması gerekir. Dünyadaki ticaret ve lojistik faaliyetleri incelendiğinde, küresel ölçekte en önemli pay denizyolu taşımacılığına ve onun en önemli aktörü konteynerlere aittir. Bir yılda milyonlarca TEU konteynerin dünya üzerinde dolaştığını, ithalat ve ihracat dengesizliklerini göz önünde bulundurunca, boş konteynerlerinin istenilen yer ve zamanda, istenen adet ve nitelikte temin edilememesi sorununu gün yüzüne çıkarmıştır.

Bu çalışmanın amacı sürdürülebilir bir yaklaşımla denizyolu operasyonlarındaki arz ve talep dengesizliğinden ötürü oluşan konteynerin menşeine aynı oranda ve zamanda dönemeyişi, ayrıca hem ekonomik, hem de çevresel sorunları beraberinde getirdiğinden, bu trafiği yönetmek için boş konteynerlerin, depolama alanlarından ayrılması gereken ve maliyet minimizasyonu yapacak en iyi süreyi, doğrusal programlanma yardımıyla gösteren bir model önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: boş konteyner dönüşü, sürdürülebilir tedarik zinciri, doğrusal programlama, yeniden konumlama

1 GİRİŞ

Çalışmanın birinci bölümünde tedarik zinciri kavramları ve sürdürülebilir tedarik zinciri yapısı, denizyolu ve konteyner taşımacılığının geçmişten günümüze gelişiminden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde ise boş konteyner problemi, temel nedenleri, yönetimdeki taraflar, yaratmış olduğu temel sorunlar ve planlama sürecine değinilmiştir.

Son bölümde ise boş konteyner yönetiminde temel sorun olan depolama maliyetine değinilmiş ve bir model önerisinde bulunulmuştur. Bu öneri, depolama maliyetini minimize edecek, yani depoda kalması gereken maksimum süreyi gösteren bir modeldir. Yöntem olarak doğrusal programlanmadan yararlanılmış olup, onun özel bir türü olan ulaştırma problemi mantığında tasarlanmış ve böylelikle boş konteyner yönetiminde, lojistik süreçlerin daha etkin ve maliyeti azaltıcı yönde planlanmasını sağlayacağı düşünülmüştür. Böylelikle depolama alanlarında yığılmalar kontrol altına alınmış olup, liman çalışmaları daha verimli hale gelecek, konteyner trafiği dengeli bir arz-talep çerçevesinde yönetilip, küresel ölçekte karbon ayak izi azaltılmış olacaktır.

2 Tedarik Zinciri Tanımı ve Gelişimi

Tedarik zincirinin yönetiminin literatürde değişik tanımlamaları mevcuttur. Bu tanımlar içinde en kapsamlısı sayılabilecek olanlardan Tan ve arkadaşların yapmış olduğu tanımlamaya göre tedarik zinciri yönetimi, malzeme ve ürünlerin, temel hammadde arzından nihai ürün aşamasına kadar (olası geri dönüşüm ve yeniden kullanım dahil) yönetimini kapsayan; firmaların tedarikçilerinin proseslerinden, rekabet avantajlarını destekleyecek teknoloji ve yeteneklerinden nasıl yararlanacağı üzerine odaklanan ve geleneksel işletme içi faaliyetleri, optimizasyon ve etkinlik ortak gayesi ile ticari ortaklıklar kurarak yayan bir yönetim felsefesidir, şeklinde tanımlamaktadır (Tan vd., 1998: 2)

Şüphesiz ki tedarik zincirinin gelişimindeki en büyük rolü müşteri faktörü oynamaktadır. Kurumlar arası rekabetin her geçen gün artması, firmaların odak noktalarını üretimden müşteriye kaymasına sebep olmakta ve yönetimi zorlaştırmaktadır. Müşteri odaklı olmaya çalışan mevcut

Aslında tedarik zinciri kavramının kökü 1960'lı yıllara kadar gitmektedir. Tedarik zincirinin kabul edilmiş ilk aşaması fiziksel dağıtım yani en yalın hali ile lojistiktir. Eskiden ürünler, üretildiği yerde tüketiliyordu. Ardından sanayileşme, üretim hızını ciddi oranda arttırdı. Buda üreticiler arasında rekabeti hızlandırıp, yeni pazarların arayışına yöneltti. Yeni pazar arayışı demek, ürünün artık üretilen yerde değil, o üretim yerine yakın yerlerde de üretilmesi anlamına gelmekteydi. Böylelikle dağıtım kanalı ve tedarik gelişmiş oldu.

1970'lerde yöneticiler, üretim maliyeti, yeni ürün geliştirme, kalite, gibi süreçlerin öneminin farkına varmışlar ve kendi iç süreçlerinde pazarlama, finansman ve üretim ile lojistik faaliyetlerini yönetecek merkezi bir dağıtım bölümü oluşturmuşlardır. Bu her birimin faaliyeti ayrı ayrı ele almak yerine, sistemin lojistik yönetiminin gerekliliği ve buna bağlı olarak her operasyonun maliyetini minimize etmek yerine, sistemin maliyetini minimize eden bir yaklaşımı geliştirmiştir.

1980'ler de global rekabetin artması ile, işletmeler maliyetleri düşürmede zorlanmaya başlamıştır. Bunun için alıcı ve tedarikçi arasında işbirliği gerekliliğinin farkına varılmıştır. Zira tek başına işletmenin çevrim süresinin kısaltılması ve imalatlarda esnekliğin sağlanması ekonomik olarak zorlayıcıdır. Bu zorluk aslında kendiliğinden entegre lojistik uygulamasını doğurmuştur. Ayrıca bu ihtiyaçlar doğrultusunda dağıtım kanallarına farklı taşıma ve sevk opsiyonları eklenmiştir. Bu dönemde tedarik zinciri yönetimin ikinci aşaması olan lojistik aşamasına geçilmiştir.

1990'lar ise tedarik zinciri yönetimin gelişmeye başladığı yani tedarik ve lojistik fonksiyonlarının harmanlanıp, işletmelerin kaynaklarını en iyi şekilde yönetildiği, müşterilerinin ürün ve hizmetlerini doğru zamanda, doğru yerde ve en uygun maliyetle teslim edildiği, aynı zamanda işletmelerin verimliliklerinin arttığı, hem müşterinin, hem tedarikçilerin ortaklıklarının geliştiği bir dönem olmuştur. Çünkü müşterinin ihtiyacını karşılama uzun vadelerde tek başına yönetilecek bir süreç değildir. Bu gelişmeler sonucunda, firmaların yer aldığı ağın, yani bütünün yönetiminde yer almaları gerekliliğinin anlaşıldığı döneme, litaretürde Tedarik Zinciri Yönetimi aşaması denmektedir (Ross, 1998: 71)

3. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Tanımı ve Gelişimi

Sürdürülebilir tedarik zincirine kavramsal olarak baktığımızda temelinde yeşil bileşenleri barındıran tedarik zinciri yönetimi etkisinin doğaya, çevreye yöneltmeyi içerir. Başka bir tanım ise işletmelerin pazar payları çerçevesinde riski ve etkilerini azaltırken, aynı zamanda ekolojik olarak verimliliğini arttırabilmelerini sağlayan aslında temelinde kazan-kazan bir yapıyı içeren geniş tabanlı bir kavramdır. Diğer bir tanım ise sürdürülebilir üretim, sürdürülebilir satın alma, sürdürülebilir dağıtım/pazarlama ve tersine lojistik hizmetlerinin bütünüdür. Sürdürülebilir zincir çevresel kaygıları olan, satın alma kararlarını bu kaygılar çerçevesinde alabilen paydaşları ile ilişkilerini uzun dönemli ve sürdürülebilir bilinç ile kuran ve bunu tüm tedarik zincirine entegre eden sistemdir.

Rekabetin artması ile işletmeler kalite ve fiyat unsurlarını belli seviyelerde tutarken fark yaratabilecek yol olarak tedarik zincirlerinin ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerine odaklanmak olmuştur. Bu durum yeşil tüketici ve sorumlu perakendeci yaklaşımını da ortaya çıkarmıştır. Yani marka sahiplerine ilave olarak hizmet sağlayıcılarda müşteri taleplerini güvenli ve sürdürebilir biçimde teslim etme sorumluluğuna ortak olmuşlardır.

90'lı yılların sonlarında ulusal ve uluslararası alanlarda, endüstriyel gelişimler tamamlanırken, aynı zamanda doğal kaynakların ve çevrenin korunması çok önemli bir konu halini almıştır. Özellikle son yıllarda "çevreye duyarlı olma anlayışı" birçok organizasyonun günlük ve de ileriye dönük stratejilerinde artık yer almaktadır. İşletmeler tedarik zinciri tasarımlarını çevreye daha az zarar verecek şekilde modellemektedirler. Böylelikle sosyal, ekonomik ve operasyonel seviyelerde kazanımlar elde etmektedirler. İşletmeleri çevre dostu ve sürdürülebilir uygulamalara iten faktörlerin en başında devlet faktörü ve yasalar gelir. Daha sonraki faktör ise, işletmelerin çevresel anlamda yanlış uyguladığı yönetimler sonucu karşı karşıya geldiği yasal ve olumsuz mali sonuçlardır ki özellikle Türkiye'de birçok firmanın inandığı, çevresel yönetime geçişteki mali olarak daha pahalı olduğu ön yargısıdır. Aslında uzun vadede operasyonel olarak kârlılık, verimlilik, finansal olarak daha iyi rakamlar, işletmeye çevre kazancı ve sürdürülebilir yönetim olarak geri dönmektedir. Bu konu firmaların bilgi ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna dayanarak sürdürülebilir tedarik

zinciri yönetimi, kurum sorumluluklarının yalnız kendi faaliyetleri için değil, aynı zamanda, içinde bulundukları tedarik zincirlerinin faaliyetlerin de kapsamasından etkilenmektedir.

Sürdürülebilir" bileşenleri tedarik zinciri yönetimine eklemek, tedarik zinciri yönetiminin tesirini ve bağlantısını doğal çevreye yöneltmeyi içeren bir kavramdır. Bir tanıma göre yeşil tedarik zinciri yönetimi, firmaların kâr ve pazar payı hedeflerine çevresel risklerini ve etkilerini azaltarak ve ekolojik verimliliklerini artırarak ulaşabilmelerini sağlayacak "kazan-kazan" stratejileri geliştirmelerine yardımcı olan yeni geniş tabanlı bir inovasyondur. Bir başka tanıma göre ise yeşil tedarik zinciri yönetimi, yeşil satın alma, yeşil üretim/malzeme yönetimi, yeşil dağıtım/pazarlama ve tersine lojistik süreçlerinin bir bütünü olarak tanımlanabilir. Yeşil tedarik zinciri, çevresel kriterlerin veya kaygıların organizasyonel satın alma kararlarına ve tedarikçilerle kurulan uzun süreli ilişkilere dahil edilmesi sürecidir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi; çevresel kaygıların tedarik zinciri içerisine entegre edilmesi seklinde tanımlanabilir.

Sürdürülebilir tedarik zinciri bileşenlerine bakacak olursak, tedarik zinciri yönetimi anlayışını, çevreye yönelten bir kavramdır. Firmaların kar ve pazar payı odaklı stratejilerinin yanında, çevresel risklerin ve bunların etkilerinin azaltılarak, kazan kazan stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olan bir inovasyondur. Bir başka deyişle, sürdürülebilir satın alma, sürdürülebilir üretim, sürdürülebilir malzeme yönetimi, sürdürülebilir dağıtım ve pazarlama ve hatta tersine lojistik süreçlerinin tamamı kapsar. Çevresel kaygıların satın alma kararlarını etkilediği, tedarik zinciri tasarımının bu bilince entegre edilmesidir.

Bu kavramsal çerçevede, konu genel olarak iki stratejik alan bağlamında ele alınmaktadır. Bunlardan birincisi, literatürün sürdürülebilir ürünler elde etmeye yönelik olarak gelişen kolu iken, diğeri risk ve performansın sürdürülebilir yönetimi stratejisine odaklanmaktadır. Bu çalışmada, konunun Seuring ve Müller tarafından ayrıntılı olarak ele alınan bu iki boyutu, sürdürülebilir tedarik zinciri hakkında genel bir çerçeve oluşturarak tek bir modele oturtmuşlardır.

4. Denizyolu Taşımacılığı ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri İlişkisi

Günümüzde dünya ticaretinin büyük kısmı denizyolu taşımacılığı ile yapılmaktadır. Bunun en önemli sebepleri arasında; diğer türlere göre ekonomik olması, çok fazla miktarda yükün transferi, taşıma esnasındaki güvenlik, hasar ve kayıp risklerinin düşük olması, ülkeler arası siyasi sorunlardan diğer türlere göre daha az etkilenmesi, önemli oranda istihdam sağlaması ve buna bağlı mevcut ülkenin ekonomisine katkı sağlaması bulunmaktadır. Global olarak üretim ve nüfus artışı göz önünde bulundurulduğunda denizyolu taşımacılığının önemi daha da artmaktadır. Dünya ekonomisinin hacmi artarken, teknolojinin her geçen gün ilerlemesi ise dünya ticaret filosunun gelişmesini sağlamaktadır. Gemi hızlarının arttırılması, talebe yönelik özel gemi türlerinin inşa edilmesi, gemilerin yük kapasitelerinin arttırılması, liman koşullarının geliştirilmesi ve yükleri elleçlemeye yarayan ekipmanların modernizasyonu başlıca gelişmelerdendir.

Tablo 1 Yük Cinsleri İtibariyle Dünya Deniz Taşımacılığı (Milyon Ton x mil)

YÜK CİNSLERİ İTİBARİYLE DÜNYA DENİZ TAŞIMACILIĞI 2008-2017 (Milyar Ton x Mil)													
YILLAR	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017(**)	2016/15 Değişim %	2017/16 Değişim %	10 Yıllık CAGR(Yıllık Bileşik Büyüme)
Demir Cevheri	4.827	5.365	5.852	6.336	6.718	6.931	7.531	7.576	8.035	8.359	6,1%	4,0%	6,3%
Kömür	3.526	3.440	4.047	4.315	4.833	5.033	5.223	4.934	4.903	4.910	-0,6%	0,1%	3,7%
Hububat	2.158	2.221	2.460	2.404	2.594	2.794	3.002	3.301	3.376	3.512	2,3%	4,0%	5,5%
Minor Dökmeyükler(*)	8.204	7.586	8.739	9.379	9.623	10.175	10.559	10.746	10.819	10.954	0,7%	1,2%	1,8%
Ham Petrol	8.851	8.132	8.595	8.683	9.107	8.888	8.886	9.021	9.399	9.529	4,2%	0,3%	0,8%
Petrol Ürünleri	2.450	2.498	2.604	2.669	2.717	2.784	2.815	2.987	3.105	3.161	3,9%	1,8%	3,3%
LPG-LNG	956	958	1.148	1.344	1.346	1.348	1.392	1.420	1.529	1.636	7,7%	7,2%	6,0%
Kimyasal Madde	731	774	834	879	893	917	914	952	993	1.039	4,3%	4,7%	3,6%
Konteyner	6.737	5.816	6.587	7.211	7.401	7.728	8.168	8.317	8.525	8.816	2,5%	3,4%	3,6%
Diğer Kuruyükler	3.764	3.533	3.788	3.716	3.844	3.993	4.134	4.212	4.253	4.312	0,9%	1,4%	2,6%
Toplam	**42.204**	**40.323**	**44.654**	**46.936**	**49.076**	**50.591**	**52.624**	**43.466**	**54.936**	**56.131**	**2,7%**	**2,2%**	**3,1%**
(*)(Demir cevheri, kömür, tahıl dışındaki diğer dökme yükler) (**) Öngörülen													

Kaynak: *Clarkson Research Jan, 2017*

5. Konteyner Taşımacılığı Tarihi ve Gelişim Süreci

Konteyner taşımacılığı 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamış ve artan talebi karşılamak için özel konteyner gemileri üretmiştir. IMO, konteynerlerin denizde güven içinde taşınması için çalışmalar yaparak Birleşmiş Milletler ile 1972 yılında Emniyetli konteynerler konvansiyonunu yayınlamıştır.

Aktarmalar dahil konteyner taşımacılığının hacmi 2016 yılında Dünya'da 287 milyon TEU'dur. Bu sayı 2020 yılında 371 milyon TEU'ya varacağı öngörülmektedir. Bu rakamlar bize gösteriyor ki, Denizyolu konteyner taşımacılığının gelişimi liman ve gemi kapasitesi gereksinimlerini arttıracak ve buna bağlı olarak transit taşımacılık için yeni büyük aktarma limanlarına gerek duyulacaktır. Böylelikle ülkeler ekonomik gelişimlerini yanı sıra, yüklerin konteynerize olmaları ile de kendi konteyner liman kapasitelerini arttırmak durumunda kalacaklardır. (UNCTAD,2012:34)

Denizyolunda yapılan konteyner taşımacılığı ise dünya üzerinde bu yükün büyük bir kısmını taşırken artan dış ticarete karşılık verebilmek için her geçen gün daha da genişliyor. Taşıma kapasitesi yüksek yeni gemilerin inşası, limanlara olan yatırımların artması, ve buralarda elleçlenen konteynerlerin daha hızlı işlem görebilmesi için yapılan ekipman yatırımlarını bu noktada sayabiliriz. Geçtiğimiz yıl uluslararası sularda tam 150 milyon TEU konteyner taşınırken 600 milyon TEU da konteyner elleçlendi. Önümüzdeki yıl ise bu oranın yaklaşık %20 oranında artması bekleniyor. Şüphesiz bu artışa cevap verebilmek; ancak yeni yatırımların yapılması ve kıtalar arası konteynerlerin dönüş stratejilerinin iyi yönetilmesi ile mümkün olacaktır. (UNCTAD,2012: 34)

Konteyner taşımacılığı da denizcilik sektörünün en önemli elementlerinden biridir ve dünya ticaretinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Global ölçekte denizyolu taşımacılığı hizmetlerinde, yük taşımacılığının konteynerizasyonu da önem kazanmıştır. Portföyünü her geçen gün geliştirmekte olan konteyner taşımacılığı, gerek dünyada, gerek Türkiye'de giderek artan bir grafik çizmektedir.

Ayrıca mevcut kaynakların yetersiz olması, uluslararası ticaretin gelişmesi, nüfustaki kontrol edilemez artış, karayollarında yoğunluklar, sanayileşmenin hızı, gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan satın alma gücü, lüks tüketimin yeni ürün gruplarıyla çeşitlenmesi gibi etkenlerde denizyolu taşımacılığına yönelimi arttırmıştır.

Günümüzde talep dengelerinin değişmesi, hızlı taşımaya önem verilmesi, dünya nüfusunun artması, büyük miktarlarda yüklerin aynı anda taşınma gereksinimleri gibi nedenlerden liman-liman taşımacılık yerini artık kapıdan kapıya teslim taşımacılığına bırakmıştır. Kombine taşımacılık olan bu türe de en uygun taşıma sistemi konteyner taşımacılığıdır. Ayrıca bu türün emniyetli olması ve taşınan ürün hacmine göre hızlı sayılabilmesi, dünyanın dörtte üçünün sularla çevrili olmasının mecburiyeti, global olarak yük hareketinin çoğunun denizyolu ile gerçekleşmesine sebep olmaktadır.

6. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Ve Karbon Yönetimi

Taşıma araçlarından çıkan atık ve gazlar çevreye zarar vermekte, sera gazı etkisi ile iklim değişikliklerine yol açmakta ve insanların sağlığını tehdit etmektedir. Bu aşamada denizyolu, karayolu, demiryolu, havayolu ve tüm karma taşımacılık modlarında yeni düzenlemeler gerekmektedir. Lojistik ve nakliye karbon salınımı pastasında büyük bir oranı kapsamaktadır. Aynı şekilde lojistik global sera gazı emisyonlarının %24' ünü oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalar tedarik zinciri sistemleri içinde ham madde temini, üretimi ve son tüketiciye ulaşması dek rol oynayan lojistiğin karbon salınımına etkisini %13 olarak belirlemiştir. Bu yüzden zincirdeki süreçler ve parçası olan paydaşların sürdürülebilir olabilmesi önemlidir.

Sera etkisi kısa dalgalı güneş ışınımının açık bir havada önemli bir kısmının atmosferden yeryüzüne ulaşması ve emilmesidir.

Üretilen sera gazının birim karbondioksit cinsinden ölçülüp, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki zararının ölçüsüdür. Yani karbondioksit emisyonunun ton birimindeki ağırlığı olarak da belirtilir. Günümüzde iklim değişikliğinin en önemli sebebi olarak karbondioksit gösterilmektedir. Örneğin bu salınımın artması ile çevrede oluşan etkiler buzulların geri çekilmesi, kuşların erkenden yumurta bırakması, yüzey sıcaklığının artması gibi biyolojik sistem içindeki değişiklikler gibi etkilerdir ve örneğin insanlar önümüzdeki 50 yıl boyunca sera gazı emisyonunu tamamen durdursa bile tüm okyanusların sıcaklığı 1000 yıl daha sürekli olarak artacaktır. Bu da deniz seviyesinin 1 ila 2 metre arasında artışına eşittir.

Sürdürülebilir tedarik zincirlerinde işletmeler kârlılık hedefleri yanına bütünsel bir yaklaşım gösterip sürdürülebilirlik bilinci ile israfları önleyici, atıkların azaltılması, geri dönüşüm, üretim süreçlerini yalınlaştırılması, yeniden kullanım, karbon salınımı azaltıcı lojistik süreçleri

uygulamaktadırlar. Sürdürülebilir lojistik işletmenin doğaya karşı vefakârlığı arasında pozitif bir ilişki içerir. Bu zincirin temel unsurları işletmeler yanında, nakliyeciler, tedarikçiler, müşteriler ve dağıtıcılardır. Faaliyetleri arasında ürün akışlarının tamamını kapsayan, hatta tersine lojistiği içeren bir yönetim tarzını benimsemişlerdir.

Gemilerin rotalarını ve konteynerlerin depolama noktalarının tayin edilmesi, ileriye ve geriye dönük tüm faaliyetlerinin bu bağlamda koordine edilirken çevreci bir bakış açısı ile dizayn edilmelidir. Tedarik zinciri süreçlerinde karbondioksit salınımı ve çevreye zararlı gaz emisyonlarının en büyük kaynağı lojistiktir. Bu süreçleri kontrol etmek için daha kısa rotaların oluşturulması, depo alanlarının azaltılması, stok kontrolü, araç yakıt türü ve kullanımı sürdürülebilir lojistiğin temelidir.

IMO, 2009 yılında çevreye karşı daha duyarlı ve verimli denizcilik yapılmasına ilişkin yönetmelikleri yürürlüğe koydu. IMO'nun kullandığı karbondioksit salınımının azaltılmasına ve enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik yaklaşım iki farklı bölümde açıklanabilir. Bunlardan birincisi "her gemiye özgü enerji verimliliğinin arttırılmasına ilişkin teknik ve operasyonel tedbirler" iken ikincisi, "endüstride karbon salınımının azaltılmasına ilişkin düzenleyici tedbirler"dir. Genel anlamda her iki yöntemde denizcilikte enerji verimliliğini arttırmaya yönelik kabul görmüş önemli kıstaslardır.

Düşük karbon salınımına ulaşmada birincil yöntem olarak yakıt tüketim değerlerini azaltmak gelirken, ikincil olarak düşük veya sıfır karbon içerikli alternatif yakıt türlerinin geliştirilmesi ve kullanılması gelmektedir.

7. Denizyolu Operasyonlarında Boş Konteyner Dönüşü

1950'li yıllarda konteyner taşımacılığı gelişmeye başlamıştır. Bugün Dünya'nın birçok yerine sefer yapan gemiler geleneksel tekniklerden günümüz teknolojisine ulaşmıştır. Günümüzde konteyner hatları yükleri çeşitli lokasyonlara götürürken daha hızlı taşıma süreleri ve daha az hasarlı teslimler yaparak kar ve verimlilik elde etmişlerdir. Bu avantajın farkında olan konteyner hatları, zamanla konteynerleri satın alarak ya da kiralayarak günümüzde yaklaşık yıllık 15.5 milyon TEU konteyner kapasitesine ulaşmışlardır. Konteyner piyasasının % 80'lik kısmı, kapasite sıralamasındaki ilk on firma tarafından kontrol edilmektedir (Lun vd, 2010: 52-65).

Ticaretteki bu dengesizlik bazı bölgelerde konteyner birikimlerine neden olurken bazı bölgelerde ise konteyner bulunamaması sorununu oluşturmuştur. Yani boş konteyner tedarikinin iki yönlü yapılamaması ve sonuçlarındaki müşteri kayıpları, boş konteyner problemini meydana getirmiştir. Bu problem yönetsel bir mesele olarak bakıldığında teslimat ve maliyetlerle oluşan, akabinde, firmaların itibarlarını ve pazarın dinamiğini etkileyen boyutlara kadar varabilmektedir. Çünkü istenilen yerde ve istenilen zamanda ve hatta istenilen özellikte konteyner temin edememe alternatif kanallara yöneltmiştir. Bu kanallar her zaman daha maliyetli olmuştur. Örneğin rota değişikleri, daha yüksek maliyetli yeni konteynerler gibi dezavantaj yaratan sonuçlardır. Etkili bir yönetim isteyen ve verimli bir şekilde boş konteynerin başka bir noktaya nasıl transfer edileceği kararını vermek denizcilik endüstrisinde çok kritik bir karar sürecidir.

Genel olarak boş konteyner problemi ihracatı fazla olan bölgelere yeteri kadar konteynerin temininin yapılamaması ve yoğun ithalat yapılan bölgelerde ise boş konteyner birikimlerine sebep olması şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunu çözebilmek için en basit anlamıyla konteynerlerin biriktiği lokasyondan ihtiyaç duyulan lokasyona sevki ile çözümlenebilir. Boş konteyner yönetiminde dikkat edilmesi gereken bir takım yasal uygulamalar vardır. Türkiye'de 1972 yılında yürürlüğe girmiş gümrük sözleşmesi ve geçici ithalat sözleşmesinin hükümlerine istinaden yurt dışından dolu ya da boş olarak ithalat edilen konteynerler için konteyner sahibi, işletmecisi veya bunların temsilcisine tebligatta bulunularak, konteynerlerin yurda giriş tarihinden itibaren verilecek 45 günlük sürenin bitimine kadar yurt dışı edilmeleri gerekmektedir. Bu yasal zorunluluk ve konteyner hattının kârlılık politikası doğrultusunda boş konteynerler, hızlı bir şekilde ihracata kullandırılmakta ya da boş olarak farklı ülkelerin limanlarına yönlendirilmektedir (Lun vd, 2010:52-65)

Boş konteyner yönetimi 2 aşamalı bir süreçtir. Birincisi yoğunluk olan bölgelerde boş konteyner pozisyonlama maliyeti ihracat yapan tarafa yansıtılamadığı için mali bir kaygı taşır. İkincisi ise atıl olarak duran konteynerlerin hareketidir. Bu hareket kendi içinde iç nakliye, depolanma ve gemiye tekrar planlanmayı içerir. İşte boş konteyner trafiğinin iyi yönetilmesi için bu iki aşamanın iyi analiz edilmesi gerekir.

Konteyner sahibi hatların ilk amacı atıl halde bulunan konteynerlerin destinasyonda bekleme süresini kısaltması olmalıdır. Bu doğrultuda yapılması gerekenler dahilinde karşılaşılabilecek problemler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Boş konteyner taşıma / taşıtma kapasitesi.
- Her bir noktadaki boş konteyner ihtiyacı.
- Saklama (storage) kapasitesi.
- Ticari kurallar.

Bu durumda, boş konteyner taşıma ve saklama altındaki iki ana maliyetin minimuma indirilmesi gerekmekte olup, talep noktalarındaki boş konteyner ihtiyacı iyi hesaplanmalıdır (Lee ve diğerleri, 1992)

Günümüzde hat işletmelerinin karşılaştıkları bu problemin maliyet olarak karşılığı dünya genelinde milyar dolarlar düzeyindedir

8. Boş Konteyner Probleminin Temel Nedenleri

8.1 Ticari Dengesizlik

Asya pazarı üretim artışı sebebiyle konteyner ticaretinde lider pozisyondadır. Toplam elleçlenen konteyner miktarları her geçen gün artmaktadır. Amerika'daki konteyner ticaretine genel olarak bakarsak ithalat ve ihracat miktarları doğrusal olarak her yıl artış göstermektedir.

Muazzam konteyner trafiği sonucunda tüketim alanlarında konumlanan boş konteynerler ciddi oranda artmıştır. Bu durumu etkileyen diğer bir konu da taşıyıcı firmaların talepleridir. Talepler eğer düşükse, taşıyıcılar boş olan konteynerleri belli bir merkezde biriktirme eğilimine yönelirler. Ancak bu işlem mali açıdan bakıldığında olumlu bir tablo çizmez. Bu yüzden 2000'li yıllarda Amerika'da ciddi depolama sorunları yaşandı. İhracatın az olması ve yeni konteyner teminin ucuz olması depolardaki birikimin en temel iki sebebidir. Hatta bu durum o dönemdeki çelik fiyatlarının yükselmesine ve yeni konteyner imalat maliyetinin yükselmesi ile 2005'lerde duraksama dönemine girmiştir.

8.2 Navlundaki Kur Dengesizliği

Dünya ticaretinin dalgalanmasına ilave olarak kurlardaki dengesizlikler de boş konteyner birikimini etkilemektedir. Konteynerin dolu taşınma kurları yüksek seviyede olmasına rağmen konteynerin boş taşınma fiyatları daha düşük olabiliyor. Bu kur dengesizliği özellikle boş konteyner dönüşlerinde etkili ve okyanus konteyner taşımacılığının dinamiklerinden biridir.

8.3 Yeni Konteyner Fiyatları

Konteyneri geri döndürme maliyeti ve yeni konteyner satın alma maliyeti arasındaki dengesizlik önemli bir faktördür. Yeni konteyner edinme fiyatı geri götürme maliyetinde düşük olduğunda hat sahipleri mevcut boş konteyneri yeniden pozisyonlanmak yerine, yenisini edinmeyi tercih etmektedir. Bu da ithalat merkezlerinde birikimlere neden olmuştur. Ancak Çelik fiyatlarının yükselmesi ve konteyner talebinin artması bu eğilimi zaman zaman tersine çevirmiştir. Bu durum da konteyner sayısının azalmasını sağlamıştır. Talep ve ticari dengeler dengesiz ve tahmin edilemez olduğu için talep azalması yerini gene artmaya bırakacaktır.

8.4 Düzensiz Sevkiyat ve Teslimat Süreleri

Boş konteynerin ulaşılabilir durumda müşteriye teslim edilmesi sürecinin planlanması oldukça uzun olabilir çünkü konteynerin hasar ve temizlik kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Özellikle multi modal taşımacılık yapılıyorsa gemiden inip, gümrük işlemlerinin tamamlanmasına müteakip gideceği lokasyona karayolu veya demiryolu ile taşınması, bu sevkiyatta yaşanan problemler ve aynı şekilde geri dönüp son kontrollerinin tamamlanıp boş konteyner statüsüne gelmesinde bile birçok değişken vardır. Bu süreçte boş konteynerin planlanmasını doğrudan etkileyen bir faktördür.

8.5 Yüksek Depolama Ücretleri

Gerek liman gerek de CFS sahalarında konteyner depolanması ölü maliyettir ve hat taşıyıcıları ve konteyner sahipleri tarafından bu maliyetler asla göz ardı edilemez ve totaldeki kârlılık oranını doğrudan etkiler. Çok sayıda konteyner çıkışının yaşandığını bölgelerde depolama maliyetleri daha yüksektir ki örnek olarak Çin, Hong Kong kısacası Asya pazarıdır. Ancak Avrupa'nın belirli yerleri ve Amerika'nın kuzeyi bu maliyet daha düşüktür.

9 Boş Konteyner Dönüş Probleminin Yaratmış Olduğu Sorunlar

9.1 Ekonomik Sorunlar

Konteyner taşımacılığın gelişmesi konteyner sirkülasyonun artmasıdır çünkü boş hareket kazanç getirmeyen bir lojistik faaliyettir. Çelik fiyatlarının yükselmesi, konteyner fiyatlarında artmasına sebep olurken, eskiyen konteynerlerini elde çıkarmak isteyen sahipler bu durumdan çok etkilenmiştir.

Bir başka örneği New Jersey için verebiliriz. Port Elizabeth uzun dönemli depo alanı 170 hektardan fazladır. Eyalet yetkilileri liman etrafındaki konteyner depo sahalarının daha verimli kullanılması için bu arazilerin taşıma amacıyla hizmet vermesini özendirici çalışmalar yapmışlardır. Aynı zamanda bölgede 90 günden fazla bekleyen boş konteynerler için vergilendirme çalışmaları başlatıp, mevcut depo sahalarının yükseklik ve ağırlık sınırlamaları getirmişlerdir (Yan, 2007: 51-65)

Boş konteyner yönetiminin verimsizliği sonucu oluşan maliyetler incelediğinde Amerika'da 2001 yılında masrafların yaklaşık 17 milyar dolar olduğu hesaplanmıştır. (Veenstra, 2005: 65-76)

9.2 Çevresel Sorunlar

Dünyada çok çeşitli yerlerde, boş konteyner yığılmasından ötürü birçok sorun meydana gelmiştir. Bunlar çevreselden ekonomiğe kadar oldukça geniş yelpazede seyreden problemlerdir. Örnek olarak denize düşen konteynerler ufak gemiler için riskli durumlar oluştururken, karadaki yığılmalarda depo ve limanlardaki alanların daralmasına ve şehir bölge planlamaları açısından sorun teşkil etmektedir

10 Boş Konteyner Depolama Maliyet Minimizasyonu İçin Bir Model Önerisi

10.1 Modelin Amacı ve Konusu

Boş konteyner dönüşü klasik yöntemler çözülebilir ancak özellikle analitik bir çerçeve de ele alınması gereken, birçok parametreye bağlı bir problemdir. Bu karmaşık problemi çözerken konteyner hatlarının ekonomik ve operasyonel baskılarını da göz önünde bulundurmak gerekir. Uzun vadeli modeller kurulurken problemin değişkenlerinin iyi ele alınması ve çok sayıda çalışma yapılması gereklidir.

Boş konteyner trafiği çözümlerinde matematiksel modeller yanı sıra sezgisel modellerde kullanılmaktadır. Sezgisel modellerde yapılan çalışmalarda boş konteynerin yeniden pozisyonlanması ile filo büyüklükleri arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Bu tür modellerde genelde doğrusal programlanma kullanılmakta olup, boş konteynerin toplam taşıma ve depolama maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır. (Song ve Carter, 2009)

Boş konteyner stok çalışmaları ile de bu sürecin yönetmeye ilişkin bazı sistemler geliştirilemeye çalışılmıştır. Bunlar için küresel konteyner kapasitelerine ait verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile dengesizlik bulunan rotaların ve lokasyonların saptanması amaçlanmıştır. Aslında konteynerlerin ihtiyaç alanlarına pozisyon alamayışların en temel sebebi ticari dengesizliktir. Bunun yanında tarifelerdeki dengesizlikler, iç taşıma masrafları, değişen konteyner kiraları, yeni konteynerlerin satış fiyatları, endüstrideki kârlılık değişimleri gibi sorunları da sayabiliriz.

Ancak tüm maliyet minimize etmeye yönelik ve boş konteyner hareketini yönetme modellemeleri endüstrinin çok dinamik ve değişken olması sebebiyle matematiksel programlanmalar kullanılarak çözümlenememektedir çünkü gerçek hayatta değişen çevresel koşullar yüzünden sistem maalesef mükemmel işleyemez. Bir başka deyişle giden dolu konteynerin yerini doğru zamanda dolduracak bir boş konteyner talebi olmayacaktır. Bu yüzden küresel deniz ticaretinde denge sağlanmak isteniyorsa yerel ve ulusal olarak hareket edilmelidir.

Bu çalışmadan boş konteynerin TEU miktarına bağlı olarak depolanma maliyetini düşürecek en optimum süreyi göstermeye yarayan bir model önerisi getirilmiştir. Çözüm için doğrusal programlanmadan yararlanılmış olunup, asıl amaç depolardaki boş konteyner trafiğini azaltıp maliyeti minimize etmektir. Yeniden pozisyonlanmada önerilen modelde 3 farklı limanın birbiri ile olan konteyner trafiği esas alınmış olup, konteynerlerin CFS alanına girmeleri ile model aktifleşmeye başlamaktadır.

10.2 Doğrusal Programlamanın Özel Bir Türü Olan Ulaştırma Problemi Tanımı ve Kullanım Alanları

Ulaştırma modeli bir kaynaktan depoya taşınılan dağıtım işleminin minimum maliyetle nasıl yapılması gerektiğini araştıran doğrusal programlama tekniğinin özel bir şeklidir. Ulaştırma problemi, teorik ve ekonomik öneminden dolayı üzerinde çok çalışılan problemlerden Ulaştırma modeline ilişkin ilk çalışmalar Kantorovich tarafından yapılmıştır (Tekin, 1991: 81)

F.L. Hitchcook bu çalışmaları sistematik olarak ilerleterek 1941 senesinde petrol endüstrisinde nakliye ve dağıtım maliyetlerini minimize etmek için uygulamıştır (Soylu, 1997: 2)

Bir problemi ulaştırma modeli şeklinde formüle ediyorsak, bunu hem simpleks yöntemi ile hem de kendine has atama, aktarma modelleri ve ulaştırma algoritmaları ile çözebiliriz. Tüm ulaştırma modelleri arz eden ve talep eden birimlerin beraber verildiği ve taşıma mesafelerinin gösterildiği bir matristen oluşur.

Ulaştırma modeli malın kaynaklardan (fabrika gibi) hedeflere (depo gibi) doğru taşınması ile ilgilidir. Bir yandan hedefin talep gereksinimleri ile kaynakların arz miktarlarında denge sağlarken, diğer taraftan her bir kaynaktan her hedefe çıkan taşımanın toplam maliyetini minimize edecek biçimde taşıma miktarını belirler.

Standart ulaştırma problemlerinde kaynakların toplam arzı, hedeflerin toplam hedefine eşittir. Eğer tüm arz ve talep değerleri tamsayı olarak alınırsa, modelin çözümünde elde edilecek karar değişkenleri de tamsayı değerler alacaktırlar. Taşıma maliyetlerinin, taşınan ürünün miktarı ile doğrusal ilişkisi olduğu varsayılmaktadır**.**

10.3 Ulaştırma Probleminin Boş Konteyner Yönetim Problemine Uygulanması

Konu matris 3 farklı limanından çıkan dolu konteyner miktarını TEU cinsinden göstermektedir. Bu çıkışlar dolu konteyner çıkışlarıdır ve bir talebe bağlı olarak hareket etmişlerdir. Bir limana dolu olarak varan bir konteyner, çıktığı limandan ya da diğer limanlardan yeni bir talep ile karşılaşmaz ise boş konteyner statüsüne geçer ve yeni bir talep gelene dek liman ya da depolama alanlarını ihlal eder ve depolama maliyetini, yani boş konteyner dönüş problemini ortaya çıkartır. Bu model önerisinde amacımız, arz ve talebin birbirine eşitlik kısıtıyla çalışılıp, TEU bazında konteyner sayısı ve dolu konteynerin ithalat limanına varış süresi kullanarak, boş konteynerin depodan çıkması gereken iyi sürenin hesaplanmasıdır. Bir başka deyişle, varış yaptığı limandan CFS alanına yani depolama alanına gittiğinde maliyeti minimize edecek, yani maksimum bekleyebileceği sürenin hesaplanmasıdır. Bu model önerisinde TEU cinsinden konteyner miktarları rassal olarak seçilip, konteynerler homojen kabul edilmiştir.

Matrisi biraz daha detaylı irdelersek, limanlar arası hareket eden konteyner miktarı ile birlikte dolu konteynerin varış limanından depolama alanına vardığı süre bilinmektedir. Buna TEU x Zaman'a eşit olan T1 süresi diyelim. Boş konteynerin depolama alanından ayrılması gereken süre yani aslında ithalat limanından ayrılması gereken zaman ise bu durumda hep T1+X olacaktır. Dolayısıyla T1+X'den T1'i çıkardığımızda aradaki X kadar zaman, bize boş konteynerin liman ya da depolama alanında beklemesi gereken maksimum süreyi verecektir. Bu süre için bir zaman birimi tanımı yapılmamıştır. Örneğin Liman 1'den Liman'3 100 konteynerin 10 TEU birim zamanda gittiğini varsayalım. Bu varsayımda T1, 10 birimlik zamana eşittir yani bu birim 10 gün de olabilir, 10 hafta da olabilir.

Ayrıca Liman 3'den geri dönüşte T1 zamanından büyük olması gerektiği için her zaman T1+X'e eşit olacaktır. Yukarıda da bahsedildiği gibi aradaki "X" farkı boş konteynerin depolandığı yerden dönmesi gereken süredir.

10.4 Problemin Amaç Fonksiyonun Belirlenmesi

Buradaki amaç minimum depolama maliyetini sağlayacak konteynerin ithalat limanında depolama alanlarındaki bekleme süresini bulmaktır.

Amaç fonksiyonu, değişkenleri Xj (j=1,2,…,n) ve sabit katsayılardan meydana gelen kontrol edilebilen değişkenlerdir. Sabit katsayılar birim başına kâr ve ya birim başına maliyet katsayıları olarak da ifade edilebilir.

Amaç fonksiyonu = Z
Değişkenler = Xj (j=1,2,…,n)
Sabit katsayılar = cj (j=1,2,…,n)

Aşağıdaki her bir karar değişkeni, taşınan konteyner miktarını TEU cinsinden göstermektedir. Matrisin altında varış zamanı olarak adlandırılan dolu konteynerin ithalat limanına vardığı süre bulunmaktadır.

Örneğin Liman2'den Liman1 'e 6 TEU, 5 birim zamanda taşınmıştır. Boş konteynerin dönmesi için gerekli toplam süreyi bulmak için TEU x Zaman olarak varsayabileceğimiz bir birimden amaç fonksiyonunu yazabiliriz.

	Liman 1	Liman 2	Liman 3
Liman 1	x_{11} 0	x_{12} 5	x_{13} 3
Liman 2	x_{21} 6	x_{22} 0	x_{23} 7
Liman 3	x_{31} 7	x_{32} 15	x_{33} 0

VARIŞ ZAMANI	0	1	3
	5	0	7
	4	20	0

Buradaki zaman kısmı (Çıkış zamanı - Varış zamanı) olarak formülize edilmelidir. TEU miktarına "M", Çıkış ve Varış zamanları arasındaki farka da (Ç-V) dersek amaç fonksiyonumuzu aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$Zmin = M_{11} .(Ç_{11}- V_{11}) + M_{12}. (Ç_{12}-G_{12})+ M_{13}.(Ç_{13}-V_{13}) + M_{21} .(Ç_{21}-V_{21})$$

$$+ M_{22}.(Ç_{22}-V_{22}) + M_{23}.(Ç_{23}-V_{23})+ M_{31}.(Ç_{31}-V_{31})$$

$$+ M_{32}.(Ç_{32}-V_{32}) + M_{33}.(Ç_{33}-V_{33})$$

Amaç fonksiyonunu matrise göre formülize edersek;

$$Zmin = 0 .(0- V_{11}) + 5. (1-G_{12})+ 3.(3-V_{13}) + 6 .(5-V_{21}) + 0.(0-V_{22}) + 7.(7-V_{23})$$

$$7.(4-V_{31}) + 15.(20-V_{32}) + 0.(0-V_{33})$$

Bulunmak istenen süre, ithalat limanından çıkılması gereken en iyi süre, yani "Ç" ile ifade edilen çıkış zamanıdır.

10.5 Problemin Karar Değişkenlerinin Belirlenmesi

Değişkenler burada verilmesi gereken kararları veya bilinmeyenleri temsil etmektedir.

Yukarıda tanımı yapılan ve boş konteyner probleminde bilinmeyen, yani karar verme sürecini direkt olarak oluşturan bilgi, son kısımda varış limanından (ithalat limanından) ne kadar süre sonra ayrılması gerektiği bilgisidir.

Bu problemde 3 farklı liman vardır ve birbiriyle de konteyner transferi yapmaktadır. Ancak 3x3'lük matriste Liman 1 ve Liman 1 arasındaki dolaşım mesafesi mantıken sıfırdır. Aynı mantık Liman 2 ve Liman 3 içinde geçerlidir ve her bir liman kendi dışındaki diğer 2 limana gidebileceği için alternatif dolaşım sayısı 6 olmaktadır. Yani karar değişkenlerimiz her bir alternatif dolaşımı oluşturmaktadır.

Bu durumda Çıkış zamanı; Varış (ithalat) limanında boşalan konteynerin ne kadar sürede dönmesi gerektiği ya da depoda maksimum bekleyebileceği süredir.

10.6 Problemin Kısıtlarının Belirlenmesi

İşletmeler, faaliyetlerini bir takım kısıtlayıcı koşullar altında sürdürürler. Makinaların kapasite kullanımları, iş gücü, finansman, zaman sınırlılığı vb. gibi koşulları bu kısıtlayıcılara örnek olarak verilebilir.

Kısıtlar, probleme has durumların getirdiği sınırlamalardır. Bir kısıtı belirlemenin en doğru yolu, önce sınırlayıcı durumları sözel şekilde açıklayıp daha sonra değişkenleri matematiksel bir biçimde göstermektir. Ayrıca eşitsizlik kullanma "en iyileme" problemlerinin kısıtlarında bize esneklik sağlamaktadır. Bu tarz problemlerde temel olarak arz ve talep olmak üzere iki tür kısıt bulunur. Bu kısıtlar satır ve sütunlardaki değişkenler yardımıyla yazılır. Örneğin Liman 1 için toplam arz miktarı 8 TEU' yu aşamaz. Yani Liman 1, Liman 2 ve Liman 3'den gönderilen TEU miktarı en fazla 8 olabilir.

Bu model önerisinde minimum maliyetli çıkış zamanını bulmak için toplam arz miktarı ve toplam talep miktarı eşit olmalıdır. Örneğin Liman 1'e 8 konteyner gittiyse, dönecek boş konteyner sayısı da 8 olmalıdır. Yani varış limanından çağrılan boş konteyner sayısı, çıkış limanını ile aynı miktarda olmalıdır. Ayrıca çıkış zamanları, varış zamanlarından her zaman büyük olmalıdır.

Örneğin Liman 3'den Liman 2'ye 15 TEU' luk bir konteyner hareketi olmuş ve 20 TEU x zaman olan bir sürede karşı limana ulaşmıştır.

Kısıt fonksiyonunu matrise göre formülize edersek;

Arz Kısıtları;

$M_{11}.(Ç_{11}- V_{11}) + M_{12}.(Ç_{12}-G_{12}) + M_{13}.(Ç_{13}-V_{13}) = 8$

$M_{21}.(Ç_{21}-V_{21}) + M_{22}.(Ç_{22}-V_{22}) + M_{23}.(Ç_{23}-V_{23}) = 13$

$M_{31}.(Ç_{31}-V_{31}) + M_{32}.(Ç_{32}-V_{32}) + M_{33}.(Ç_{33}-V_{33}) = 10$

Talep Kısıtları;

$M_{11}.(Ç_{11}- V_{11}) + M_{21}.(Ç_{21}-G_{21}) + M_{31}.(Ç_{31}-V_{31}) = 13$

$M_{12}.(Ç_{12}-V_{12}) + M_{22}.(Ç_{22}-V_{22}) + M_{32}.(Ç_{32}-V_{32}) = 20$

$M_{13}.(Ç_{13}-V_{13}) + M_{23}.(Ç_{23}-V_{23}) + M_{33}.(Ç_{33}-V_{33}) = 10$

	Liman 1	Liman 2	Liman 3	*Arz*
Liman 1	X_{11} 0	X_{12} 5	X_{13} 3	*8*
Liman 2	X_{21} 6	X_{22} 0	X_{23} 7	*13*
Liman 3	X_{31} 7	X_{32} 15	X_{33} 0	*7*
Talep	*13*	*5*	*10*	

Çij ≥ Gij

İ =1,2,3

J=1,2,3

10.7 Boş Konteynerin Minimum Depolama Maliyetinin Excel Solver Yardımıyla Çözümü

Bilimsel karar alma süreci modellere dayanır. Karar almada kullanılabilecek çok çeşitli modeller ve teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; doğrusal programlama, ulaştırma modelleri, Leontief Modeli, şebeke analizi, stok modelleri, oyun kuramı, bekleme hattı modelleri, dinamik programlama, tam sayılı programlama, Markov analizi ve doğrusal olmayan programlamalardır (Yeşilyurt,1996:2).

Doğrusal programlama ile işletme problemleri, sayısal veriler kullanarak basit yolla çözülebilir. Kısıtlayıcı faktör olarak doğrusal eşitliklerin ya da eşitsizliklerin altında amaç fonksiyonumuzu tanımlar ve en iyileyebiliriz. En iyilemek, belli bir amaca en az masrafla ulaşabilmek veya belli kaynaklara en fazla ürünü temin edebilmek anlamlarına gelir.

Çözücü, verilen kısıtlar altında bir amaç işlevinin, belirli değişkenler için çözümünü sağlar. Doğrusal programlama problemleri, Excel çözümü yardımıyla kolay ve anlaşılır bir biçimde çözülebilmektedir. Bu model önerisini Excel çözücüde ulaştırma problemi mantığıyla çözerken, TEU miktarlarını ve dolu konteynerin ithalat limanına vardığı sürelerinin Excel'e girilmesi gereklidir.

Buradaki amaç; 3 farklı limanın birbirleri ile olan konteyner trafiğinde bir talep doğrultusunda, ihracat limanından ithalat limanına varan dolu konteyner süresi ve TEU miktarları kullanılarak, ithalat limanındaki depolama maliyetini minimize edecek süreyi ya da başka bir deyişle, ithalat limanında kalması gereken maksimum süreyi bulmaktır.

10.8 Problemin Parametrelerinin Solver' a Girilmesi

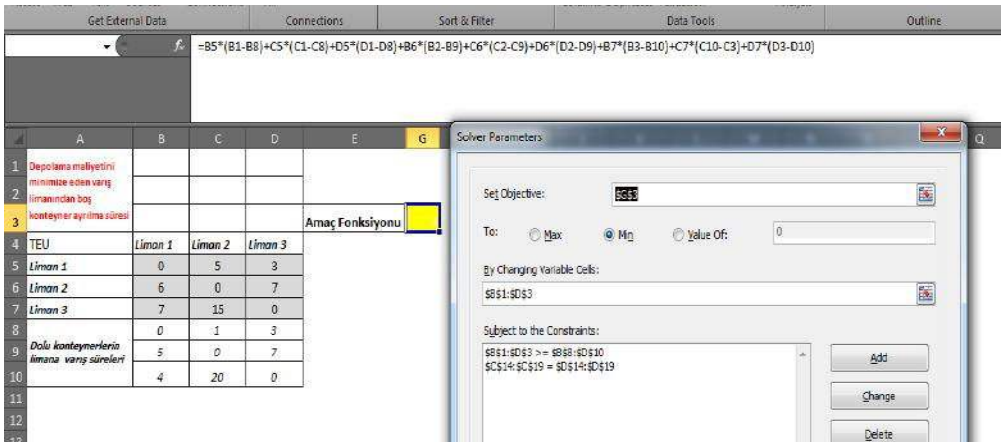
İlgili TEU bazlı konteyner miktarları ve dolu konteynerlerin ithalat limana varış süreleri aşağıdaki gibidir.

Konteyner (TEU)	Liman 1	Liman 2	Liman 3
Liman 1	0	5	3
Liman 2	6	0	7
Liman 3	7	15	0

Dolu konteynerlerin limana varış süreleri	0	1	3
	5	0	7
	4	20	0

Bu bilgileri kullanarak, Excel'de çözücü parametrelerinin girildiği pencereyi açarak, yukarda bahsedilen şekilde hedef hücreye amaç fonksiyonu olarak girilmesi gereklidir.

Aslında Excel'in belirlenen bir hücresinde aşağıdaki amaç fonksiyonu girildiği için o hücreyi, direkt olarak hedef hücresi olarak seçebiliriz.



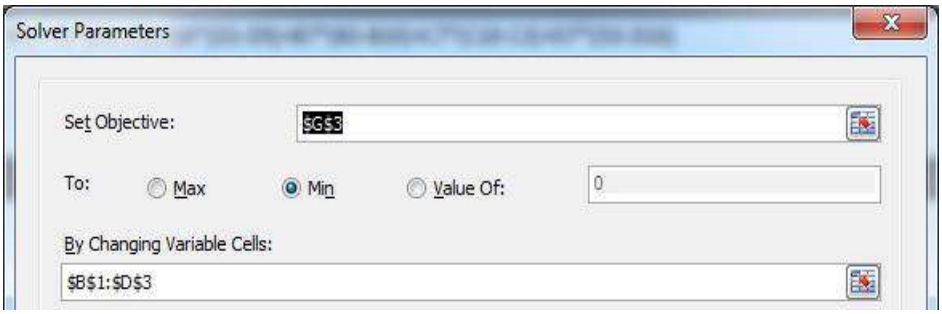
Matriste sahip olunan TEU miktarı ve dolu konteynerin ithalat limanına varış süresini aşağıdaki amaç fonksiyonu gibi, Excel'de seçilmiş bir hücreye girip, bu hücre de çözücüde hedef hücreye eşitlenmelidir.

Amaç Fonksiyonu;

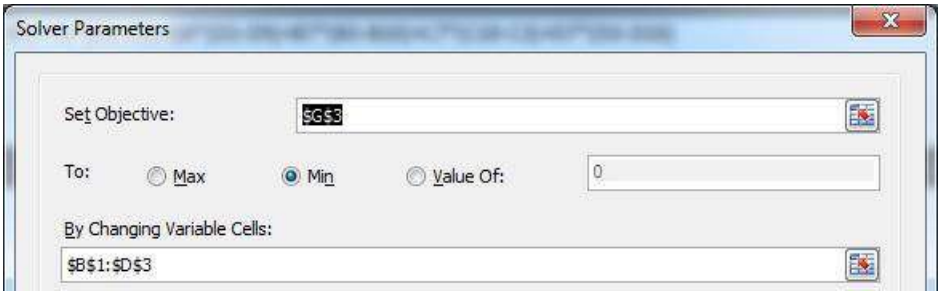
Zmin = 0 .(0- V11) + 5. (1-G12)+ 3.(3-V13) + 6 .(5-V21) + 0.(0-V22) + 7.(7-V23) + 7.(4-V31) + 15.(20-V32) + 0.(0-V33)

Depolama maliyetini minimize eden varış limanından boş konteyner ayrılma süresi			
TEU	*Liman 1*	*Liman 2*	*Liman 3*
Liman 1	0	5	3
Liman 2	6	0	7
Liman 3	7	15	0
Dolu konteynerlerin limana varış süreleri	*0*	*1*	*3*
	5	*0*	*7*
	4	*20*	*0*

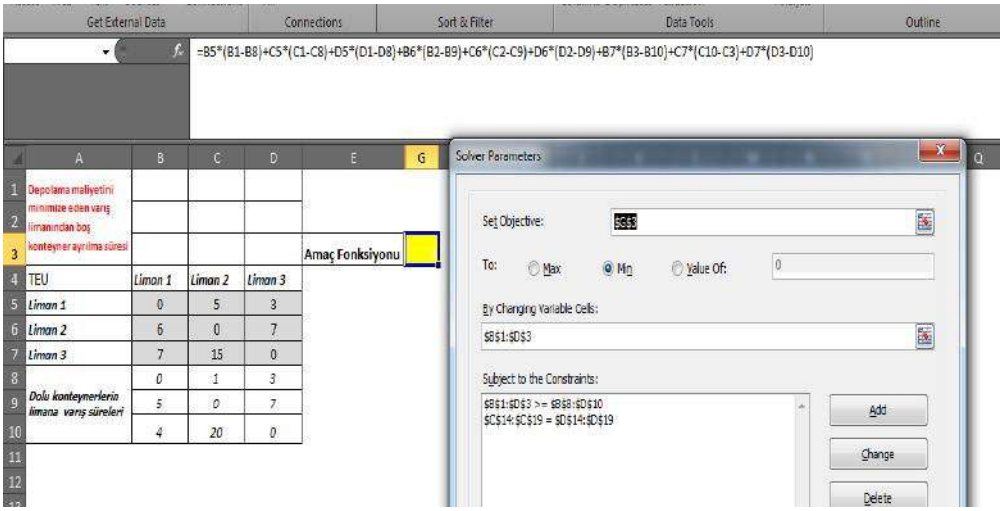
Amaç fonksiyonun aşağıdaki Excel sayfasında G3 hücresine eşittir.



Aşağıdaki çözücü ekranında amaç fonksiyonunun altında "To" olarak gösterilen seçenekler kısmında ""Min" yani en küçük alternatif seçilmelidir. Çünkü boş konteynerin en az depolama maliyeti oluşturacak şekilde dönme süresini aranıldığından, bu problem maliyet minimizasyonu ile çözülmelidir.

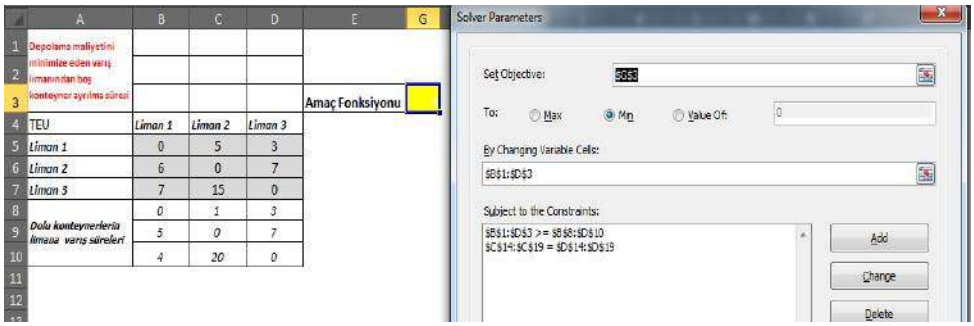


Yukarıdaki çözücü ekranında "By Changing Variable Cells" kısmı değişkenlerin girileceği alandır. Yani depolama maliyetini minimize eden, varış limanından (ithalat limanından) boş konteynerin ayrılması gereken süreyi verir. Bu alan problemde aranılan kısım olduğu için, boş bırakılan ve aşağıdaki Excel sayfasında görülmekte olduğu gibi "B1" hücresinden "D3" hücresine kadar olan kısmın taranması ile tamamlanır.



Kısıtlamalar bölümü ise kısıtlayıcı fonksiyonun tanımlandığı alandır. Ekle düğmesiyle sırayla ne kadar kısıtlayıcısı varsa seçilebilir. Kısıtlardan biri; depolama maliyetini minimize eden varış limanından (ithalat limanından) dönmesi gereken boş konteyner süresinin, dolu konteynerlerin limana varış yaptığı süreden daha küçük olmayacağıdır. Bu durumu depolama maliyetini minimize eden varış limanından dönmesi gereken boş konteyner süresine "Ç" (çıkması gereken süre) , dolu konteynerlerin limana varış yaptığı süreye de "V" (vardığı süre) dersek;

Her zaman Ç $\geq$ V olmalıdır. Çünkü "V" süresi en iyi ihtimalle yine "V" süresinde limandan ayrılabilir. Konteynerlerin V'den daha düşük bir sürede limandan ayrılması mümkün değildir. Buna göre çözücü ekranından Excel' de "V" ve "Ç" sürelerine denk gelen alanları seçilip, Ç $\geq$ V olacak şekilde kısıtlar kısmına tarayarak eşitlenmelidir.



İkinci kısıt kısmında ise, arz ve talebin birbirine eşit olduğu bir model düşünüldüğünden, örneğin Liman 1'den Liman 3'e n tane TEU talep edildiyse, Liman 3'den Liman 1'e dönecek TEU miktarı da gene n tane olmalıdır. Buna göre;

Problemin Arz Kısıtları;

M11 .(Ç11- V11) + M12. (Ç12-G12)+ M13.(Ç13-V13) = 8

M21 .(Ç21-V21) + M22.(Ç22-V22) + M23.(Ç23-V23) = 13

M31.(Ç31-V31) + M32.(Ç32-V32) + M33.(Ç33-V33) = 10

Problemin Talep Kısıtları;

M11 .(Ç11- V11) + M21. (Ç21-G21)+ M31.(Ç31-V31) = 13

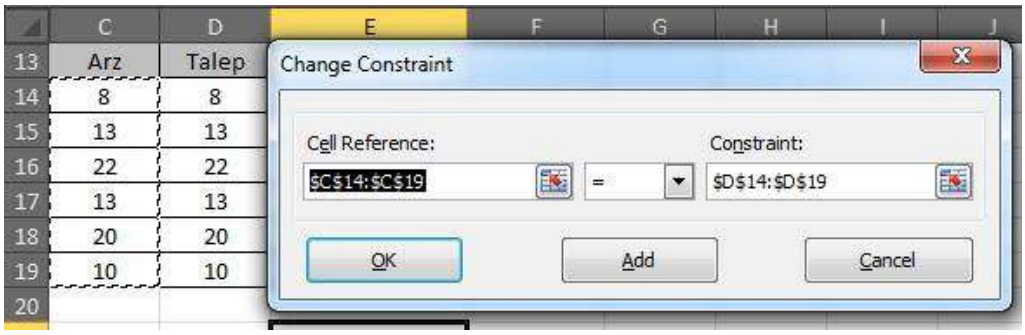
M12 .(Ç12-V12) + M22.(Ç22-V22) + M32.(Ç32-V32) = 20

M31.(Ç13-V13) + M32.(Ç23-V23) + M33.(Ç33-V33) = 10

Çij $\geq$ Gij

İ =1,2,3

J=1,2



Buna göre çözücüde "Subject to the constraints " alanına arz ve talep kısıtları eklenmelidir. Satırlar arzları, sütunlarda talepleri ifade etmektedir Bunun için arzlar ayrı bir sütuna alınıp, aynı hücreleri yan tarafa, yani taleplere eşitlenmelidir. Yani C14'den C19 hücresi arzları, D14'den D19 hücresi de talepleri gösterir. Kısıtlar kısmında her iki sütun taranarak birbirine eşitlenir.

Depolama maliyetini minimize eden varış limanından boş konteyner ayrılma süresi				
TEU	*Liman 1*	*Liman 2*	*Liman 3*	*ARZ*
Liman 1	0	5	3	8
Liman 2	6	0	7	13
Liman 3	7	15	0	22
Dolu konteynerlerin limana varış süreleri	*0*	*1*	*3*	
	5	*0*	*7*	
	4	*20*	*0*	
TALEP	13	20	0 1	

Arz	Talep
8	**8**
13	**13**
22	**22**
13	**13**
20	**20**

10.9 Solver' ın Çalıştırılması ve Sonucun Yorumlanması

Amaç fonksiyonu, değişkenler ve kısıtları girdikten sonra çözüm metodu olarak Simplex LP yönetimi kullanarak problemi çözebiliriz. Mevcut girdilerle konteynerlerin dönmesi gereken süreler, çözücü çalıştırıldığında aşağıdaki gibi yorumlanmalıdır.

Örneğin aşağıdaki matriste Liman 3'den 15 TEU' luk bir konteyner hareketinin 20 TEUxZaman kadar bir sürede Liman 2 'ye gittiği görülüyor. Çözücü depolama maliyetini minimize eden varış limanından (ithalat limanından) boş konteyner ayrılma süresi de 21. 3 lük bir TEUxZaman' da olması gerektiğini vermektedir. Daha önce tanımladığımız "Ç-V" işlemini yapıldığında;

21.3 – 21 = 1.3 TEUx Zaman kadar bir süreye kadar bekleyebileceği ve böylelikle boş statüde depolama maliyetini 1.3 TEUxZaman' da dönerse minimize edebileceği sonucu çıkmaktadır. Aynı limandan aynı limana transfer olmayacağı içi, amaç fonksiyonlarındaki değerler sıfır olduğundan, bu lokasyonlardaki dönüş süreleri de sıfır olarak görünmektedir.

		Liman 1	*Liman 2*	*Liman 3*
Depolama maliyetini minimize eden varış limanından boş konteyner ayrılma süresi	***Liman 1***	**0.0**	**1.0**	**5.7**
	Liman 2	**6.8**	**0.0**	**7.3**
	Liman 3	**4.3**	**21.3**	**0.0**
		Liman 1	***Liman 2***	***Liman 3***
TEU	***Liman 1***	0	5	3
	Liman 2	6	0	7
	Liman 3	7	15	0
Dolu konteynerlerin limana varış süreleri	***Liman 1***	0	1	3
	Liman 2	5	0	7
	Liman 3	4	20	0

SONUÇ

Dünya ticaretinin değişen dengeleri sonucu denizyolu operasyonlarında boş konteynerlerin dengesiz dağılımı ve yeniden pozisyonlanmaları ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaç denizcilik ve lojistik endüstrisinin en karmaşık sorunlarından biridir. Bu konumlandırma sorunu, gerçek hayatta birçok değişkene ve kısıta sahiptir, ayrıca maliyet minimizasyonu ve sürdürülebilir lojistik faaliyetleri açısından bakıldığında da en etkin çözümün matematiksel modellerle olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak günümüzde anlık talep değişiklikleri yüzünden, maalesef anlık çözümlerle başa çıkılmaya çalışılmaktadır.

Modelin amacı maliyet minimizasyonu için konteynerlerin depoda beklemesi gereken maksimum süreyi bulmaktır. Bu modelde ithalat limanına gelen konteyner sayısının, ihracat limanına tekrar aynı taleple geri döneceği varsayılmıştır. Menşei limanından çıkan konteyner sayısını rassal olarak değiştirdiğimizde, ithalat limanından çıkması gereken süre bulunmaktadır. Modelin sonuçlarına bakıldığında çıkan sürelere göre, boş konteyner talepleri zamanında ve düzenli olarak karşılanmış olacaktır. Böylelikle ithalatı yoğun limanların depolarında veya liman dışı depolama alanlarında boş konteynerler birikmemiş olup, minimum maliyet yaratacak depolama masrafı ile konteyner ihtiyaç alanına geri gönderilmiş olacaktır.

Konunun ekonomik boyutu haricindeki çevresel ölçüdeki kritikliği sebebiyle endüstri olarak bir çok birimin beraber çalışmasını gerektirmektedir, çünkü bu problem lokal olarak çözülemeyecek kadar derin ve karmaşıktır. Doğrudan çevreye etkisi olan bir dizi işlem ve maliyetler bütünüdür. Dolayısıyla pastada çok büyük pay alan hat taşıyıcıları, konteyner sahipleri, ithalat-ihracat ve lojistik birimlerinin entegre olarak çalıştığı merkezi bir komite oluşturarak daha kolay başa çıkılabileceği önerilmektedir. Gerekirse bu komite devlet desteği ile sürdürebilir politika, kanunlar, bir takım sertifikasyonlar vasıtasıyla denetlenebilir bir yapıya dönüştürülebilir. Çünkü sürdürebilirlik ve çevre bilinci kollektif bir yaklaşım olduğundan, her paydaşın birlikte hareket etmesi gerekliliğini taşımaktadır.

Konu komite belli yoğunluktaki bölgelerin arz ve talep dengesine göre ticari hatların dolu ve boş konteyner analizlerini yapan, planlayan ve yöneten merkezi departmanlardan oluşabilir. Örneğin hatlar, yoğun bölgelere rotaları olan gemilerin ihracat bölgesine dönüşlerinde belli bir yüzdesel oranda gemide boş konteynerler için yer ayırabilir. Dolayısıyla bu sorunun çözülebilmesi için sektörle ilgili gerekli yasal düzenlemelerin yapılması, standartların belirlenmesi ve ciddi bir kontrol mekanizmasının geliştirilmesi gereklidir. Boş konteyner yönetimi yaparken uzun vadede aşağıdaki hususlara özen gösterilmesi ayrıca fayda sağlayacaktır.

Bu sürecin eksiksiz tamamlanması ve maksimum fayda sağlaması için etkin olarak yönetilen altyapı ve bilgi birikimine gereksinim duyulmaktadır. Böylelikle tüm bu çevrim sayısını azaltmaya

yönelik kriterler lojistik faaliyetlerdeki genel emisyon oranını düşürecektir. Bu da uzun vadede çevre kirliliği ve ekonomik boyutlara ciddi oranda etki edecektir.

TERİMLENDİRME

CFS : Konteyner yük istasyonu (Container freight station)

FT : 30,43 santimetre uzunlukta olan İngiliz ölçü birimi (feet)

HC : Standart konteynerden daha yüksek olan konteynerdir (High Cube)

IMO : Uluslararası denizcilik örgütü (International Maritime Organization)

Knot : 1 deniz miline eşit olup, 1,86 km'dir

USD : Amerikan doları

TEU : 1 adet 20'lik konteyner hacmi (Twenty-feet equivalent unit)

KAYNAKÇA

[1] TAN vd.,:1998: "Supply chain Management: supplier performance and firm performance", International Journal of Purchasing and Material Management, Vol.34 No.3, pp.2-9,

[2] ROSS, D.F.:1998 "Competing Through Supply Chain Management: Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships", Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.71,

[3] LEE, H.L., BILLINGTON, C.: 1992 "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities" Sloan eManagement Review, Vol.33 No.3, pp.66,

[4] Lun vd,.:2010 Empty Container Logistics, Geo Journal, pp.52-65,

[5] SONG, D.P. ve CARTER, J.:2009 "Empty Container Repositioning in Liner Shipping", Maritime Policy & Management 36 (4): 291-307

[6] SOYLU, M.Y.:1997 Ulaştırma Modelleri, Kıyaslanması ve Bowman'ın Üretim Programlaması için Ulaştırma Problemine Bir işletme Uygulaması, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ġstanbul, ss.2,

[7] TEKIN, M.:1991 Kantitatif Karar Verme Teknikleri, Konya, ss.81,

[8] UNCTAD,:2014 Review of Maritime Transport 2014: 67

[9] UNCTAD,:2012 UNCTAD, 2012, Review of Maritime Transport 2012, United Nations Publication, pp.34.

[10] VEENSTRA. A.W.: 2005 "Empty Container Repositioning: The Port of Rotterdam Case", Managing Closed-Loop Supply Chains, 3 (2005), pp. 65-76,

[11] YAN, H.:2007 "Empty Containers Distribution Among Railway Network Container Freight Stations", International Conference on Transportation Engineering, 22 – 24 Temmuz 2007, Chengdu – China, Bildiriler Kitabı II: 51– 65

[12] 2017 Clarksons Research Jan,2017

3. Parti Lojistik Depolarında Kullanılan Ürün Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve E-ticaret Operasyonlarına Uygunluğunun Tespiti

Gizem Melike Cidal[1]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi/ Mekatronik Mühendisliği
DHL Supply Chain Turkiye
Çubuklu Mah. Orhan Veli Kanık Cad. No9 Beykoz Istanbul Turkey
Gizem.Cidal@dhl.com

ÖZET

Depo süreçleri ele alındığında sipariş toplama süreci, çalışanın seyahat süresinin en yüksek olduğu ve gerekli optimizasyonlar yapılmadığı takdirde işgücü kayıplarının sıkça yaşandığı süreçtir.Yapılan istatistiklerde sipariş toplama maliyetinin toplam depo işletim giderinin % 55'i kadarı olduğu görülür. Bu değer de göstermektedir ki verimli bir toplama süreci için operasyonel bazda doğru toplama metotları kullanılmalı ve kullanılan metotların güncelliği periyotlarla kontrol edilmelidir. E-ticaret alışveriş hacmi ve dolayısıyla depolama hacmi son yıllarda giderek artmaktadır ve yapılan çalışmalara göre artmaya devam edecektir. Üçüncü parti lojistik depolarındaki operasyonel sipariş toplama karakteristiği ile e-ticaret siparişlerinin toplama karakteristiği önemli farklılıklara sahiptir. Bu makalede üçüncü parti lojistik depolarında kullanılan manuel sipariş toplama metotları incelenecek ve e-ticaret operasyonlarına uygunluğu karşılaştırılacaktır.

ABSTRACT

If we compare the warehouse processes, the order picking process is the process in which the employee travel time is highest and the loss of labor is frequent if the necessary optimizations are not made. In the statistics it can be seen that the order picking process cost is 55% of the total warehouse operation cost. This value also indicates that for an efficient picking process the correct picking methods should be used on an operational basis and the methods used should be checked periodically.

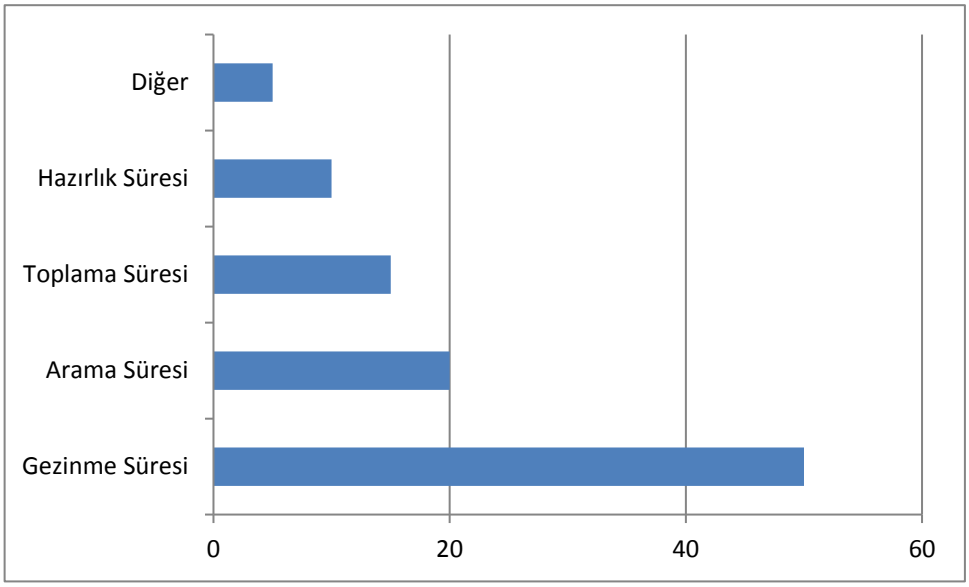
The volume of e-commerce shopping, and therefore the storage volume, is steadily increasing over the last few years and will continue to increase. Operational order picking characteristics in third party logistics warehouses and picking characteristics of e-commerce orders have significant differences. In this article, the manual order picking methods used in the third-party logistics warehouse will be examined and the suitability to e-commerce operations compared.

Anahtar kelimeler: sipariş toplama, picking, lojistik, e-ticaret, depo

1 GİRİŞ

Depo yönetim süreçlerinde ürün akışı mal kabul, stoklama ve sevkiyat olmak üzere üç temel alt süreçte incelenebilir[1]. 3. parti lojistik süreçlerinde ürünler tırlara veya kamyonlara yüklenmiş halde depoya giriş yapar, kapılarda ürün boşaltma işlemleri ve mal kabul işlemleri başlatılır. Ürünler teslim alınırken kontrolleri yapılır, yerleştirilecekleri lokasyonlara ve elleçleme işlemlerinin varlık yokluk durumlarına göre ayrıştırılır. Stoklama sürecinde, ürünler muhafaza edilecekleri alanlarda ürün-lokasyon eşleşmeleri yapılarak depolanır. Stoklama alanları toplama gözlerinin bulunduğu toplama yapılan alan, stok fazlası ürünlerin ikmal için bekletildiği alan olmak üzere temel olarak ikiye ayrılır. Müşteri siparişlerinin depo yönetim sistemine düşmesiyle toplama süreci başlar; toplama emirlerini oluşturulur, toplayıcılar çeşitli yöntemlerle ürünleri toplarlar. Toplama süreci depo yönetimi süreçleri arasında en önemlisi olarak kabul edilmektedir[2]. Toplama sürecinin süreçler arasında en önemlisi kabul edilmesinin sebebi ise toplama işlemlerinin tüm süreçler içerisinde iş gücü ve kaynak açısından en yüksek değere sahip olmasıdır. Bu sebeple müşteri siparişinin en hızlı şekilde toplanıp müşteriye en kısa sürede teslim edilebilmesi için depo yönetimi sürecindeki optimizasyonlar en çok toplama sürecini kapsamaktadır.

Şekil-1'de görüleceği gibi sipariş toplama süresinin yaklaşık % 50'sini gezinme süresi oluşturmaktadır. Gezinme süresi boşa harcanan zamandır. İş gücü maliyetine neden olmaktadır ve katma değer yaratmayan aktivitedir[3]. Bu yüzden sipariş toplama süreçlerindeki iyileştirmelerde üzerinde durulan ilk ve en önemli kriter gezinme sürelerini minimize etmektir.



Şekil 1 Sipariş toplama süresi yüzde dağılımları [2]

Depo yönetim süreçlerinde her süreç için ayrı ayrı iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır, literatür tarama sonuçlarına bakıldığında bu süreçler arasında iyileştirmelere en açık olanının toplama süreçleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, sipariş toplama metotları açıklanacak ve bu metotların e-ticaret operasyonlarına uygunluğu tartışılacaktır.

2 Depo Yönetiminde Toplama Sürecine Etki Eden Faktörler

Depolarda gerçekleşen 4 temel ürün akışı bulunur. Birinci tip akışta, ürünler depolama alanlarında yapılacak işlemlere bağlı olarak kısa bir süre bekletilerek ya da direkt olarak sevkiyat alanına transfer edilirler. Bu tür depolar, çapraz sevkiyat (crossdocking) noktaları olarak adlandırılmaktadır. İkinci tip akışta, ürünler ilk önce rezerv alanında stoklanır ve müşteri taleplerine bağlı olarak sipariş toplama işlemi burada gerçekleşir. Burada daha uzun periyotlar boyunca depolanmayı gerektiren veya daha az sayıda katma değerli operasyondan geçen ürünler depolanmaktadır. Üçüncü tip akış ise temel depolama operasyonlarını içeren en yaygın ürün akış yapısına sahiptir. Ürünler önce paletler halinde rezerv alanında depolanır, daha sonra küçük partilere (kutulara, paketlere) ayrıştırılarak, sipariş toplamayı hızlandırmak veya siparişleri birleştirmek amacıyla sevkiyat alanına getirilmektedir. Dördüncü tip akış ise bir çeşit transfer operasyonu olarak düşünülebilir. Burada ürünler depoya geldiklerinde direkt olarak, sipariş birleştirme amacıyla sevkiyat alanına gönderilirler. Bu tür depolama operasyonu, genellikle büyük siparişlerin birleştirilmesini gerektiren tedarik süreçlerinde gözlemlenmektedir.

3. parti lojistik depolarında toplama süreci mal kabul ve depolaması yapılmış ürünlerin siparişlerinin sisteme düşmesiyle başlar, toplanıp kontrol edilip sevkiyat alanına teslim edilmesiyle son bulur. Toplayıcı depoda kullanılan teknoloji, toplama metodu ve rota optimizasyonlarına uygun olarak toplama emirlerindeki siparişleri kalem kalem toplar. Bu siparişleri ayrı ayrı sipariş kutularına toplayabilir ya da tüm siparişleri ortak bir alana toplayıp daha sonra ayrıştırabilir. Toplama sürecinde operasyon dinamiklerine bağlı olarak yapılacak optimizasyonlar değişiklik göstermelidir. Depo düzeni de optimizasyon kriterlerinde etkin rol oynamaktadır. Sipariş toplama sistemlerinin performansını ve çeşitliliğini etkileyen ana faktörler deponun yerleşim biçimi, stok atama/depolama stratejisi, rotalama politikası, bölgelere ayırma yöntemi, siparişleri kümeleme politikasıdır[5].

2.1 Depo Yerleşimi

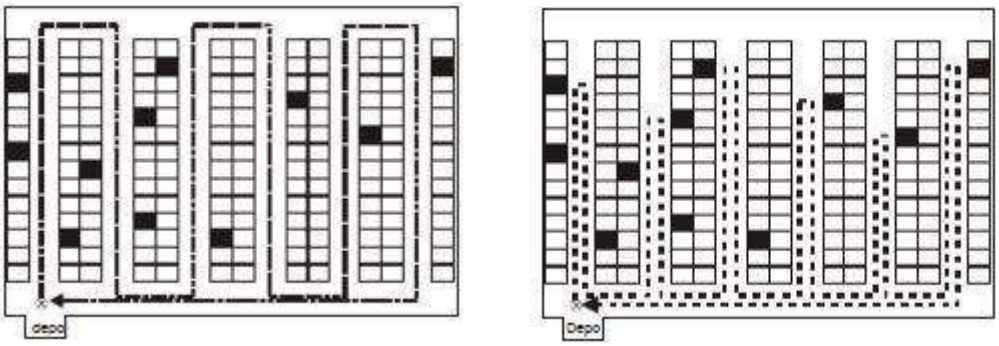
Depo yerleşim tasarımında iki önemli husus bulunmaktadır. Depo yerleşim planlaması olarak bilinen birinci hususta amaç; toplam taşıma ve aktarma maliyetlerinin düşürülmesidir. Bu doğrultuda, sipariş toplama sisteminin de dahil olduğu departmanlar arasındaki faaliyet ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Koridor yapılandırma problemi olarak bilinen ikinci husus ise sipariş toplama sistemini oluşturan depolama alanının kaç bloktan oluşması gerektiği ve bu blokların, hangi yükseklik ve uzunlukta kaç adet koridora sahip olması gerektiğine karar verilmesidir. Bu hususta temel amaç verilen kısıtlar ve gereksinimler doğrultusunda toplam gezinme mesafesinin düşürülmesine yönelik en iyi yerleşim planını elde etmektir[6].

2.2 Ürün Stoklama Yöntemleri

Ürünleri depolarda muhafaza edilecekleri alanlara atamanın çeşitli yolları bulunmaktadır. Paletler halinde ya da belirli miktarlarda gelen benzer ürün tiplerinin uygun olan boş depolama alanlarına rasgele yerleştirilmesine rasgele stoklama denir. Ürünlerin rasgele atanması yöntemi siparişin toplanması için kat edilen mesafenin artmasına neden olabilmektedir. Rasgele atama politikası, bilgisayar ile kontrol edilen depolarda etkin sonuçlar verebilir[7]**.** Ürünlerin operatörler tarafından depolama alanında karşılaşılan ilk boş alana yerleştirilmesine en yakın boş alanda stoklama denir. Bu yöntem depo girişindeki rafların doluluk oranını arttırırken deponun arka kısımlarındaki alanların boş kalmasına neden olabilmektedir[8]. Her ürünün önceden belirlenen ve ilgili ürüne tahsis edilmiş alanlarda depolanmasına tahsis edilmiş alanda stoklama denir. Bu yöntemin dezavantajı depolama alanının stokta bulunmayan ürünlere tahsis edilerek ürün gelmese de boş olarak beklemeye devam etmesidir. Bu yüzden her ürün için gerçekleşebilecek en yüksek envanter seviyesini depolayabilecek büyüklükte alan rezerve edilmelidir[9]. Yüksek satış hızı gösteren ürünler kolay ve çabuk erişilebilir bölgelerde stoklanırken yavaş hareket eden ürünler depo alanının gerisinde stoklanabilir. Bu yöntem tam-devir stoklama olarak adlandırılır. Benzer bir yaklaşımda ise COI (Cube-per-Order Index) kuralına göre atama yapılır[10]. COI oranı ürünün depolanmak için ihtiyaç duyduğu alanın belirli bir periyot boyunca gerçekleşen talep frekansına oranı olarak hesaplanmaktadır. Hesaplanan COI oranı küçük olan ürünler toplama/bırakma noktasına yakın olan bölgelere yerleştirilmektedir. Sınıf tabanlı stoklama politikası buraya kadar söz edilen bazı stoklama politikalarının birleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Envanter kontrolünde ürünler Pareto yöntemine göre sınıflara ayrılmaktadır. Bu yaklaşıma göre en çok talep edilen ürünler tüm ürünlerin %15'ini oluşturup, elde edilen gelirin %85'i bu ürün grubundan karşılanmaktadır. Ürünler ABC analizine göre en çok talep edilenden en az talep edilene doğru A, B ve C sınıfı ürünler olarak ayrıştırılır ve her ürün sınıfına bir depolama alanı tahsis edilir[11]. Grup tabanlı stoklama yöntemi ise ürünler arasındaki olası ilişkileri göz önünde bulundurarak gerçekleştirilen bir stok atama politikasıdır. Örneğin, müşterinin talep ettiği bir ürün tipiyle birlikte diğerini de talep edebilme olasılığının yüksek olduğu durumlarda bu yöntem kullanılabilmektedir. Ürün gruplama işlemi bu özelliği gösterebilecek benzer ürünlerin depolama alanında birbirine yakın bölgelerde stoklanmasıyla gerçekleştirilir. Ürün gruplama işlemini uygulayabilmek için, ürünlerin özellikleri arasındaki istatistiksel korelasyon bilinmeli ya da en azından tahmin edilebilir olmalıdır[12].

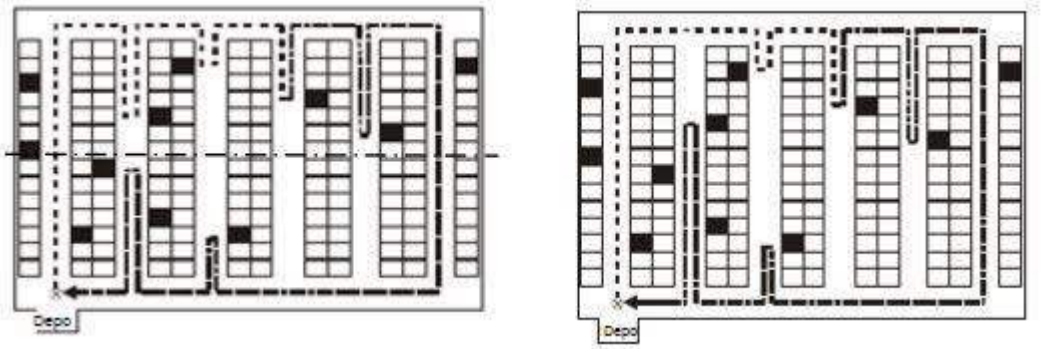
2.3 Rotalama Yöntemleri

Rotalamanın temel hedefi toplayıcının yürüyüş yolunu kısaltmaktır. Operasyon dinamiklerine göre seçilmesi gereken rotalama yöntemleri farklılık gösterebilir. Sipariş toplayıcıların izleyeceği rotanın belirlenmesi problemi çoğunlukla sezgisel yöntemler kullanılarak çözülmektedir. Bunun nedeni ise en iyi rotanın makul bir sürede belirlenmesinin pratikte güç olmasıdır. Diğer yandan, her yerleşim düzeni için optimal bir rotalama yapılamadığı gibi, bazı optimal rotalar sipariş toplayıcıları rotayı izlemeden saptıracak şekilde uygun olmayan çözümler içerebilir[13].



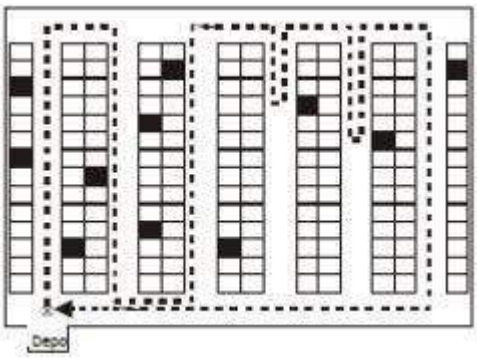
Şekil 2 Sipariş Toplamada Rotalama Yöntemleri (S- Şekilli ve Geri Dönüş Yöntemleri)

Sipariş toplama rotasının belirlenmesinde en kolay uygulanan yöntemlerden birisi S-şekilli sezgisel rota belirleme yöntemidir.En az bir ürün içeren her koridor dolaşılarak parçaların toplanması sağlanır. Toplanacak parça içermeyen koridorlara giriş yapılmaz. Son parça toplandıktan sonra sipariş toplayıcı koridorun ön tarafından çıkış yaparak rotasını tamamlar. S-şekilli sezgisel rota belirleme yöntemi pratikte en sık kullanılan rota belirleme stratejisidir. Geri dönüş sezgiselinde koridorlara hep aynı taraftan giriş yapılır parçalar toplanır yine aynı taraftan çıkış yapılır(Şekil-2 'de görülmektedir). Bu iki sezgisel rota belirleme yöntemi arasında seçim yapmak koridorlardan geçerken tek taraftan veya çift taraftan ürün toplayabilme durumuna bağlıdır. Eğer koridorlar tek taraftan malzeme toplamaya elverişli olarak tasarlanmışsa geri dönüş sezgisel rota belirleme yöntemini uygulamak daha uygundur. Bu durumda S-Şekilli sezgisel rota belirleme yöntemini uygulamak aynı koridoru iki defa geçmek anlamına gelir. Eğer koridorlar dar olarak tasarlanmışsa ve çift taraftan parça toplamaya elverişli ise bu durumda S-Şekilli sezgisel rota belirleme yönteminin uygulanması avantajlıdır. Diğer yandan, koridor aralıkları geniş ve koridorda toplanacak parça sayısı çok fazla olduğunda ise geri dönüş sezgisel rota belirleme yöntemi daha uygun olacaktır[14].



Şekil 3 Sipariş Toplamada Rotalama Yöntemleri (Orta Nokta ve En Büyük Aralık Yöntemleri)

Şekil 3'te orta nokta ve en büyük aralık yöntemleri şematize edilmiştir. Orta-nokta yönteminde depolama alanı ön ve arka olmak üzere iki eşit bölüme ayrılmaktadır. Ön bölümdeki raflarda bulunan toplanacak ürünler koridorun ön kısmından, arka bölümdekiler ise arka kısmından alınır. Sipariş toplayıcı deponun diğer tarafına ziyaret edilen ilk ya da son koridorda geçiş yapmaktadır. Koridor başına sipariş toplamanın az olduğu durumlarda bu yöntem S- şekilli sezgisel rota belirleme yöntemine göre daha iyi sonuçlar vermektedir [15].En büyük aralık yönteminde sipariş toplayıcı ilk koridora giriş yapar ve bu koridorun içerisinden geçerek ambarın arka tarafından çıkış yapar. Devam eden koridorlarda ise "en büyük aralık" olan yere kadar koridor içerisinde hareket edilir ve girilen taraftan çıkış yapılır. Söz konusu aralık birbirini takip eden iki parça arasındaki uzaklık, koridorun ön tarafına en yakın parça ile koridorun başlangıcı arasındaki mesafe veya koridorun arka tarafına en yakın parça ile koridorun bitişi arasındaki mesafe dikkate alınarak hesaplanabilir[1]. Bu sezgiselde koridorlardaki "en büyük aralık" kat edilmeyen mesafeyi göstermektedir.



Şekil 4 Sipariş Toplamada Rotalama Yöntemleri (Karma Yöntemi)

Şekil 4'te şematize edilen Karma (kompozit) yaklaşımı S-şekilli ve geri dönüş sezgisel rota belirleme yöntemlerinin özelliklerini birleştirmektedir. Böylece, sipariş içeren ardışık iki koridordaki en uzak iki parçanın lokasyonları arasındaki hareket mesafesi karşılaştırılmaktadır. En uzak iki lokasyondaki parçalardan önceki koridordaki en uzak parçadan sonraki koridordaki en uzak parçaya gidişte hem S-Şekilli sezgisele göre hem de geri dönüş sezgisel rota belirleme yöntemine göre bir mesafe hesaplanmaktadır. Hangisi daha kısa ise bir sonraki koridora geçişte ilgili rota belirleme yöntemi uygulanmaktadır.

2.4 Bölgeleme Yöntemleri

Müşterilerden gelen siparişlerin büyük olması veya çok sayıda ürün içermesi durumunda siparişler tekil olarak, diğer siparişlerle birleştirilmeden toplanabilir. Ancak e-ticaret operasyonlarında olduğu gibi müşteri siparişlerinin az sayıda olması durumunda ise gezinme süresini kısaltmak amacıyla kümeleme yöntemine göre birleştirilen siparişler tek bir turla toplanabilmektedir. Siparişleri birleştirme işlemi iki kritere göre gerçekleştirilmektedir. Bu kriterler; toplanacak siparişlerin depolama alanındaki yakınlıkları ve siparişlerin teslim tarihidir.

2.5 Kümeleme Yöntemleri

Müşterilerden gelen siparişlerin büyük olması veya çok sayıda ürün içermesi durumunda siparişler tekil olarak, diğer siparişlerle birleştirilmeden toplanabilir. Ancak e-ticaret operasyonlarında olduğu gibi müşteri siparişlerinin az sayıda olması durumunda ise gezinme süresini kısaltmak amacıyla kümeleme yöntemine göre birleştirilen siparişler tek bir turla toplanabilmektedir [1].Siparişleri birleştirme işlemi iki kritere göre gerçekleştirilmektedir. Bu kriterler; toplanacak siparişlerin depolama alanındaki yakınlıkları ve siparişlerin teslim tarihidir.

3 Sipariş Toplama Yöntemleri

Sipariş toplama yöntemleri, depolama alanlarında kullanılan donanım ve operasyon dinamiklerine bağlı olarak çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmada dört temel etken önemli rol oynamaktadır. Uygulnacak toplama yöntemi ürünleri kimin topladığına (insan/makine), toplama alanında neyin hareket ettiğine (toplayıcılar/parçalar), sipariş toplama bölgeleri arasında mevcut malzeme aktarma sistemlerine (konveyör v.b.) ve hangi sipariş toplama politikasının izlendiğine bağlı olarak değişmektedir[5].

3.1 Toplayıcıdan Parçalara (Picker-to-Parts) Sistemler

Bu tip sistemlerde, toplayıcı, koridorlar arasında yürüyerek veya bir aracı sürerek, tek bir siparişteki parçaları toplamakta ya da yığın haline getirilmiş birden fazla sayıdaki siparişe ait parçaları toplayıp, ait oldukları siparişe göre ayırmaktadır. Toplayıcıdan parçalara sipariş toplama sistemleri düşük seviyeli ve yüksek seviyeli olmak üzere iki gruba ayrılır[16]. Düşük seviyeli sistemlerde, sipariş toplayıcı ürünleri, kutu, sele ve raf gibi toplama bölgelerinden, koridorlar boyunca hareket ederken toplamaktadır. Yüksek seviyeli sistemlerde ise sipariş toplama işlemi toplayıcının, üst kısımlardaki raflara ve toplama bölgesine, bir araç kullanarak ulaşmasıyla gerçekleştirilmektedir.

3.2 Kutuya Toplama (Pick-to-box) Sistemleri

Bu sistemlerde sipariş toplama alanı bölgelere ayrılmaktadır ve her bölgeye bir ya da daha fazla sipariş toplayıcı atanmaktadır. Tüm sipariş toplama bölgeleri ise birbirlerine konveyörle bağlı olup, konveyörler üzerinde içinde belirli bir müşteri siparişi için toplanan ürünlerin bulunduğu kutular hareket etmektedir. Toplama bölgelerinde sırasıyla ilerleyen kutularda, sipariş listesindeki tüm ürünler yer aldığı için toplama sonrası yeni bir ayrıştırma işlemine gerek duyulmamaktadır.Bu tür sistemler küçük boyutlu çok sayıda ürünün depolanması söz konusu olduğunda ve düşük sipariş miktarlarında tercih edilir. Ancak, sipariş yoğunluğu arttıkça depoda çok sayıda kutu hareketinin yönetilmesi artan bir karmaşıklığa neden olabilmektedir[5].

3.3 Topla ve Ayrıştır (Pick-and-sort) Sistemler

Bu tür sistemlerde, sipariş toplama alanında bulunan operatörler birden fazla siparişin bir araya getirilmesiyle oluşan sipariş kümelerinde her bir ürünün siparişlerde yer aldığı miktar kadarını toplayarak konveyörler aracılığıyla sipariş ayrıştırma alanına gönderirler. Ürünler burada kapalı döngü konveyör üzerinde sipariş bazında ayrıştırılarak sevkiyata hazır hale getirilirler. Sipariş toplama işlemi sipariş kümesi belirli bir hacme ulaştığında başlatılır. Toplama noktalarının daha seyrek aralıklarla ziyaret edilmesi nedeniyle verimlilik "toplayıcıdan parçalara" sipariş toplama sistemlerine göre daha yüksektir.Otomatik ayrıştırma sistemi yüksek yatırım maliyeti gerektirdiğinden birbiriyle yüksek oranda örtüşen çok sayıda sipariş söz konusu olduğunda etkin olmaktadır.

3.4 Parçalardan Toplayıcıya (Parts-to-Picker) Sistemler

Parçalardan toplayıcıya olan sistemlerde otomatik bir araç sipariş yüklerini depolama alanlarından alıp sipariş toplama bölgelerine getirir. Bu sistemlerin avantajı, iş gücü saatlerinin ve depo alanı ihtiyacının azalmasıyla sağlanan düşük sipariş toplama maliyetleridir. Diğer yandan, bu sistemlerde siparişin toplama noktasına ulaşması sırasında darboğazların meydana gelmesi riski yüksektir. Büyük hacimde ve akışın az olduğu ürünlerin depolandığı alanlarda bu tür sistemlerin kullanılması daha uygundur.

3.5 Tamamen Otomasyona Dayalı Sipariş Toplama Sistemleri

Bu tür sipariş toplama sistemlerinde, sipariş toplayıcı olarak operatör yerine bilgisayar tarafından kontrol edilen tam otomatik makineler ve robotlar kullanılır. Sipariş toplama işleminin robot teknolojisiyle entegre tam otomatik makineler tarafından yapıldığı bu sistemler çoğunlukla değerli, küçük ve hassas ürünlerin toplanması gibi özel durumlarda uygulanır. Tamamen otomasyona dayalı sipariş toplama sistemleri düşük ürün hasar oranı, yüksek toplama hızı ve diğer fonksiyonlarla entegrasyon kolaylığı gibi avantajlarına karşın, yüksek düzeyde teknoloji, yönetim becerisi ve yatırım maliyeti gerektirir [17].

4 E-Ticaret Operasyonlarında Toplama Süreci

E-ticaret 1995 yılından sonra internet kullanımının artmasıyla ortaya çıkan, ticaretin elektronik ortamda yapılması kavramıdır. Bilgi teknolojilerinin giderek gelişmesine paralel olarak 2012 yılında %1,7 olan e-ticaretin toplam perakendedeki payı ise %3,5'e yükseldi.Bu hızlı yükselişle birlikte e-ticaret depolama alanları artırılmak durumunda kalındı.E-ticaret depolarının artışı ise bu depoların operasyonel işleyiş farklılıklarını beraberinde getirdi.

E-ticaret firmalarının müşteri memnuniyeti anlayışını yüksek tutmasını ürünlerin iade oranını arttırdı. Yaklaşık %1 oranlarında olan ve depoda iade ürün alanlarında bekletilen iade ürünler %5 oranlarının üzerine çıktı.Bu artış depoda iade/hasarlı ürünler için ayrılan alanın büyüklüğünü artırarak yerden kayıp oluşturdu. Bunun yanısıra iade ürünlerin kabulu,kontrolü,raporlanması gibi işlemler işgücü kaybına sebep oldu.

B2B (business to business) çalışılan depolarla e-ticaret firmaları gibi B2C(business to customer) çalışılan depolar ambalajlama,paketleme gibi elleçleme işlemleri açısından kıyaslandığında e-ticaret depoları harcanan maliyet ve işgücü dezavantajına sahip olduğu görülmektedir.

Bunların yanı sıra bazı e-ticaret firmalarında(örneğin hepsiburada,trendyol..) stokların bir kısmı depoda tutulurken bir kısmı bünyesinde bulundurduğu satıcılar tarafından firmaya gönderilmekte, firma crossdock gibi çalışmaktadır.Kendi deposundan topladığı ürünler ile satıcıdan gelecek ürünün birleştirip müşteriye göndrilmesi için de ayrıca bir sürece ihtiyaç duymaktadırlar.

5 SONUÇ

E-ticaret depolarındaki toplama sürecinin en önemli problemi müşterilerden gelen sipariş yoğunluğuna reğmen ürün kalemlerinin az olmasıdır. Depo yönetim sistemine sıkıkla,çok sayıda ve çok çeşitlilikte müşteri siparişi düşerken bu siparişlerin içeriği B2B depolarının sipariş içeriklerine kıyasla çok az sayıda ürün kalemi barındırır. Bu durum sipariş toplama sürecinde optimizasyon gerekliliklerini ortaya çıkarmaktadır. Toplayıcı tekli sipariş toplarsa yürüdüğü mesafe artacak çoklu toplaması durumunda ise sipariş gruplama ve kümeleme algoritmalarına gereksinim olacaktır.

Stoklama ve stok yerleşiminin düzenli kontrolleri önem kazanmaktadır. Düzenli aralıklarla ABC analizleri yapılarak ürünlerin sipariş edilme sıklığına uygun şekilde stoklanması toplayıcının yürüyüş yolunun azaltılmasında önemli rol oynayacaktır.E-ticaret operasyonlarında kullanılacak rotalama yöntemi operasyon dinamiklerine göre değişiklik gösterir. Yine de karma sezgiselinin kullanılması yanlış olmayacaktır. Depo yönetim sisteminde mevcut algoritmalarla toplayıcının yürüyüş yolu karma sezgiseli kullanılarak minimize edilebilir.

Topla ve ayrıştır(pick-and-sort) sistemler e-ticaret depolarında sıklıkla kullanılmaktadır.Bu yöntemde son gönderim tarihleri göz önünde bulundururlarak biriktirilen siparişlerin içerdiği ürünler konveyörler ile bir merkezde toplanır ve teknoloji yardımı ile(barkod okuma,görüntü işleme vb.) ya da insan gücü ile ayrıştırılıp paketlenir. Amazon, Hepsi burada gibi yüksek hacimli depolarda tam otonom sistemler kullanılabilir.İşgücü ve yürüyüş mesafesinden tasarruf yüksektir ancak yüksek yatırım gerektirdiğinden hacmi daha düşük olan depolarda tercih sebebi olmamaktadır. Daha düşük hacimli depolarda ise pick-to-kart,pick-to-light sistemleri kullanılabilir. Sisteme düşen siparişler ortak lokasyon yoğunluğuna göre gruplanır , rota optimizasyonu yapıldıktan sonra toplayıcılar çoklu sayıda göze sahip araçlara bu siparişleri toplayabilirler.

KAYNAKÇA

[1] Rouwenhorst B., Reuter B., Stockrahm V.,Van Houtum G. J., Mantel R. J., Zijm W. H. M., *Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review*. European Journal of Operational Research. Cilt 122. s.515-533,2010

[2] Tompkins J. A., White J. A., Bozer Y. A., Frazelle E. H., Tanchoco J. M. A. ,*Facilities Planning*, NJ, 2003

[3] Bartholdi J. J., Hackman S. T.,*Warehouse & distribution science*, Available on line at: http://www.tli.gatech.edu/whscience/ book/wh-sci.pdf., 2005

[4] De Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K. J.,*Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review*, European Journal of Operational Research, Cilt 182, No. 2, s.481-501.,2007

[5] Dallari F., Marchet G., Melacini M.,*Design of Order Picking System", International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Cilt 42, No. 1-2, s.1-12., 2009

[6] Petersen C. G.,*An Evaluation of Order Picking Routing Policies*, International Journal of Operations and Production Management, Cilt 17, No. 11, s.1098-1111., 1997

[7] Hausman W.H., Schwarz L.B., Graves S.C.,*Optimal storage assignment in automatic warehousing systems, Management Science*, 22(6), 629-638., 1976

[8] De Koster R., Neuteboom A. J. (Ed.),*The Logistics of Supermarket Chains: A Comparison of Seven Chains in the Netherlands*,Doetinchem: Elsevier Business Information., 2001

[9] Heskett J. L.,*Putting the Cube-Per-Order Index to Work in Warehouse Layout*, Transport and Distribution Management, Cilt 4, s.23-30., 1964

[10] Petersen C.G., Aase G.,*A Comparison Of Picking, Storage, And Routing Policies In Manual Order Picking*, International Journal of Production Economics, Cilt 92, s.11-19.,2004

[11] Frazelle E. A., Sharp G. P.,*Correlated Assignment Strategy Can Improve any Order Picking Operation*, Industrial Engineering, Cilt 21, No. 4, s.33-37.,1989

[12] Gademann N., Van de Velde S.,*Batching to Minimize Total Travel Time in a Parallel-Aisle Warehouse*, IIE Transactions, Cilt 37, No. 1, s.63-75.,2005

[13] Goetschalckx M., Ratliff H. D.,*Sequencing Picking Operations in a Man-Aboard Order Picking System*, Material Flow, Cilt 4, s.255-263.,1988

[14] Hall R. W.,*Distance Approximate for Routing Manual Pickers in a Warehouse*, IIE Transactions, Cilt 25, No. 4, s.76-87., 1993

[15] Roodbergen K. J., De Koster R., Mekern M.,*The Interactive Erasmus Logistica Warehouse Website*, http://www.fbk.eur.nl/OZ/LOGISTICA.,1999

[16] Caron F., Marchet G., Perego A.,*Optimal Layout in Low-Level Picker-to-Part Systems*, International Journal of Production Research, Cilt 38, No. 1, s.101-117.,2000

[17] Chang F. L., Liu Z. X., Xin Z., Liu D. D.,*Research on Order Picking Optimization Problem of Automated Warehouse*, Systems Engineering-Theory and Practice, Cilt 27, No. 2, s.139–143.,2007

Depo Binası Dış Şekli Seçimi ve Kıyaslaması

M.Murat Erkmen [1], Nurşen Topçubaşı [2]

[1] Okan Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

[2] Okan Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

muraterkmen@hotmail.com, nursen.topcubasi@okan.edu.tr

ÖZET

İdeal depo dış şekli nasıl olmalıdır? Bu makale depo binaları ile ilgili doğru bilinen yanlışların düzeltilmesi, bilinen doğruların simülasyon programı ile birlikte ispatlanmasını sağlar. Son 15 yıl içinde çok sayıda lojistik depo inşa edilmiştir (1) . Bu depoların çoğunluğu dikdörtgen şeklindedir ve kapılar dikdörtgenin kısa kenarındadır (2). Birbirine benzeyen depo inşaatları bu şekilde devam etmiştir. Bu şekil depoların, performans açısından iyi depolar olmadığı, geliştirdiğimiz simülasyon programı ile ispatlanmıştır. En azından bundan sonrası için daha performansı yüksek depolar yapılabilecektir. Mevcut depolar yıkmadan sınanarak, iyileştirilebilecektir. Depo dış şekilleri ile ilgili birçok depo şeklinin bu makalede kıyaslaması yapılmış ve lojistik sektörüne temel bilgi olarak sunulmuştur. Dış depo şekil seçiminde kullanılmak üzere "DepoKiyaslama" simülasyon programı geliştirilmiştir. DepoKiyaslama@gmail.com'dan ücretsiz istenebilir. Ülke ekonomisine katkı sağlaması dileği ile…

Anahtar kelimeler: Depo Binası Dış Şekli, Depo Simülasyon Programı, Depo Şekli ve Performans İlişkisi, Kapı Sayısı ve Performans İlişkisi.

1 GİRİŞ

"DepoKıyaslama" (3) simülasyon programı ile birçok depo dış şekli performans göz önünde bulundurularak sınanmış bazı çıkarımlar elde edilmiştir.

Depo içindeki hareketler izlendiğinde, yatay ve dikey hareketler vardır. Deponun dikey hareketleri, yükseklik, kat ve asansör bu makalenin konusu değildir. Deponun yatay hareketleri bu makalenin ana konusudur. Yatay hareketler, insanlar, istif makineleri ve konveyörler tarafından gerçekleşir. Deponun yatay şekli ile yatay hareketler arasında ilişki vardır. Bu ilişki de dış depo şeklinin çıkarılmasında ana etmen olmaktadır. Ed Acker'e göre modern ticari depolar minimum dönüş hızını zorunlu kılıyor (4). Depo tasarımı fonsiyonel ve verimli olmalı; işçi verimi artmalı ve işletim maliyetleri düşmelidir (4). Rob O'Byrne göre zaman paradır ve mesafe zamandır ("Time is money and distance is time") (5). Bu ifade de "en kısa mesafe en verimli olandır" mantığını oluşturmaktadır. "DepoKıyaslama" simülasyon yazılımında, en kısa mesafe hesaplanmıştır.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

"Deneysel Araştırma, Bilimsel yöntemlerde en kesin sonuçların elde edildiği çalışmadır. İki ya da daha fazla gruba yapılan uygulamaların, belli değişkenler üzerindeki etkilerinin farklılaşıp farklılaşmadığı incelenir" (6).

"Varyans Analizi (Analysis Of Variance- F testi), iki ya da daha fazla ortalamanın eşitliğini, varyansları kullanarak test etmeye yarayan bir yöntemdir. Tamamen rassal deney tasarımı modellerini analiz etmekte kullanılır" (7).

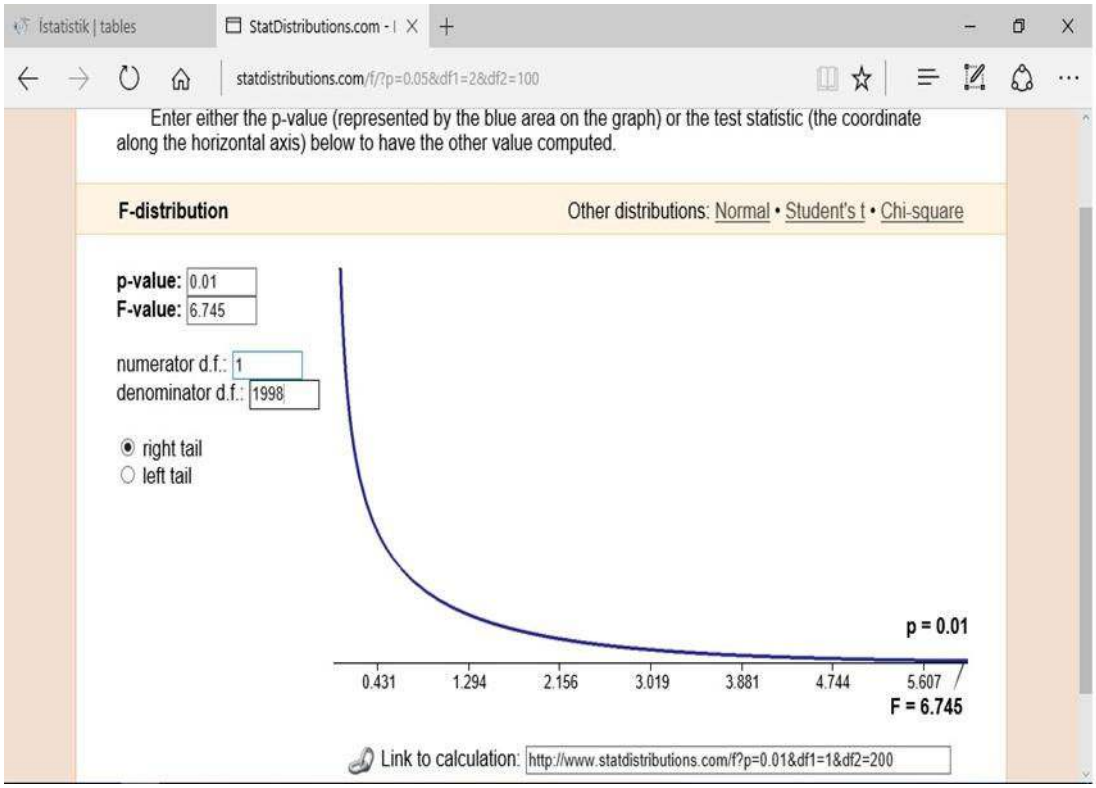
"Tek yönlü varyans analizi, iki ya da daha fazla grubun, normal dağılan benzer ortalamalı popülasyonlardan (evrenden – gerçek veri setinden) alınıp alınmadığını ortak varyans kullanarak test etmeyi amaçlar" (8).

ANOVA Varyans Analizi testi, deneysel yöntemde elde edilen örneklemlerin birbirine ne kadar benzer olduğunu belirlemek için "DepoKıyaslama" (3) simülasyon yazılımında kullanılmıştır.

“DepoKıyaslama” (3) simülasyon yazılımı paletlerin kapılardan palet adresine kadar yapmış olduğu mesafelerin giriş çıkış toplamından 1000 palet örneklem oluşturur. Kapı sayısı istenildiği kadar alınabilir. Araçlar giriş kapılarına rassal yanaşıp ürün indirmektedir. Kapılardan palet adreslerine paletler rassal olarak homojen dağılır. Palet adresinden çıkış kapılarına paletler de rassal olarak dağılmaktadır.

Depo içindeki Palet adresi değişkeninde bir sınırlama yoktur. İstendiği kadar palet adresi alınabilir. Seçilecek ve test edilecek iki depo için eşit oran ve alanlarda adres seçimi, kıyaslamanın doğru yapılmasını sağlar. Tüm adreslerde sınama yapmak yerine, depoyu eşit alanlara bölüp içinden birer adres örneklemesi alındı.

1000 palet için sınama yapılacaktır. 1000 deneme testi sabittir.



Şekil 3 F-dağılımı sonuç kıyaslama tablosu (p-value 0,01,F Value 6,745 alındı) *(9)*

3. SINIRLAMA VE KISITLAR

Depoda saklanacak ürünlerin tek tip ya da özellikleri yakın olduğu (örneğin bütün ürünlerin patates ya da yakın saklama koşullarına sahip ürünler) varsayılmaktadır. Yazılım tasarlanırken palet bazında taşıma yerleştirme yapıldığı varsayılmış, ürün tipine göre yerleşim incelenmemiştir. Homojen paletli ürünlerin homojen olarak depoda dağıldığı varsayılmıştır. Ürün özelliğine göre soğuk hava +4, soğuk hava -18, ADR’li ürünler vb. gibi özellikler göz önünde bulundurulmamıştır.

Depo içinde birçok hareket vardır. Örneğin dikey hareketler üst raflara ulaşmak için yapılan, çok katlı toplama alanları, asansörler gibi dikey hareketler bu çalışmanın konusu değildir. Deponun yüksekliği değil sadece yatay genişliğine göre çalışma yapılmıştır.

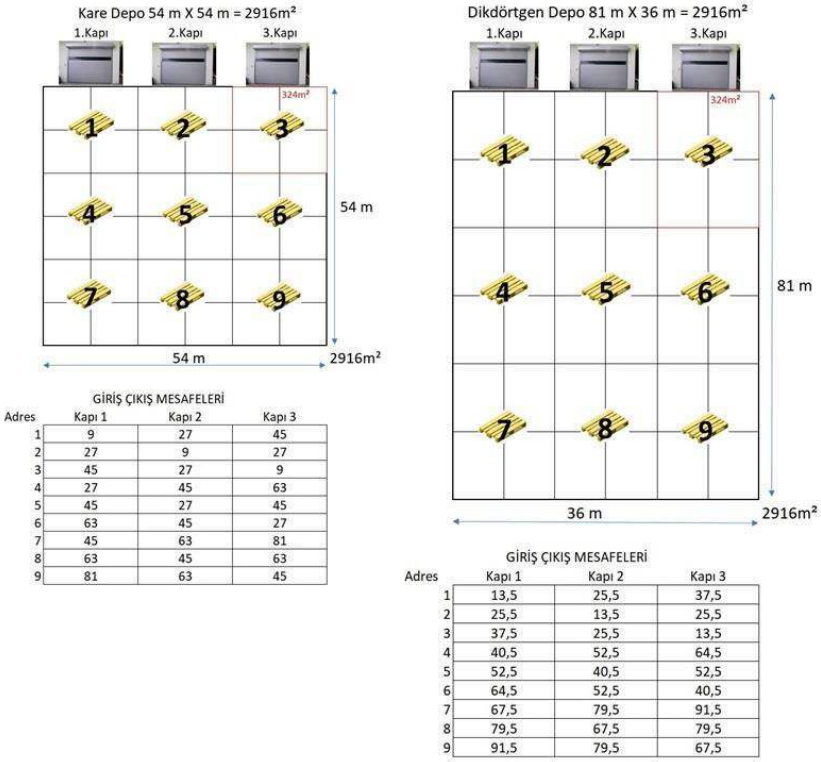
Depo hareket ve ürünleri zamandan bağımsızdır. Paletlerin ne kadar sürede ne kadar hareket edeceği, giriş çıkış süreleri, bekleme süreleri çalışma konusu dışındadır.

Çalışmanın varsayımları; homojen ürün ve ürünler olduğu, depo içi yerleşim homojen olduğu, sadece yatay hareketin deponun dış şekline etkisi, zamandan bağımsız olarak özetlenmektedir.

4. DEPO DIŞ ŞEKİLLERİNE GÖRE SİMÜLASYON TESTLERİ

4.1. Kare dikdörtgen, eşit m^{2,} kısa kenarda 3 kapı, giriş çıkış aynı kapılardan

Depo dış şekillerine göre depo kıyaslaması işlemi ilk olarak aynı metre kareye sahip dikdörtgen ve kare depolar arasında yapılmaktadır. Bu iki depo da 2916 m2dir. Kare ve dikdörtgen depodaki giriş kapısından 9 palet adresine kadar mesafe ve 9 palet adresinden çıkış kapısına kadar olan mesafeler Şekil 1'de gösterilmektedir. Giriş ve Çıkış aynı kapıdandır. Bu yüzden giriş çıkış mesafeleri aynıdır.



GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFELERİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	9	27	45
2	27	9	27
3	45	27	9
4	27	45	63
5	45	27	45
6	63	45	27
7	45	63	81
8	63	45	63
9	81	63	45

GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFELERİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	13,5	25,5	37,5
2	25,5	13,5	25,5
3	37,5	25,5	13,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	67,5	79,5	91,5
8	79,5	67,5	79,5
9	91,5	79,5	67,5

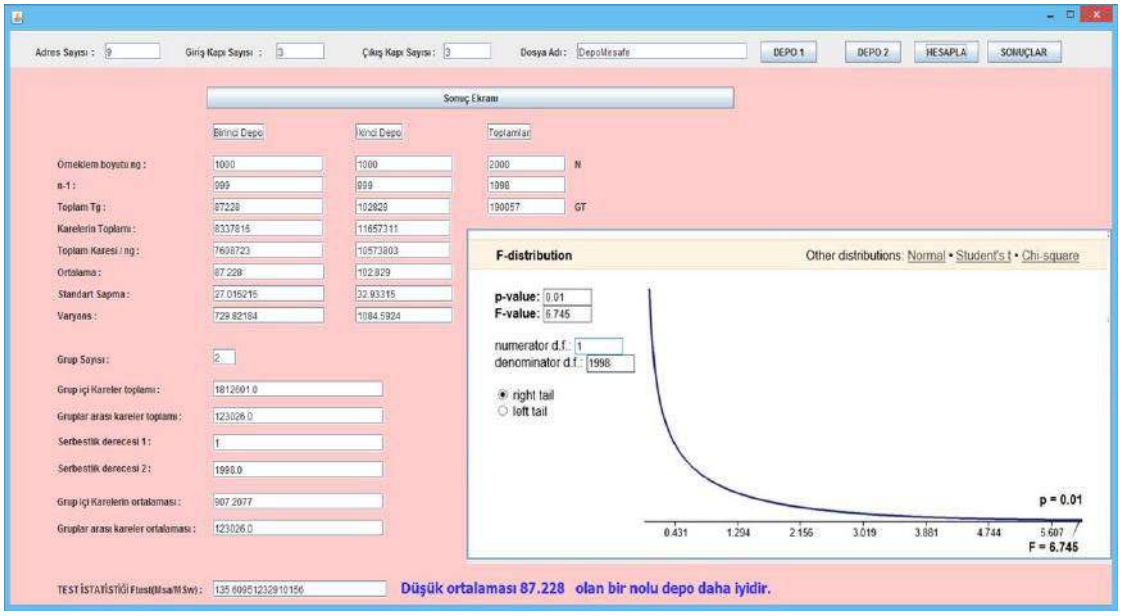
Şekil 4 Kare ve dikdörtgen depo ölçüleri tek yönde kapılar, kapı adres mesafeleri

Bu iki depo "DepoKıyaslama" simülasyon programı ile kıyaslandığında Şekil 3'deki sonuç elde edilir.

Tablo 1 Kare ve Dikdörtgen aynı m^2 Şekil 2'deki depoların ANOVA tablosu *(10)*

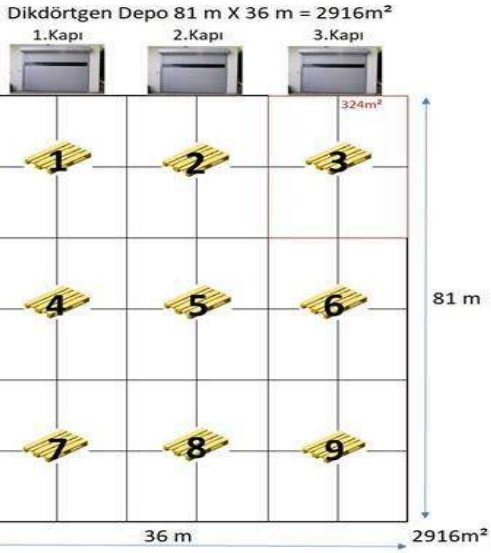
Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	123026	123026	**F=135,6095**
Grup İçi	1998	1812601	907,2077	

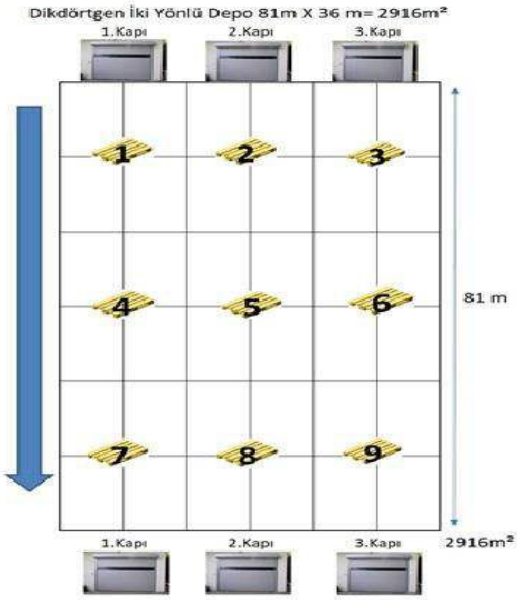
Şekil 3'teki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında kare depo performansı daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 5 "DepoKıyaslama" simülasyon analiz sayfası *(3)*

4.2. Dikdörtgen tek yönde kapı ile dikdörtgen iki yönlü depo kıyaslaması





GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFELERİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	13,5	25,5	37,5
2	25,5	13,5	25,5
3	37,5	25,5	13,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	67,5	79,5	91,5
8	79,5	67,5	79,5
9	91,5	79,5	67,5

	GİRİŞ MESAFE		
Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	13,5	25,5	37,5
2	25,5	13,5	25,5
3	37,5	25,5	13,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	67,5	79,5	91,5
8	79,5	67,5	79,5
9	91,5	79,5	67,5

	ÇIKIŞ MESAFE		
Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	67,5	79,5	91,5
2	79,5	67,5	79,5
3	91,5	79,5	67,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	13,5	25,5	37,5
8	25,5	13,5	25,5
9	37,5	25,5	13,5

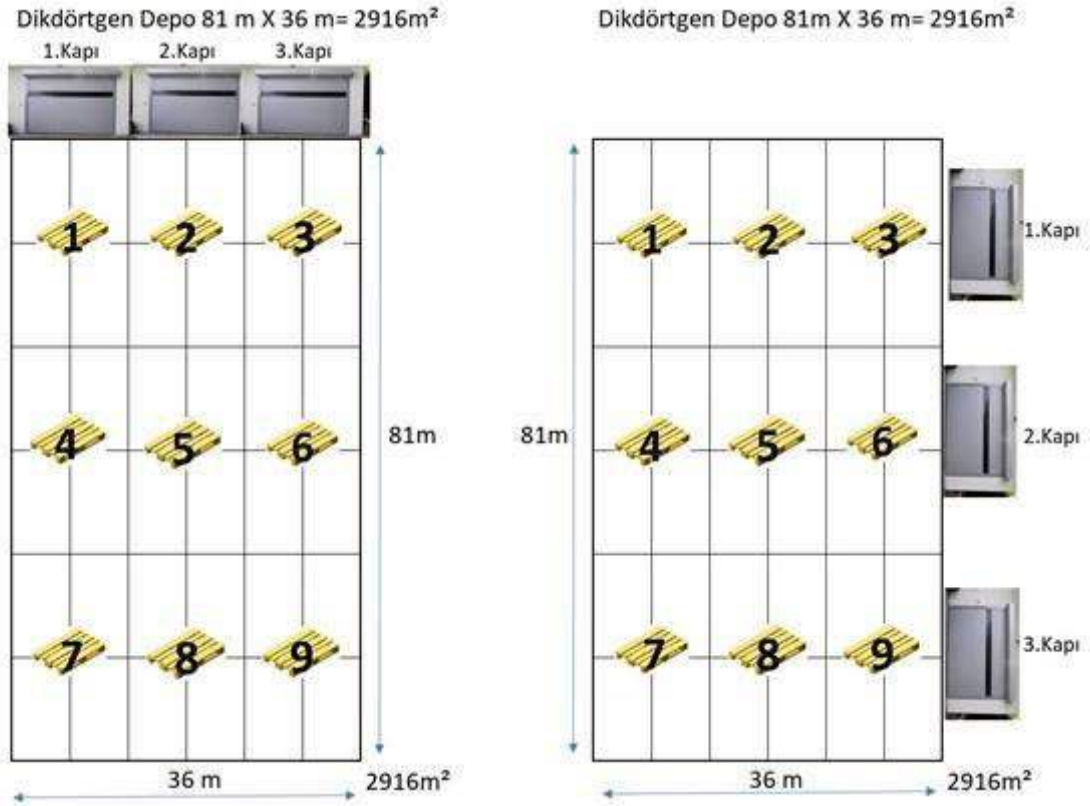
Şekil 6 Aynı dikdörtgen depolar kapılar tek kısa kenarda ve karşılıklı iki kısa kenarda ve kapı-palet adresi mesafeleri

Tablo 2 Dikdörtgen aynı m2 Şekil 4'deki depoların ANOVA tablosu *(10)*

Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	608	608	**F=0,52207**
Grup İçi	1998	2326855	1164,592	

Şekil 4'teki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında depoların performansı aynı çıkmıştır.

4.3. Dikdörtgen deponun uzun ya da kısa kenarında kapıların kıyaslaması



GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	13,5	25,5	37,5
2	25,5	13,5	25,5
3	37,5	25,5	13,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	67,5	79,5	91,5
8	79,5	67,5	79,5
9	91,5	79,5	67,5

GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	30	57	84
2	18	45	72
3	6	33	60
4	57	30	57
5	45	18	45
6	33	6	33
7	84	57	30
8	72	45	18
9	60	33	6

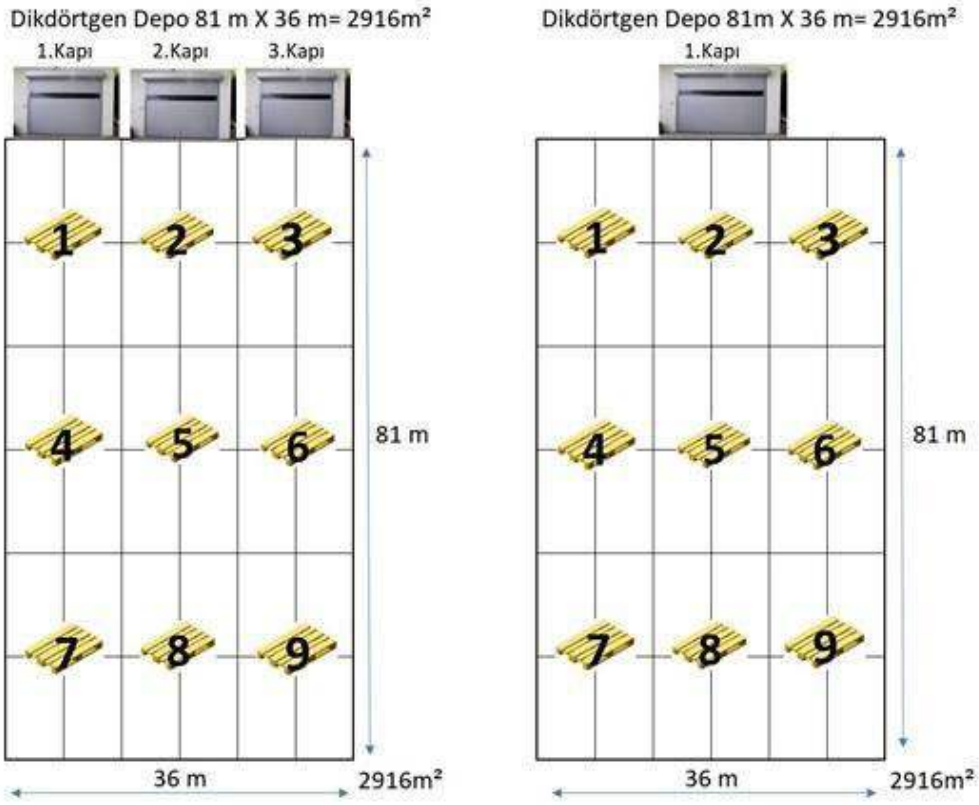
Şekil 5 Aynı dikdörtgen depolar kapılar tek kısa kenarda ve tek uzun kenarda ve kapı-palet adresi mesafeleri

Tablo 3 Dikdörtgen aynı m2 Şekil 5'deki depoların ANOVA tablosu *(10)*

Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	183470	183470	**F=167,43**
Grup İçi	1998	2189363	1095,77	

Şekil 5'teki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında uzun kenarda kapılı depoların performansı daha yüksek çıkmıştır.

4.4. Dikdörtgen depoda aynı kenarda çok ve az kapı kıyaslaması



GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	13,5	25,5	37,5
2	25,5	13,5	25,5
3	37,5	25,5	13,5
4	40,5	52,5	64,5
5	52,5	40,5	52,5
6	64,5	52,5	40,5
7	67,5	79,5	91,5
8	79,5	67,5	79,5
9	91,5	79,5	67,5

GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 3
1	25,5
2	13,5
3	25,5
4	52,5
5	40,5
6	52,5
7	79,5
8	67,5
9	79,5

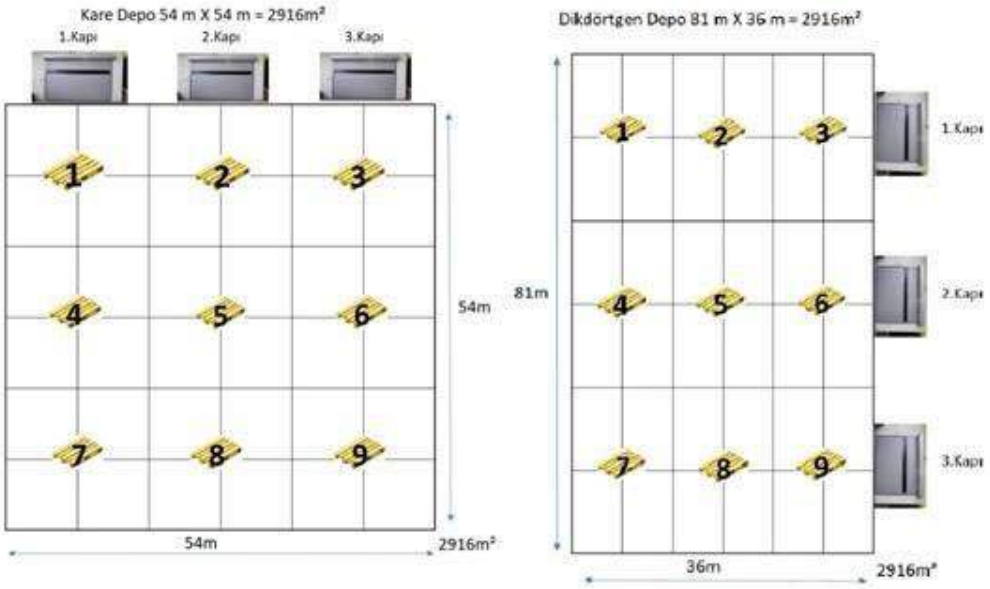
Şekil 6 Aynı dikdörtgen depolar kapılar tek aynı kenarda kapı sayısı farklı ve kapı-palet adresi mesafeleri

Tablo 4 Dikdörtgen aynı m^2 Şekil 6'daki depoların ANOVA tablosu *(10)*

Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	38668	38668	**F=34.48**
Grup İçi	1998	2241823	1122.03	

Şekil 6'teki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında tek kapılı depoların performansı daha yüksek çıkmıştır.

4.5. Kare depo ve dikdörtgen depo uzun kenarda kapı kıyaslaması



GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	9	27	45
2	27	9	27
3	45	27	9
4	27	45	63
5	45	27	45
6	63	45	27
7	45	63	81
8	63	45	63
9	81	63	45

GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2	Kapı 3
1	30	57	84
2	18	45	72
3	6	33	60
4	57	30	57
5	45	18	45
6	33	6	33
7	84	57	30
8	72	45	18
9	60	33	6

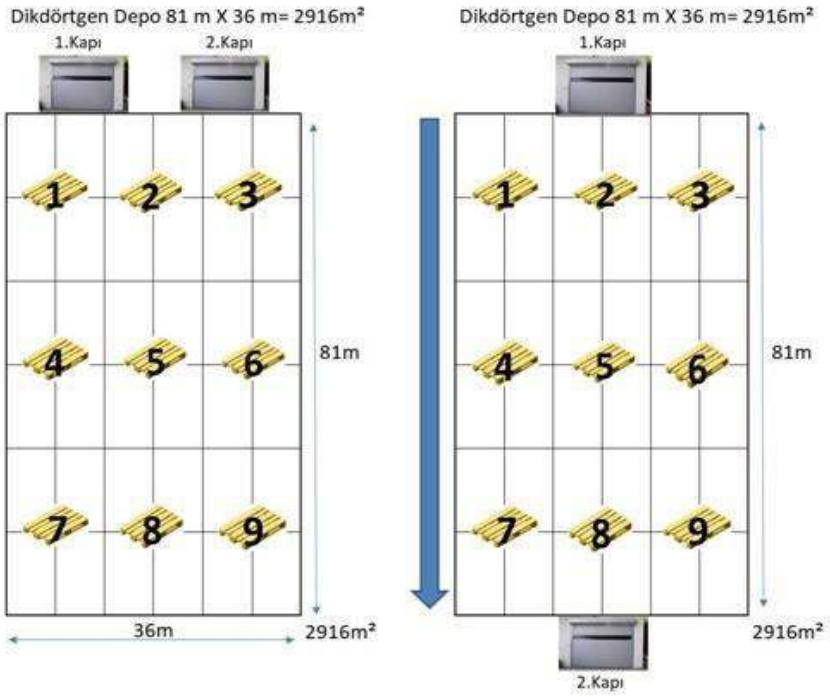
Şekil 7 Kare ve dikdörtgen depolar kapılar ayrı kenarda kapı sayısı 3 ve kapı-palet adresi mesafeleri

Şekil 7'deki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında depoların performansı aynı çıkmıştır.

Tablo 5 Kare ve Dikdörtgen aynı m^2 Şekil 7'deki depoların ANOVA tablosu *(10)*

Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	48	48	**F=0.0497**
Grup İçi	1998	1847458	924.65	

4.6. Aynı dikdörtgen depoda kısa kenarda 2 kapı ile karşılıklı 2 kapı tek yönde hareket kıyaslaması



GİRİŞ ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2
1	16,5	34,5
2	22,5	22,5
3	34,5	16,5
4	43,5	61,5
5	49,5	49,5
6	61,5	43,5
7	70,5	88,5
8	76,5	76,5
9	88,5	70,5

GİRİŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2
1	25,5	25,5
2	13,5	13,5
3	25,5	25,5
4	52,5	52,5
5	40,5	40,5
6	52,5	52,5
7	79,5	79,5
8	67,5	67,5
9	79,5	79,5

ÇIKIŞ MESAFESİ

Adres	Kapı 1	Kapı 2
1	79,5	79,5
2	67,5	67,5
3	79,5	79,5
4	52,5	52,5
5	40,5	40,5
6	52,5	52,5
7	25,5	25,5
8	13,5	13,5
9	25,5	25,5

Şekil 8 Dikdörtgenin kısa kenarında 2 kapı ile karşılıklı 2 kısa kenarında 1'er kapı kıyaslaması

Şekil 8'deki depoların kıyaslama sonucuna göre F-dağılımında depoların performansı aynı çıkmıştır.

Tablo 6 Dikdörtgen aynı m^2 Şekil 8'deki depoların ANOVA tablosu *(10)*

Tek Yönlü ANOVA Tablosu				
Değişkenliğin Kaynağı	**Serbestlik Derecesi df**	**Kareler Toplam**	**Varyans**	**F-oranı**
Gruplar Arası	1	29628	29628	F=27,68
Grup İçi	1998	2138240	1070,19	

5. SONUÇ

Çalışmadaki kısıtlar çerçevesinde, geliştirdiğimiz "DepoKıyaslama" (3) simülasyon programında yapılan kıyaslamalardan depo dış şekilleri ve performans arasındaki ilişkilerden bazı çıkarımlar elde edilmiştir;

Tek yönde kapılı "Kare" depolar aynı metre kare tek yönde kapılı "Dikdörtgen" depolardan daha yüksek performans vermektedir.

Dikdörtgen deponun "uzun kenarında kapılar", "kısa kenarındaki kapılardan" daha yüksek performans vermektedir. Mevcut dikdörtgen depolar kot farkı yok ise kapı yönleri değiştirilebilir.

Dikdörtgen ve kare depoların "tek kanarında kapıları" olması ya da "karşı kenarlarda kapılarının" olması arasında performans bakımından hiçbir fark yoktur. Karşılıklı kenarlarda paletler tek yönde hareket ediyor.

Bir kenarda tek ortada yer alan bir kapı, aynı kenarda çoklu kapılardan daha yüksek performans vermektedir. Her ilave kapı orta merkezden uzaklaştığından performans düşer.

Kare tek yönde kapılar ile Dikdörtgenin uzun kenardaki kapılar kıyaslandığında hiçbir fark yoktur Aynı dikdörtgen depoda "kısa kenarda 2 kapı" ile "karşılıklı kenarlarda 2 kapı" karşılaştırıldığında, karşılıklı kenarlarda 2 kapı daha yüksek performans vermektedir.. Karşılıklı kenarlarda paletler tek yönde hareket ediyor.

KAYNAKÇA

[1] Perşembe Rotası. Lojistik Sektörü Depo Yatırımında Atağa Geçti. www.utikad.org.tr. [Çevrimiçi] 31 7 2012. [Alıntı Tarihi: 1 3 2017.] http://www.utikad.org.tr/haberler/default.asp?id=9995.

[2] Google Earth. [Çevrimiçi] 1 12 2016. [Alıntı Tarihi: 1 12 2016.]

[3] Choosing A Warehouse External Shape With the Help of New Simulation Programme. Erkmen, Murat M. and Topçubaşı, Nurşen. [ed.] Volume: 05 Issue: 02 | Feb-2018. 02, s.l. : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2 2018, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 05, pp. 981-988. e-ISSN: 2395-0056 .

[4] Acker, Ed. WBDG Whole Building Design Guide. https://www.wbdg.org/building-types/warehouse. [Online] 10 12, 2011. [Cited: 02 01, 2017.] https://www.wbdg.org/building-types/warehouse.

[5] O'Byrne, Rob. 4 Ways to Improve Warehose Layout Efficiency and Save Costs. http://logisticsbureau.com/. [Çevrimiçi] 6 4 2015. [Alıntı Tarihi: 20 2 2017.] http://logisticsbureau.com/4-ways-to-improve-warehouse-layout-efficiency-and-save-costs/.

[6] Büyüköztürk, Şener ve Ekibi. Bilimsel Araştırma Yöntemleri. s.l. : PEGEM Akademi Yayıncılık 16.Baskı, 2014.

[7] Kılıç, Musa. TKS 4062 Tekstilde Bilgisayar Uygulamalı İstatiksel Yöntemler. http://kisi.deu.edu.tr. [Çevrimiçi] 2017. [Alıntı Tarihi: 01 03 2017.] http://kisi.deu.edu.tr/musa.kilic/tks4062/060_Statistical_Process_Control.pdf.

[8] Akyol, Gözde ve Arkadaşları. İkiden fazla grup ortalamasının karşılaştırılması. http://tip.baskent.edu.tr/kw/upload/600/dosyalar/cg/sempozyum/ogrsmpzsnm12/10.1.pdf. [Çevrimiçi] 1 3 2018. http://tip.baskent.edu.tr/kw/upload/600/dosyalar/cg/sempozyum/ogrsmpzsnm12/10.1.pdf.

[9] Johston, Nathaniel. F-distribution. www.StatDistributions.com. [Çevrimiçi] 01 03 2017. [Alıntı Tarihi: 01 03 2017.] http://www.statdistributions.com/f?p=0.01&df1=1&df2=200.

[10] Analytics Buddhu. One way ANOVA (Analysis Of Variance). https://analyticsbuddhu.wordpress.com. [Çevrimiçi] 1 3 2018. https://analyticsbuddhu.wordpress.com/2016/07/24/analysis-of-variance-anova/.

[11] Aktif52. Task Ve Kask Nedir. http://www.aktif52.com/icerik/4/task-ve-kask-nedir.html. [Çevrimiçi] Aktif52 İnşaat Emlak Tanıtım Satış Hizmetleri, 1 3 2017. [Alıntı Tarihi: 3 3 2017.]

[12] Internal Layout Design of a Warehouse. Yoseph Bassan, Yaakov Roll & Meir J. Rosenblatt. 12:4, s.l. : A I I E Transactions, 1980, A I I E Transactions, s. 317-322. link to article http://dx.doi.org/10.1080/05695558008974523.

[13] SAP. Travel Distance Calculation . https://help.sap.com/. [Çevrimiçi] SAP, 1 3 2017. [Alıntı Tarihi: 01 03 2017.] https://help.sap.com/saphelp_ewm2007/helpdata/en/46/25f74822bb4250e10000000a1553f6/content.htm?original_fqdn=help.sap.de&frameset=/en/46/24a2eaebce424fe10000000a1553f6/frameset.htm.

[14] statistics.com. Glossary of statistical terms. www.satatistics.com. [Çevrimiçi] 1 3 2018. https://www.statistics.com/glossary&term_id=365.

[15] UADMK TÜBA. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. www.acikders.org. [Çevrimiçi] 1 3 2018. www.acikders.org.tr/dersler/sbay-tonta/sbay-dokumanlar/sbay-11-cikarimsal-istatistikler-II.pptx.

Beş Serbestlik Dereceli Altı Eksenli Robot Kolun İnsan Kolu Üzerinden Kontrol Edilerek Kimyasal Depo Süreçlerine Entegre Edilmesi

Yasin Ayhan Cimbek[1] , Cem Doğan[2]

[1] Kocaeli Üniversitesi/ Mekatronik Mühendisliği
DHL Supply Chain Turkiye
[2] Kocaeli Üniversitesi/ Mekatronik Mühendisliği
Profen Group
Orhan Veli Kanık Caddesi, İstanbul 34810, Türkiye
Soğanlık Caddesi , İstanbul, 34870, Türkiye
YasinAyhan.Cimbek@dhl.com, Cem.Dogan@profen.com

ÖZET

Bu çalışmada bir robot kolun tasarımı, giyilebilir kontrol ünitesi ve insan kolundan alınan açı bilgileri ile gerçek zamanlı olarak kontrol edilmesi anlatılmaktadır. Kontrol, kullanıcı tarafından giyilen, prototip iki kontrol ünitesi tarafından sağlanmaktadır. Kuvvet sensörleri ve esnek sensörler olarak bilinen değişken dirençlerin daha sezgisel bir kontrol yaratabilmesi amacıyla giyilebilir kontrol mekanizmasında esnek sensörler kullanılmıştır. Kontrol ünitesi tarafından algılanan hareket robot kola aktarılmaktadır. Robot kolun uzaktan kontrolü ile kimyasal depo süreçlerinde yakın temasta insan sağlığına zararlı uygulamalarda etkin bir çalışma alanı sağlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: robotik, kontrol, lojistik, endüstri4.0, depo

1 GİRİŞ

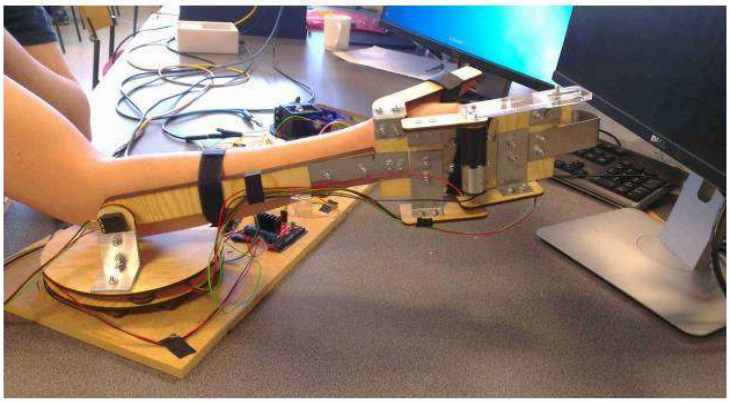
Gelişen dünyayla birlikte robotların kullanımı, savunma sanayi, tıp, endüstriyel otomasyon alanları dâhil birçok sektörde hızla artmaktadır. Bunun neticesinde sektör ihtiyaçları doğrultusunda yapılacak işin niteliğine göre robotların yeter seviyede geliştirilmesi ve özelleştirilmesi gerekmektedir.

Teknolojinin gelişmesiyle sektörler arasındaki iletişimin artması ve yeni çalışma alanlarının oluşması kaçınılmazdır. Bunun akabinde biyomedikal Türkiye'de de son yıllarda hızla gelişmekte olan yeni bir alandır. Ameliyatlarda kullanılan robotlar bu alanın gelişmesiyle oluşan bir sonuçtur. Özellikle son zamanlarda ortopedi alanında kullanılan robotik protezler piezoelekrik sensörler ile tendonlardaki gerilimleri algılayarak, eklem veya parmaklara gerilimin şiddetine göre güç gönderirler. Bu çalışmada biyomedikal alanında yapılan çalışmalara yeni bir bakış açısı getirilmiştir. Uzaktan kontrol için esnek sensör verileri doğrultusunda sistem hareket ettirilir.

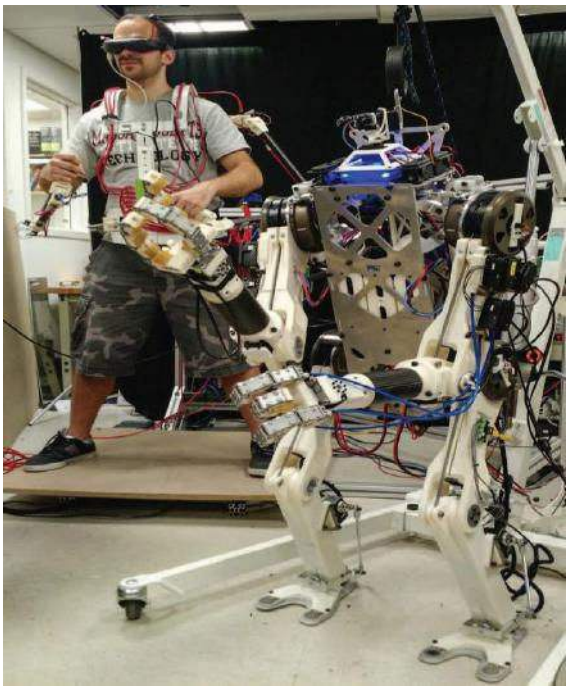
Dünyada çalışma alanları düşünüldüğünde insanoğlunun sürekli çalışmasına elverişli olmayan ortamlar da mevcuttur. Enerji sektöründeki değişim ve artan tehlikelerle birlikte programlanabilen veya uzaktan kontrol edilebilen robotların önemi artmıştır. Bu alanda "Teaching" metodu olarak bilinen öğrenme metodu sayesinde insan kolu üzerinden tek seferlik verilen bir hareketin kaydedilerek devamlı olarak gerçekleştirilmesi mümkün kılınmıştır. Zorlu şartlar altında çalışmayı gerektiren işlerde uzaktan kontrollü robotlar kullanılmaya çalışılmaktadır. Bu robotlar; madencilik, yük taşımacılığı ve kimyevi ürün üretimi gibi insanoğlunun zorlu şartlar altında çalıştığı alanlarda rahatlıkla hareket ettirilebilmekte, daha olumlu sonuçlar oluşturulmasına yardımcı olabilmektedir. Bu durumlarda çalışabilecek robotlar ileri teknoloji gerektirir ve her biri bir amaca özeldir. Bu çalışmada da uzaktan kontrol sistemiyle birlikte bir insan kolunun hareketi sağlanarak; çalışma durumu zorlu olan kimyasal depolama süreçlerinde hazırlanan kimyevi karışımlarda kullanılmak üzere; öğretme metodu yardımıyla, kimyasal karışımların insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde elde edilmesi amaçlanmıştır.

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda kontrol genellikle parmak eklemleri veya sabit kol üniteleri vasıtasıyla verilirken bu çalışmada giyilebilir, içerisinde insan eklemlerine karşılık gelecek şekilde tasarlanmış esnek sensörler bulunan bir kontrol ünitesi vasıtasıyla robotun insan hareketini taklit etmesi sağlanmıştır. Literatür taraması yapıldığında insan vücudunun hareketlerinin robotlara

aktarıldığı birçok uygulama görülmektedir. Ancak giyilebilir bir ünite ile kontrol uygulaması nadir görülmektedir. İnsan kolunun karmaşık momentum kontrolünün minimum hatada yapılması amaçlanmıştır.



Şekil 7 Literatürde kullanılan örnek mekanik yapı [1]



Şekil 8 Literatürde kullanılan vücut kontrol ünitesi [2]

2 ROBOT KOL TASARIMI

Altı eksenli robot kol tasarımı yapılırken, endüstriyel robotların yanı sıra daha kullanışlı ve taşınabilir bir ürün geliştirmesi amaçlanmıştır. Böylece kontrolcünün, geniş alanlar dışında da çalışabilmesi sağlanmıştır. Tasarımın boyutlarının minimal düzeye indirgenmesinden dolayı, seçilen DC motorlar da minimal boyutlara ulaşmıştır. Projede ele alınan robot kol modüler olarak tasarlanmış olup 6 eksenli yapıdan off-set bileğin kolay bir şekilde çıkartılması ile 3 eksenli olarak kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır.

2.1. Kayış Kasnak Düzeneği

Boyutları küçük olan DC motorların tork değerleri 2 N.m gibi istenilen değerlerin üzerine ulaşılamadığı için robot kol tasarımında kayış kasnak düzenekleri kullanılmıştır. Hesaplanan tork değerleri her bir eklem için belirli emniyet katsayıları ile belirlenmiştir. Böylece eklemlere XL serisi kasnaklar ile DC motorlardan tork iletimi sağlanmıştır.

2.2 Rulmanlar ve Tutucular

Robot kol tasarımında iğneli rulmanlar ve bilyeli rulmanlar olmak üzere iki tipte rulman kullanılmıştır. Birinci eklem için dikey yönde iletim sağlandığı için NKX serisi iğneli rulman kullanılmıştır. Diğer eklemlerin tasarımında bilyeli rulmanlar tercih edilmiştir. Robot kol yapısını sağlamlaştırmak amacıyla ve rulmanların eklem hareketlerinde hatalara yol açmasını önlemek için destek çubukları kullanılmıştır ve her eklemde rulmanların tutucular ile desteği sağlanmıştır.

Bilek düzenleşimlerinde kullanılan eksenel hareketleri sağlamak amacıyla insan kolunun bilek hareketini aktarabilecek bir tasarım oluşturulmuştur. Bu tasarımda bilek hareketleri kendi tasarımımız olan rulman yatağı ile sağlanmıştır.

Şekil 9 İğneli ve bilyeli rulmanlar

2.3 Dış İskelet

Tasarım kriterlerinin başında modülerlik ve taşınabilirlik gelmektedir. Buna bağlı olarak dış iskeletin malzeme seçiminde ABS tipi plastik filament kullanılmıştır. Seçilen malzeme gerilmelere ve esnemelere karşı dayanıklı olup, ısıya karşı direnciyle de motor kullanım bölgelerinde avantaj sağlamıştır. Kullanılan malzeme hafif olmasından dolayı tasarımın taşınabilirliğini mümkün kılmıştır.

Şekil 10 Tasarlanan robot kolun dış iskeleti

3 KİNEMATİK VE DİNAMİK ANALİZLER

Tasarlanan bir robotik sisteminde kinematik analizler ileri ver ters kinematik olarak ikiye ayrılmaktadır: Her bir eklem açısına göre robot uç işlevcisinin robotun üç boyutlu uzayında bulunacağı koordinatı veren denklemler ileri kinematik denklemler olarak adlandırılırken; uç işlevcisinin üç boyutlu uzayda belirli bir noktada konumlanması sırasında her bir eklemin alacağı açı değerlerinin hesaplanması ters kinematik denklemlerle bulunmaktadır. Tasarlanan robotik sistem; ileri ve ters kinematik denklemleri kullanarak manuel modda bilgisayar üzerinden kullanıcı tarafından yollanan komutlarla robot uzayı içerisinde uç işlevcinin konumlandırılması sağlanmıştır. Dinamik analizler ile prototipte her bir eklem için kullanılacak olan motorların yük kaldırabilmesi için gerekli minimum

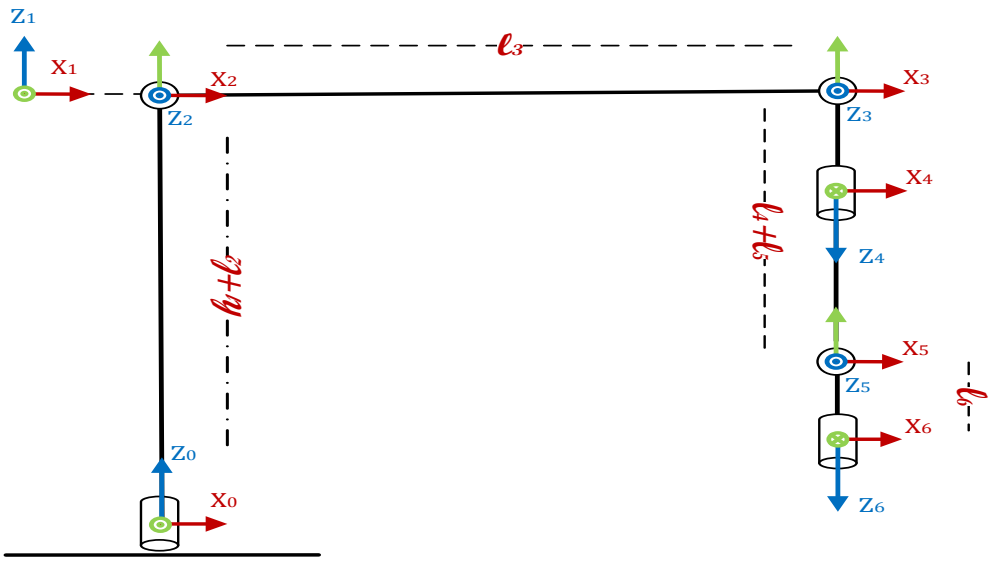
tork değerleri hesaplanmış olup, kullanılacak olan motorların seçimleri analiz sonuçlarına göre yapılmıştır.

3.1 İleri Kinematik

Robot kontrol sistemlerinde, robot hareketleri kinematik analiz sonucuna dayanmaktadır. Bu ilişkiye bağlı olarak, robot hareketi için iki analiz yöntemi vardır. İleri kinematik yöntem, eklem uzayında, eklem açılarına göre, kartezyen uzayda uç işlevcinin hareket noktasını belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Kinematik denklemleri bulmak için literatürde farklı yöntemler vardır. Denavit-Hartenberg yöntemi literatürde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Uç işlevcinin konumu tasarım özelliklerine bağlı olarak bulunabilmektedir. Tasarım özelliklerine bağlı olarak değişen D-H tablosunun belirlenmesi ilk aşama olarak aşağıda gösterilmiştir. Daha sonra matris formuna getirilen her bir eklem düzenleşimi basit matris işlemleriyle ileri kinematik denkleminin bulunmasını sağlamaktadır. Buna göre tasarlanan robotun D-H tablosu ve ileri kinematik koordinat sistemi yerleşimi aşağıda verilmiştir;

Tablo 3 Tasarlanan robot kolun D-H tablosu

i	α_{i-1}	a_i	d_i	θ
1	0	0	$h_1 + l_2$	θ_1
2	+90	0	0	θ_2
3	0	l_3	0	θ_3
4	+90	0	$l_4 + l_5$	θ_4
5	-90	0	0	θ_5
6	+90	0	l_6	θ_6



Şekil 11 İleri kinematik eksen yerleşimi

$$T_0^1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & \sin\theta_1 & 0 & 0 \\ \sin\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & h_1 + l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{1}$$

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

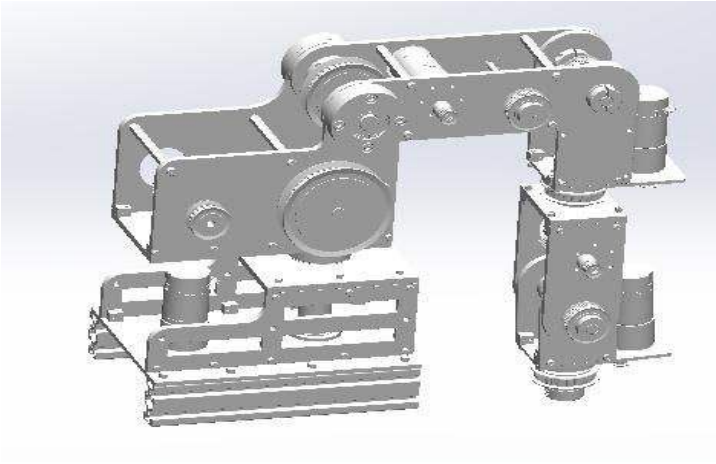
$$T_2^3 = \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & l_3 \\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$T_3^4 = \begin{bmatrix} \cos\theta_4 & -\sin\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & l_4 + l_5 \\ \sin\theta_4 & \cos\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$T_4^5 = \begin{bmatrix} \cos\theta_5 & -\sin\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta_5 & -\cos\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$T_5^6 = \begin{bmatrix} \cos\theta_6 & -\sin\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -l_6 \\ -\sin\theta_6 & -\cos\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

$$T_0^6 = T_0^1 * T_1^2 * T_2^3 * T_3^4 * T_4^5 * T_5^6 \tag{7}$$



Şekil 12 İleri kinematik başlangıç pozisyonu

3.2 Ters Kinematik

Eklem açıları verildiğinde, Kartezyen uzayda bir robot manipülatörünün uç işlevcisinin konumunu ve yönelimini bulma işlemine ileri kinematik problem denir [3]. Ters kinematik probleme göre çok kolay olan ileri kinematik problem için her zaman bir çözüm vardır. Ters kinematik problem ise Kartezyen uzayda, ana çerçeveye göre verilen uç işlevcisinin konum ve yönelim verileri yardımıyla eklem değişkenlerinin bulunması şeklinde tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle bir robot manipülatörünün uç işlevcisinin yönelimini ve konumunu Kartezyen koordinat sisteminden eklem koordinat sistemine dönüştürme işlemine ters kinematik problem denir.[4] Ters kinematik problem çözümü, gerçek zamanlı kontrol, eyleyicilerin eklem torklarının hesaplanması, kaynak, boyama ve yörünge planlaması gibi birçok uygulama için son derece önemlidir. [5][6] Ele alınan sistemde ters kinematik çözüm yörünge planlaması işlemlerinde noktadan noktaya yumuşak geçişlerle gidilmesinde kullanılmıştır. Tasarımdaki bilek yapısı eklem kaçıklığına sahip olduğundan ters kinematik çözümün

elde edilmesi daha zor hale gelmiştir. Denklemleri çözülmesi işlemi MATLAB üzerinden yapılmış ve sonuçların doğruluğu ileri kinematik sonuçlarıyla karşılaştırılarak kontrol edilmiştir.

$$\text{Atan2(y,x)}=\begin{cases} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x>0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right)+\pi & y\geq 0, x<0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right)-\pi & y<0,\ x<0 \\ +\frac{\pi}{2} & y>0\ , x=0 \\ -\frac{\pi}{2} & y<0,\ x=0 \\ bilinmez & y=0, x=0 \end{cases}$$

Yukarıda verilen atan2 fonksiyon açılımlarına bağlı olarak her bir eklem için ters kinematik çözümler aşağıdaki gibi bulunmuştur;

$$\theta_1 = atan2(p_y - l_{56}r_{23}, p_x - l_{56}r_{13}) \quad (8)$$

$$m = (-l_{56}r_{13}\cos\theta_1) - (l_{56}r_{23}\sin\theta_1) + p_y\sin\theta_1 + p_x\cos\theta_1 \quad (9)$$

$$n = p_z(-l_1) - h_1 - (l_{56}r_{33}) \quad (10)$$

$$k = (m^2 + n^2 - {l_2}^2 - {l_{34}}^2) / (2l_2l_{34}) \quad (11)$$

$$\theta_3 = atan2(k, \sqrt{(1-\mathrm{k}^2)}) \quad (12)$$

$$y = l_2 + (l_{34}\sin\theta_3) \quad (13)$$

$$x = (-l_{34})\cos\theta_3 \quad (14)$$

$$c = p_z - l_1 - h_1 - (l_{56}r_{33}) \quad (15)$$

$$\theta_2 = atan2(y,x) + atan2(\sqrt{(x^2+y^2-c^2)}) \quad (16)$$

$$p=(r_{33}\sin\theta_2\sin\theta_3 + r_{33}\cos\theta_2\cos\theta_3 + r_{13}\cos\theta_1\cos\theta_2\sin\theta_3 + r_{13}\cos\theta_1\cos\theta_3\sin\theta_2 + r_{23}\cos\theta_2\sin\theta_1\sin\theta_3 + r_{23}\cos\theta_3\sin\theta_1\sin\theta_2\ ) \quad (17)$$

$$\theta_5 = atan2(\sqrt{(1-p^2)}\,, p) \quad (18)$$

$$z = (r_{13}\sin\theta_1) - (r_{23}\cos\theta_1) \quad (19)$$

$$\theta_4 = atan2(\mathrm{z}, \sqrt{(1-z^2)}) \quad (20)$$

$$e = (-r_{11})\sin\theta_1 + r_{21}\cos\theta_1 \quad (21)$$

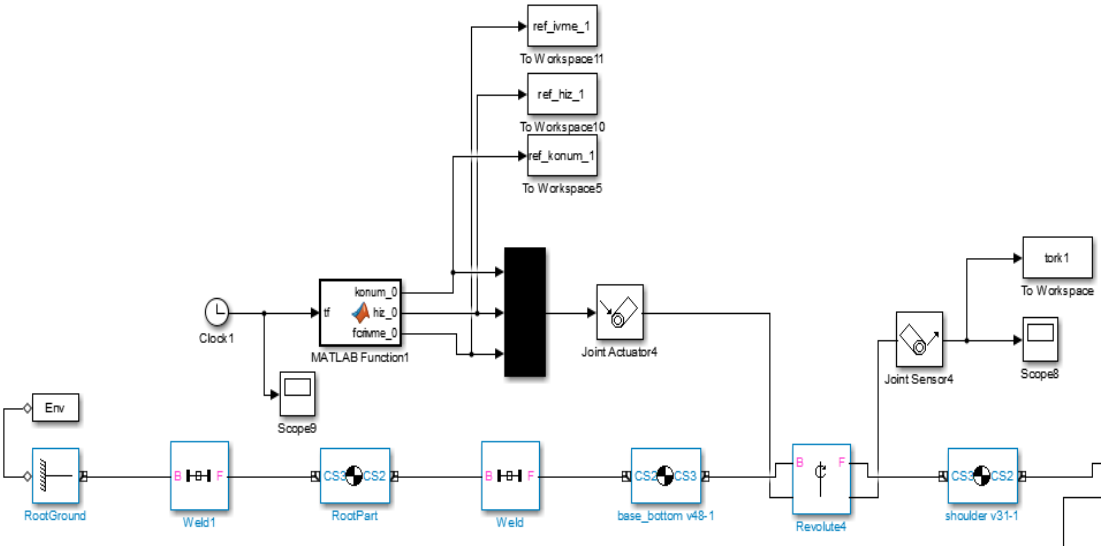
$$f = r_{12}\sin\theta_1 - r_{22}\cos\theta_1 \quad (22)$$

$$j = -\cos\theta_5\sin\theta_4 \quad (23)$$

$$\theta_6 = atan2(f,e) + atan2(-\sqrt{(f^2+e^2-j^2)}, \mathrm{j}) \quad (24)$$

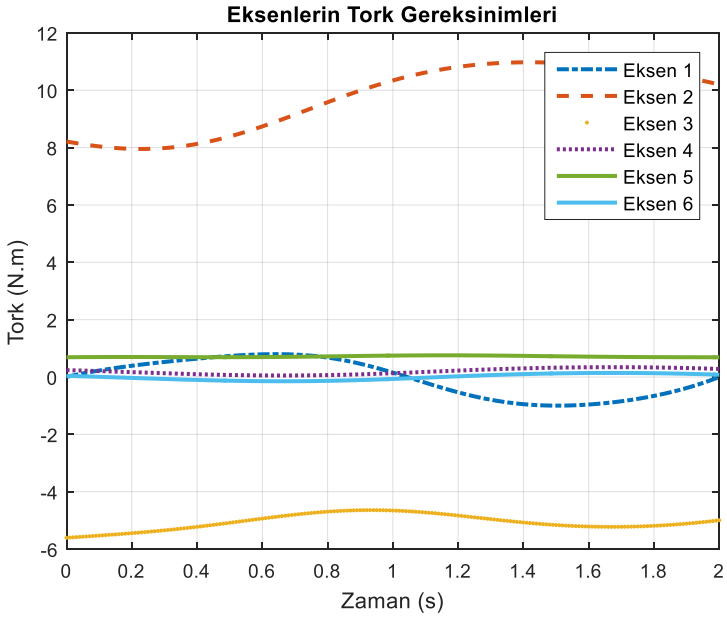
3.3 Dinamik Analiz ve Eklem Torklarının Belirlenmesi

Bir robot kolunun dinamiği, robot kolunun kendi hareketinden dolayı oluşan eşitliklerin matematiksel olarak ifade edilmesidir. Başka bir deyişle, bir robot kolunun hareketinden üretilen dinamik eşitlikler, robot kolunun dinamik davranışını tanımlayan bir dizi matematiksel ifadeden oluşmaktadır. Dinamik analiz ise, eklemlere tahrik elemanları tarafından uygulanan moment veya kuvvet büyüklükleri ile robot kolunun zamana göre konumu, hızı ve ivmesi arasındaki ilişkilerin incelenmesi olarak tanımlanabilir. [7] Dinamik analiz genellikle Newton-Euler veya Lagrange-Euler yöntemlerinden yararlanılarak bulunur. Düşük eklem sayılı robotların dinamiğinin el ile çıkarılması mümkün iken eklem sayısı arttıkça denklem çözümleri daha karmaşık ve çözülemez hale gelir. Bundan dolayı geliştirilen yazılımlar yardımıyla dinamik denklemleri elde etmek mümkün kılınmıştır. Bu uygulamada dinamik analiz; tasarım aşamasında her bir ekleme bağlı olan DC motorların tork değerlerinin tespit edilmesinde kullanılmıştır. MATLAB – SİMULİNK içerisinde bulunan SimMechanics eklentisi yardımıyla SolidWorks üzerinden çizilen robot tasarımının atalet, kütle, eklem uzunlukları değerleri alınmış, sanal ortamda sistem simülasyonu yapılarak alınan sonuçlara göre her bir eklem için motor seçimleri yapılmıştır.

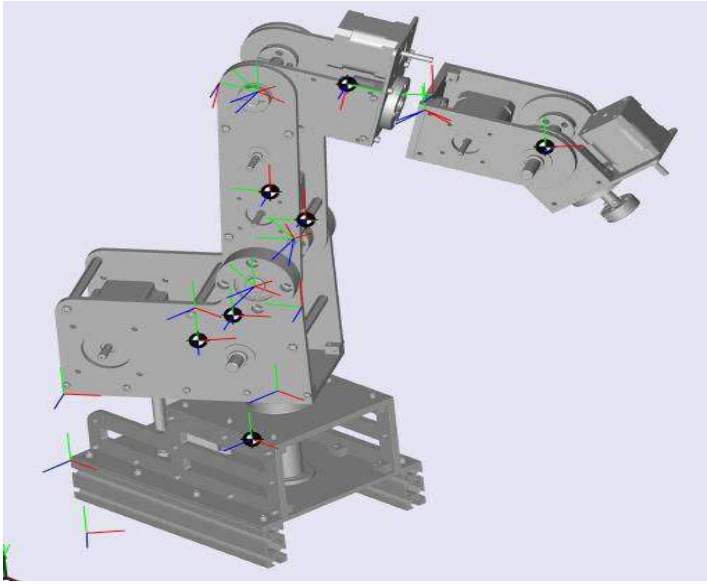


Şekil 13 SolidWorks'te oluşturulan modelin SimMechanics modeli

Buna göre tüm eklem açılarına mümkün referans konumları verilerek sistemin hareketi sağlanmış ve her bir andaki tork değerleri kaydedilerek seçilecek olan motorların tork değerlerinin belirlenmesi, ölçülen tork değerine ulaşılması için kullanılması gereken kasnak oranlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Bulunan tork değerleri bir emniyet katsayısı ile çarpılarak (1.5) hesaplanmayan hatalardan kaynaklı sorunların çözülmesi öngörülmüştür.



Şekil 14 SimMechanics ileri dinamik tork değerleri



Şekil 15 SimMechanics ile sistem simülasyonunun yapılması

Yapılan simülasyonlar sonrasında motor seçimi için gerekli olan eksenlerin maksimum tork değerleri ve robot kolun çalışma uzayı aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Robot kolun çalışma uzayı belirlenirken mekanik yapıdan kaynaklı eksen sınırlamaları getirilmiştir. Mekanik yapının zarar görmemesi için oluşturulmuş olan bu sınırlamalar kablolama ve mekanik yapıdaki revizyonlar ile değiştirilebilir.

Tablo 4 Robot kol için belirlenen çalışma uzayı ve eksenlerin tork gereksinimleri

Eklem No	Minimum Açı (Derece)	Maksimum Açı (Derece)	Maksimum Tork (N.m)
1	0	+120	0.9982
2	0	+110	10.9732
3	0	+100	5.6052
4	-90	+120	0.342
5	-80	+60	0.7563
6	-180	+180	0.1578

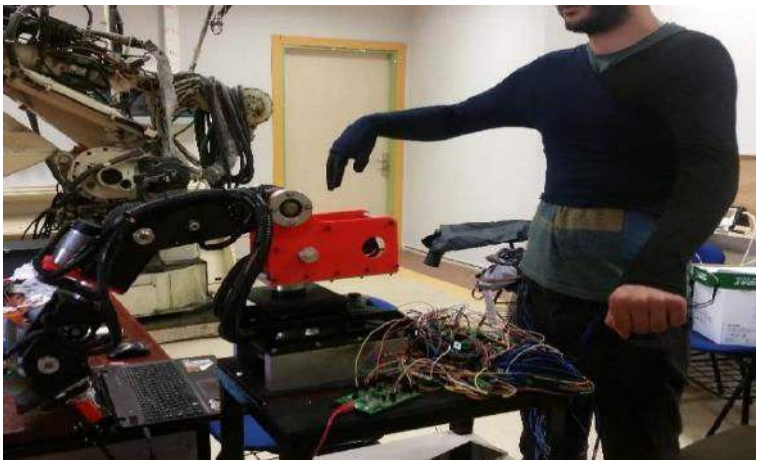
4 KONTROL

Sistemin kontrolü temelde manuel ve otomatik olarak iki ayrı modda çalıştırılmaktadır. Manuel modda; hesaplanan ileri ve ters kinematik denklemleri kullanarak istenen konuma robot uç işlevcisinin ulaşması sağlanırken; otomatik modda giyilebilir kontrol ünitesi ile insan kolundan alınan açı bilgilerine göre robotun gerçek zamanlı kontrolü sağlanmıştır.

4.1 Kontrol Ünitesi Tasarımı

Kontrol ünitesinin tasarımında, başlıca hedeflerden biri çoklu kullanıcı uyumu olmuştur. Birden fazla kullanıcı tarafından kontrolün sağlanabilmesi için giyilebilir bir kontrol ünitesi tasarlandı. Ünitenin çoklu kullanıcı uyumu likra cins kumaş ile sağlanmıştır. İnsan kolunu saracak bir biçimde lastikli yapıya sahip kumaş, kolay giyilip çıkarılması yönünden kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. İnsan kolunun taklit edilebilmesi için tasarımda kullanılan esnek sensörlerin cilt ile temasını önlemek amacıyla da prototip iki katlı olarak tasarlanmıştır. Sensörler iki kumaş arasına yerleştirildikten sonra eklem noktalarında sabitlenmiştir. Böylece hatalı ölçümler ve eksen kaymalarının önüne geçilmiştir. İnsan kolunun hareket kabiliyetlerini tam olarak yansıtabilmek amacıyla robot kolun birinci eklem dönüşü üçüncü eklemdeki ilk bilek hareketi ikinci bir kontrol ünitesi tarafından sağlanmıştır. Sağ ve sol olmak üzere iki kontrol mekanizması bulunan tasarımda farklılık olarak birinci ünitenin tutucu kontrol eklentisi olarak eldiven kullanılmıştır.

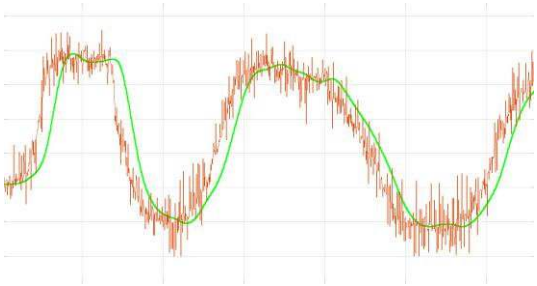
Şekil 16 Tasarım ünitesi genel görünüşü



Şekil 17 Kol ünitesi ile robot kolun kontrol edilmesi

4.2 Esnek Sensörler

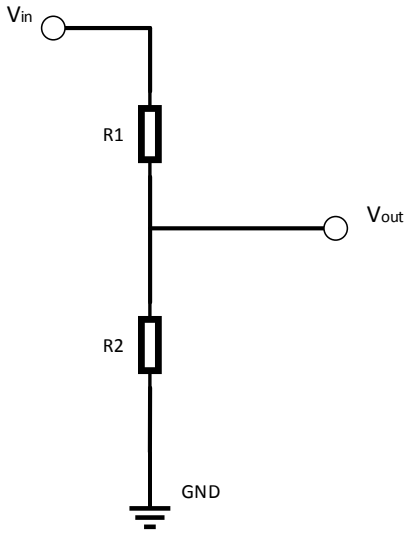
Esnek sensörler bir çeşit değişken dirençlerdir. Bu dirençler, değişken analog gerilim bölücü olarak çalışmaktadırlar. Esnek sensörün içinde ince esnek alt katmana sahip karbon dirençli elementler bulunur. Alt tabaka büküldüğünde sensör bükülme yarıçapına göre direnç çıkışı üretir. Esnek sensör, ince bir esnek alt tabakada mükemmel bir form faktörü elde eder. Yüzey büküldüğünde, sensör büküm yarıçapıyla ilişkili bir direnç çıktısı üretir. Kontrol ünitesindeki her bir esnek sensörün çıkışından alınan gerilim değerleri mikroişlemcide ADC girişinde istenilen açı değerlerine dönüştürülmek üzere işleme tabi tutulmuştur. Esnek sensörlerin analog direnç değerleri üretmesinden kaynaklı çıktılarda oluşan gürültüleri azaltmak için dijital filtreler tasarlanıp açı değerleri daha stabilleştirilmiştir. Şekil 12'de görüldüğü üzere filtre çıkışlarında milisaniye değerlerinde gecikmeler meydana gelmektedir. Bu gecikmeler filtre tasarımının en iyi şekilde yapılmasıyla minimum düzeye indirgenmiştir.



Şekil 18 Sensör verisinin alçak geçiren filtreden çıkışı

4.3 Esnek Sensör Kalibrasyon Ayarı

Esnek sensörlerin direnç değerleri her bir sensör için aynı olmamaktadır. Bu nedenle kullanılacak olan sensörlerin bükülmemiş pozisyondaki ve tam bükülmüş pozisyonundaki direnç değerleri hesaplanmaktadır. (Şekil 13) Bu değerler hesaplandıktan sonra gerilim bölücü devresi ile sensörün çıkış gerilimi hesaplanmaktadır.



Şekil 19 Gerilim bölücü devre şeması

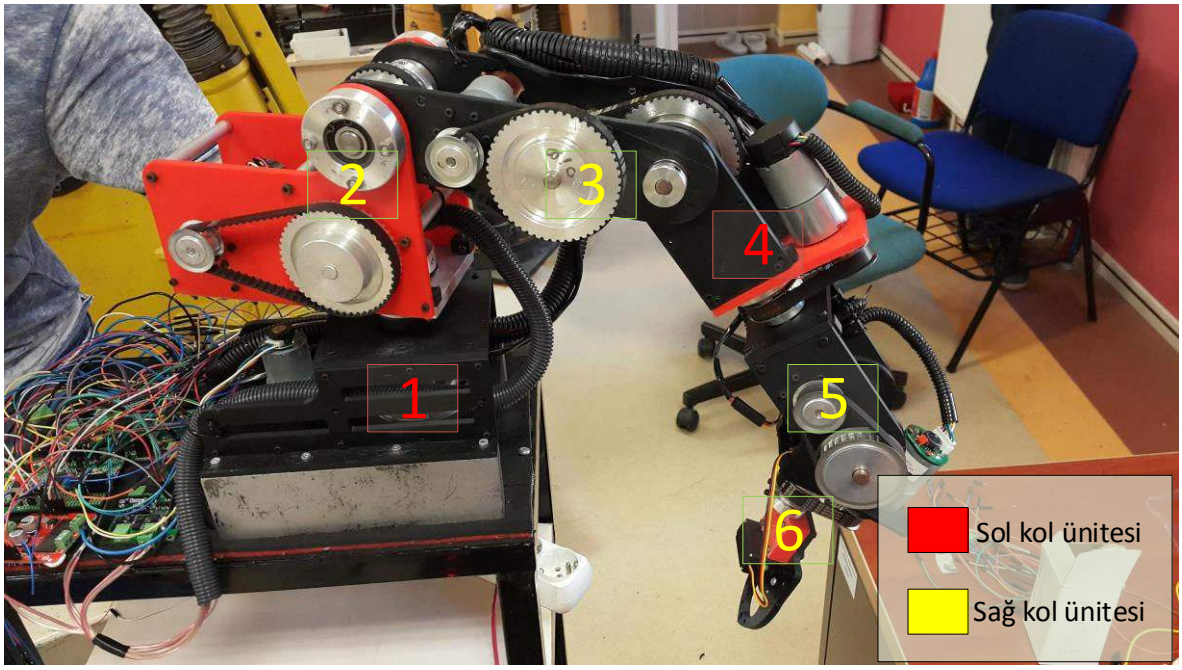
$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1+R_2} \tag{25}$$

Yukarıdaki şemada belirtilen R_1 direnci esnek sensörün direncini belirtmektedir. Dirençte artış meydana geldiğinde çıkış geriliminde düşüş yaşanmaktadır. Böylece çıkış gerilimindeki değişimden dolayı sensörün bükülmesi belirli bir voltaj aralığı sunmaktadır. Gerilim bölücü devresinde kullanılan 2 numaralı direnç sensörler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Gerilim bölücü devresi kullanılarak

belirlenmiş olan bu sabit değerli dirençler, sensörden alınan voltaj aralığının maksimum olması amacıyla seçilmektedir. Öncelikle sensörün minimum direnciyle, belirlenen sabit direnç değeri denklemde yerine koyularak çıkış gerilimi hesaplanır. Daha sonra maksimum direnç değeriyle aynı işlem yapılır ve çıkış gerilimleri arasındaki fark ölçülür. Bu işlem sabit direnç olan 2 numaralı direncin 10000Ω-50000Ω arasında değiştirilmesiyle her bir değer için test edilir. Maksimum voltaj aralığının elde edildiği durumda o direnç değeri 2 numaralı direnç için belirlenmiş olur. Esnek sensör kullanılırken çıkışında vereceği gerilim aralığı cinsinden elde edilmek istenen açı aralığı yukarıda belirtilen basit işlemler ile hesaplanmaktadır.

4.4 Kontrol Ünitesi Kullanımı

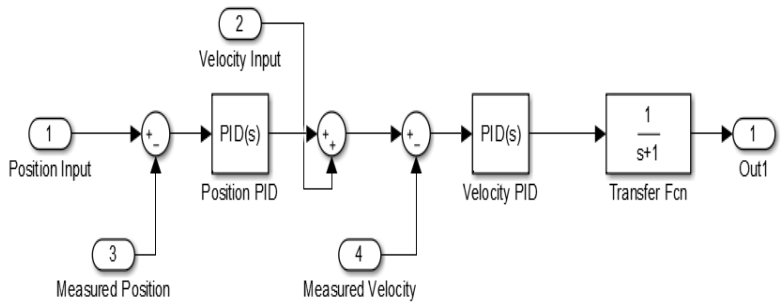
Kontrol ünitesi daha önce de belirtildiği gibi iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Tutucu kontrolünü sağlayan eldiven ile birlikte sağ kol ünitesi toplamda beş farklı noktada kontrol sağlamaktadır. Sol kol ünitesi birinci ve dördüncü eklem olmak üzere iki noktada kontrol sağlamaktadır. İnsan hareketlerinde benzerliği açısından birinci ünite tamamen insan kolunun yapısını taklit etmektedir. İkinci bir bilek algısı yaratılması amacıyla tasarlanan ikinci kol ünitesinde ayrıca robotun birinci eklem dönüşü sağlanmaktadır. Tutucunun kontrolü insan elinin yakalama hareketini baş ve işaret parmaklarının kapanmasıyla taklit etmektedir.



Şekil 20 Her iki kol ünitesi için kullanılan eksenlerin dağılımı

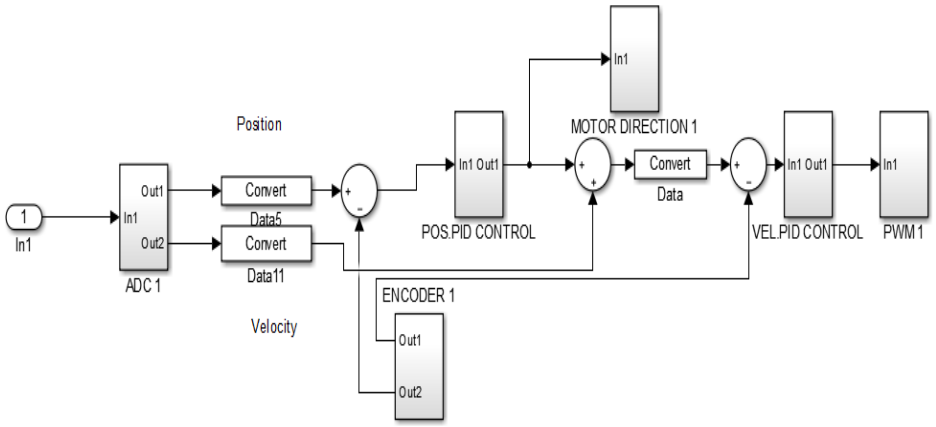
4.5 Gerçek Zamanlı Kontrol

Gerçeklenen sistemlerin kontrol edilmesinde günümüzde birçok yeni metot kullanılmasına karşın klasik kontrol metotlarından olan PID kontrol, halen geçerliliğini sürdüren basit yapıda bir kontrol algoritmasıdır. Kimyasal proses sistemlerinde PID kontrolün dışında birden çok bağımlı değişkenin eş zamanlı kontrolünden yola çıkarak "Cascade PID" (Kademeli PID) yapısı ortaya çıkmıştır. Genellikle sıcaklık-basınç kontrollü proses uygulamalarında kullanılan kademeli PID yapısı projede revize edilmiş, konum ve hız değişken girişleri için sisteme uygulanmış böylelikle farklı bir kontrol algoritması ile sistemin kontrolü sağlanmıştır. Buna göre kademeli PID'nin genel yapısı aşağıda verilmiştir;



Şekil 21 Kademeli PID kontrol çalışma diyagramı

Sistem kontrolünde hız, fiyat avantajı ve programlama kolaylığından dolayı STM32F4 kiti seçilmiş olup MATLAB/Simulink içerisinde bulunan "Waijung" kütüphanesi sayesinde bloklar kullanılarak programlama yapılmıştır.



Şekil 22 Örnek bir eklemin Waijung blok diyagramı

Ele alınan sisteme girişte kol ünitesinde bulunan esneklik sensörlerinden alınan değerler sisteme referans giriş olarak verilmiş olup konum ile hız arasındaki bağıntıyı elde etmek için belirli periyodlarda değişen konum kullanılmıştır. Enkoder aracılığıyla okunan konum değeri referans konum değerinden çıkartılarak oluşan hata PID bloğu ile giderilmiştir. Hız bileşeni iç döngü girişinden sisteme uygulanmış, hızda meydana gelen hatayı gidermek için PID bloğu kullanılmıştır. Daha sonra oluşan hata sinyali PWM sinyaline dönüştürülerek motorlara uygulanmıştır. Tamamen tanımlı parametrelere sahip motorların olduğu bir sistemde kullanılan PID katsayılarının belirlenmesi için "White Box" olarak bilinen analiz yaklaşımı kullanılmalıdır. Sistemde kullanılan motorların parametre değerleri bilinmediğinden dolayı sisteme "Black Box" yaklaşımı uygulanmış, sistemden deneysel veriler alınarak MATLAB içerisinde bulunan "System Identification" toolbox'ı yardımıyla motorların yaklaşık transfer fonksiyonları elde edilmiştir. Elde edilen transfer fonksiyonları Simulink üzerinde simule edilerek yaklaşık parametre değerleri hesaplanmış daha sonra ise deneysel yolla ayarlamalar yapılarak sistem cevabının optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Sensör verileri sisteme referans olarak uygulanırken insan eklemlerinin yapacağı açı değerleri belirli oranlarda ölçeklendirilerek robotun çalışma uzayının oluşturulması sağlanmıştır.

SONUÇ

Robot kol tasarımında kullanılan malzemenin hafifliği, robot kolun değişken yükler altında daha iyi sonuç vermesini sağlamıştır. PID kontrolör ile dengesiz yük dağılımına bağlı olarak her bir eklem açısındaki hata 0.2-0.7 derece arasında sınırlandırılmıştır. Kullanılan enkoderli DC motorların enkoder çözünürlüğü arttırıldıkça hata oranı sıfıra yakınsamaktadır. Kullanılan motor parametrelerinin bilinmesi ile daha etkin bir kontrol mümkün olabilir. DC motor kullanımı ve plastik malzemeler ile desteklenen ana gövde ile maliyet oldukça azaltılmıştır. Kol ünitesinde kullanılan likra kumaşın birçok

insan ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Kinematik ve dinamik analizler doğrultusunda hatasız sonuçlar elde etmemize dayanarak projenin eldeki imkanlar göz önüne alındığında ülkemizin mühendislik geleceğine ve çeşitli sektörlerdeki kullanım alanlarına bağlı olarak mühendisliğe ışık tutacağı öngörülmektedir. Robotun kontrol hassasiyeti; kullanılan malzeme kalitesi ve motor kalitesi ile daha çok artırılarak, mevcut durumda insanlar tarafından oluşturulan kimyevi karışımları, robot kollara yalnızca bir kez öğreterek; hedeflenen robot hareketini, insan kolunun hareketlerine oldukça benzer bir şekilde tekrarlanabilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

[1] Högfeldt, S. A., Söderman, D., *Human controlled robotic arm Improving usability with haptic feedback*, Bacherlor's Thesis in Mechatronics, Kth Royal Institute Of Technology School Of Industrial Engineering And Management, 2016

[2] A. Wang, J. Ramos, J. Mayo, W. Ubellacker, and S. Kim, "The HERMES Humanoid System: A Platform for Full-body Teleoperation with Balance Feedback", in Humanoid Robots, 2015 15th IEEE-RAS International Conference on. IEEE, 2015

[3] Craig,J,J., *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, USA., 1989

[4] Yang,A.T., ve Freudenstein,F., *Application of Dual-Number Quaternion Algebra to the Analysis of Spatial Mechanisms.* Tran. Asme,J. Appl. Mechanics, No:31, s: 300-308, 1987.

[5] Denavit,J., ve Hartenberg,R.S., *A kinematic Notation for Lower-Pair Mechanisms Basen on Matrices.* Asme J. Appl. Mechanics, s:215-221, 1955.

[6] Küçük, S., Bingül,Z., *The Inverse Kinematics Solutions of Fundamentals Robot Manipulators with Offset Wrist*, IEEE ICM/HIMA, Taipei, Taiwan, 2005.

[7] Bingül,Z.ve Küçük, S., *Robot Dinamiği ve Kontrolü. Birsen Yayınevi,* s:1, 2008

Understanding the Sectoral Innovation Trends in Turkey

Saadet Çetinkaya[1], Meltem Kıygı Çallı[2], H. Pınar İmer[3]

[1, 2, 3] Department of Business Administration, Kadir Has University,

Cibali Campus, 34083, Fatih, Istanbul

saadet.cetinkaya@khas.edu.tr, meltem.kiygicalli@khas.edu.tr, pinar.imer@khas.edu.tr

ABSTRACT

It is widely accepted that innovation is central to economic development; however, innovation is a complex phenomenon. It involves multiparty action; including business enterprises, governments, education system, international organizations, and end users. It is unclear whether firm, industry, national economy or something else is the ideal level of analysis to understand the links between innovation actions and outcomes. Current literature includes various levels of analysis. However, there is no overarching approach or theory to understand the big picture.

Another significant challenge in innovation research is the inadequacy of measures. For instance, in econometric models number of patents is frequently used as a proxy for innovation output. Similarly, R&D capital investment is frequently used at the firm, industrial or national levels as a proxy for innovation inputs. Both of these choices are problematic for multiple reasons. Further, innovation involves spillovers and the benefits of innovation can rarely be fully captured by the creator of the innovation.

Nevertheless, international organizations as well as governments dedicate considerable resources to measuring innovation activity. In this research, we explore secondary innovation data from Turkish industries. We examine the sectoral and overall innovation trends since 2004. While existing studies on innovation measurement do not sufficiently emphasize a distinction among inputs, throughputs and outputs; we aim to contribute to innovation literature by analyzing the activities in Turkey through this perspective.

Keywords: Innovation, innovation measurement, innovation outputs

1 INTRODUCTION

Innovation related activities have perhaps gained prominence with the pace of global economic development. It is conceptually and practically crucial for governments and public policy makers, international organizations, business enterprises, and end users. Economic actors need to comprehend and develop a valid measure for innovation, to act on it strategically and maximize their benefits. Innovation, however, presents itself as a complex phenomenon, with no overarching approach to understand its full impact. Consequently, researchers representing various parties such as governments, universities, or businesses, are pursuing alternative ways of measuring innovation without a complete appreciation of the construct.

Governments and policy makers around the world have increasingly recognized the significance of innovation and its link to economic development, and innovation has been an important part of their agenda since 1980s. The acknowledgement of the issue by international organizations such as OECD has led to the development of a coherent framework for understanding innovation, resulting in the publication of the first version of Oslo Manual in 1992 [1]. This document has become a reference for many studies. Other international organizations, governments and policy makers employ insights from the model as bases for their policies.

Governments can influence innovation activities through various means. They can take action to improve infrastructure such as transportation, energy, and telecommunications networks; invest in human resources development through education system improvements; support scientific research institutions; and, provide funding, rewards, and assistance for high technology industries and/or firms. Further, they can shape the legal and institutional framework within which the relevant parties interact, thereby facilitating or hindering innovation related activities.

For end users, innovation is useful to the extent that it broadens their options by increasing the number and improving the quality of products and services offered in the market. Innovation processes are also opportunities to voice customer demands and preferences, thus innovation becomes a means of increasing customer engagement providing a potential for increased customer satisfaction.

For business enterprises, innovation is a combination of invention and exploitation [2]. This definition involves invention as producing a new idea and putting the idea into action, exploitation as the processes for commercialization of the idea to yield benefits. Innovation can benefit the enterprise in various ways. It can add value to product/service offerings by increasing quality and fulfilling a broader range of customer needs. It can improve the profitability of the firm by reducing unit costs of production or delivery. It can also enhance the firm's responsiveness to the market by increasing flexibility as well as mitigate environmental damage [3].

Although innovation involves a complex system, with inputs, outputs, lags, and externalities encompassing many different players, central to innovation -in both theory and practice- is the business enterprise itself, as entrepreneurial profit-seeking is the main initiative behind innovation processes as well as economic dynamism in general [4]. Thus, research to understand innovation should focus on businesses – their relationship with the environment and the decisions they make. However, most of the studies on innovation lack detail and in-depth understanding, as well as a robust measure of the phenomenon. Acknowledging these concerns, we aim to take a holistic perspective to innovation processes in firms. As an initial step, we examine innovation data from Turkish industries. We aim to integrate different components of innovation process in business enterprises.

2 BACKGROUND

While innovation has been a popular topic of study among economists and other social scientists after C. Freeman's collaboration with OECD in 1960s to produce the first version of Frascati Manual [5], which is a formal international guide for the study of research and development activities, economists have mentioned inventions, use of machines in production, and art as a production factor since Adam Smith [6].

Influential economists such as J. Schumpeter [4] and F. Hayek [7] have emphasized the role of entrepreneurs in economic growth, and the role of innovation in producing profits for the entrepreneur. Schumpeter highlighted the various ways an entrepreneur can innovate, create and capture value. He focused on creative destruction as the driver of economic dynamism, and explained why this process must be continuous, resulting in new products, new methods, new profits, and new entrepreneurs. As new knowledge was being produced, old knowledge was accumulating, but at the same time some old knowledge was becoming obsolete. Hayek [7] focused on the search, experimentation and discovery process of entrepreneurs as they try to increase profits in a competitive market. He described the attainment of especially tacit knowledge – unquantifiable, unorganized knowledge of the market, the customer, the products, and the methods, on which entrepreneurial profit could be made.

Such approaches take entrepreneurial profit-seeking to the center of innovation. Schumpeter's definition of innovation involves improvement of the productive process, new and cheaper sources of supply, creation of a new good which more adequately satisfies needs, new markets in which an article has not yet been familiar and process of industrial reorganization [4].

In Frascati Manual it is stated that the original purpose behind the research initiative organized by OECD in the 1960s was to provide a standard and structure for national governments' statistical data collection on research activities in respective countries [5]. Thus, it can be said that alleviating public policy makers' concerns for effective use of national resources devoted to research and

development was the objective of OECD's efforts. Nevertheless, the business enterprise is at the core of the framework outlined in a later publication, the Oslo Manual [1]. Hence, their approach follows Schumpeter's description of innovation. OECD has been producing new and improved versions of such publications as Frascati Manual, Oslo Manual, and Canberra Manual [8].

Oslo Manual specifically focuses on guidelines for collecting and interpreting innovation data. National or regional governing bodies such as the European Union administration has followed the OECD lead to produce their official innovation measurement instruments [9, 10] Oslo Manual presents a multi-level model of innovation in the economy, however, measurement is conducted at the firm level. In this respect, it focuses on four types of innovations: product, process, organizational and marketing [1]. It can be said that, although this collection of research acknowledges the invention and commercialization phases, it concerns itself with origination rather than diffusion of innovation.

Despite a perhaps higher level theoretical understanding of innovation in the literature, moving from time-based process models to system models [11], and despite several decades of attempts to quantify innovation, methods of measuring innovation have changed very little [12]. The phenomenon is complex and inherently involves change; so researchers tend to summarize the full picture with key indicators.

Most studies in innovation economics reduce the construct to summary output measures such as number of patents or citations [13]. There are also various publications summarizing the construct by the revenue share of new products or value added by new products, e.g., Guan and Chen (2010) [14] and Cruz-Cázares et al. (2013) [15]. However, these indicators represent only a part of the picture, which captures only a portion of innovation outputs. Such measurements fail to distinguish between radical and incremental improvements in products and services. In addition to missing the quality-related part of innovation outputs, this approach also ignores the other parts of innovation process: inputs and throughputs. Some recent studies combine the traditional outputs with traditional inputs, using indicators such as research and development spending, e.g., Roper et al. (2017) [16].

Still, we believe the business enterprise as an integrated system composed of interdependent subsystems to be the critical subject of innovation. A more comprehensive representation of innovation in business enterprises would involve a combination of different inputs, throughputs and outputs [17]. At the firm level, inputs could include traditional measures such as R&D spending and investments in human resources training and development as well as less common measures such as collaboration with other organizations and internal integration capabilities. Throughputs could involve improvements in different types of organizational processes like product development, brand development, marketing research and high performance work systems. Outputs could include less visible indicators like cost savings, quality improvements and value added net of substitution effects.

It should be noted that, while there is considerable research on innovation with the business firm at the center and as the unit of analysis, there are also many studies with the country or national economy as the unit of analysis. There are prominent evaluations and indices at the country level that have been developed by international organizations such as the Global Competitiveness Report by World Economic Forum [18] and the Global Innovation Index by a research consortium led by Cornell University, INSEAD, and World Intellectual Property Organization (WIPO) [19] These studies are useful to understand national and international issues related to innovation, e.g., infrastructure, demographics, or regulatory environment.

We base this study on Turkish Statistical Institute's Innovation Survey [20], this approach in line with Oslo Manual [1] and subsequent innovation surveys. In this survey, main types of innovation are product, process, innovation and marketing. However, this approach includes throughputs and outputs more than inputs. Nevertheless, this is still the most comprehensive data available. In this context:

- *A product innovation is the introduction of a good or service that is new or significantly improved with respect to its characteristics of intended uses…The term 'product' is used to cover both goods and services.*
- *A process innovation is the implementation of a new or significantly improved production and delivery method.*

• *An organizational innovation is the implementation of a new organizational method in the firm's business practices, workplace organization or external relations.*

• *A marketing innovation is the implementation of a new marketing method involving significant changes in product design or packaging, product placement, product promotion or pricing [20].*

3 RESEARCH METHOD AND DATA

In this study, we analyze the sectoral and overall trends in innovation activities in Turkey since 2004. Secondary data is used which is provided by the Turkish Statistical Institute (TUIK). TUIK conducts a biennial survey called Community Innovation Survey (CIS), which is designed to obtain information on innovation activities within enterprises, as well as various aspects of the process such as the effects of innovation, sources of information used, costs etc. The CIS is based on the Oslo Manual [1] which gives methodological guidelines and defines the innovation concept.

This survey employs European Community's NACE Rev. 2 for statistical classification of economic activities [21]. Stratified random sampling is used by taking into account of the economic activities and enterprise size according to the number of employees. The size-classes used are:

•small enterprises: 10–49 people employed

•medium-sized enterprises: 50–249 people employed

•large enterprises: 250 or more people employed.

In this study, data covers the years between 2004 and 2016. Innovation data has been collected with on-line software. Authorized personnel of enterprises have filled out the questionnaire. This survey is designed to yield estimates at the country level. Weighting method is applied to obtain parameters from the data set resulting from sampling so as to represent the universe. These parameters include design weights, non-response adjustments and external distribution checks. In this study, unit of measurement is percentage.

4 FINDINGS

Figure 1 shows the time evolution of the percentage of innovative enterprises for the years 2004-2016. During the period 2014-2016, 61.5% of enterprises with 10 or more employees reported some form of innovation activity. It is 31.7% for 2004-2006 period. This figure indicates that the share of innovative enterprises has doubled in 10 years.

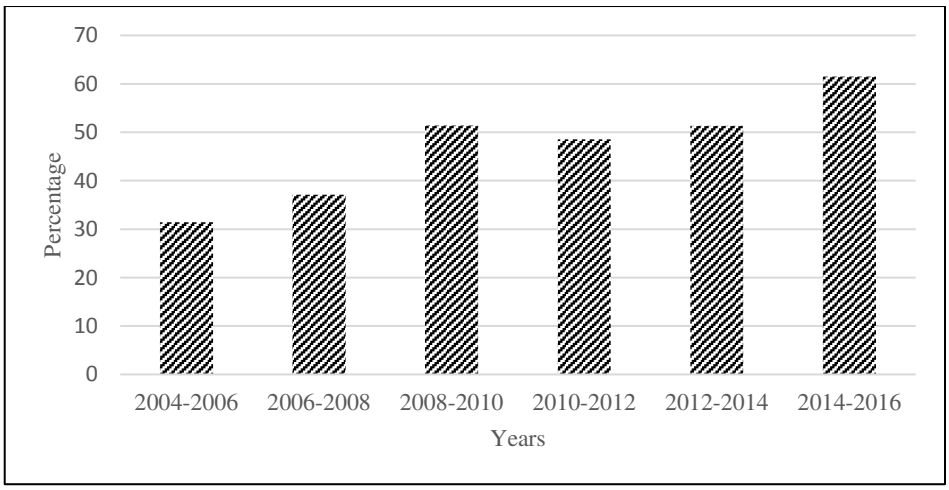


Figure 1 Proportion of Innovative Enterprises

Figure 2 demonstrates how the types of innovation activities vary between 2008 and 2016. In 2016, innovativeness reaches the highest numbers in all innovation categories. Between 2010 and 2012, the percentage of innovative enterprises that engage in product and/or process innovativeness decreases compared to the previous period. On the other hand, we do not observe the same pattern for innovative enterprises that engage in organization and/or marketing innovation. In this category, there is a decline in the following period 2012-2014. TUIK [20] reports 50.8% of enterprises engaging in

organizational and/or marketing innovation during 2014-2016. In this context, the proportion of organizational innovation is 34%, while it was 42% for marketing innovation.

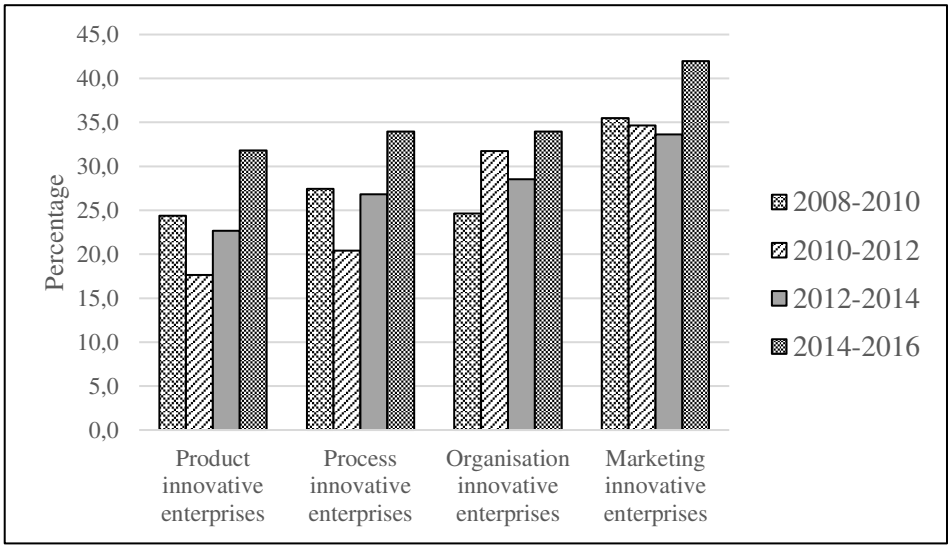


Figure 2 Types of Innovation Activities

Figure 3 shows how goods and service innovation activities' pattern has changed over the course of the survey. Service innovation activities are slightly increasing while goods innovation activities are slowly decreasing.

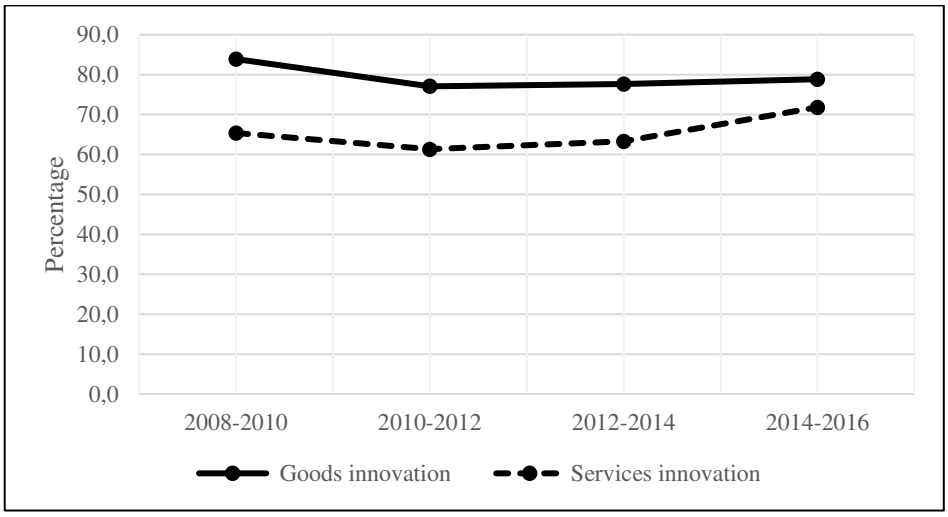


Figure 3 Product Innovative Enterprises

Figure 4 demonstrates proportions of three sub-categories of process innovative activities. This figure indicates that only logistics and distribution activities slightly increase. The proportion of the other categories decrease with a rate of approximately 8-10% throughout the survey period.

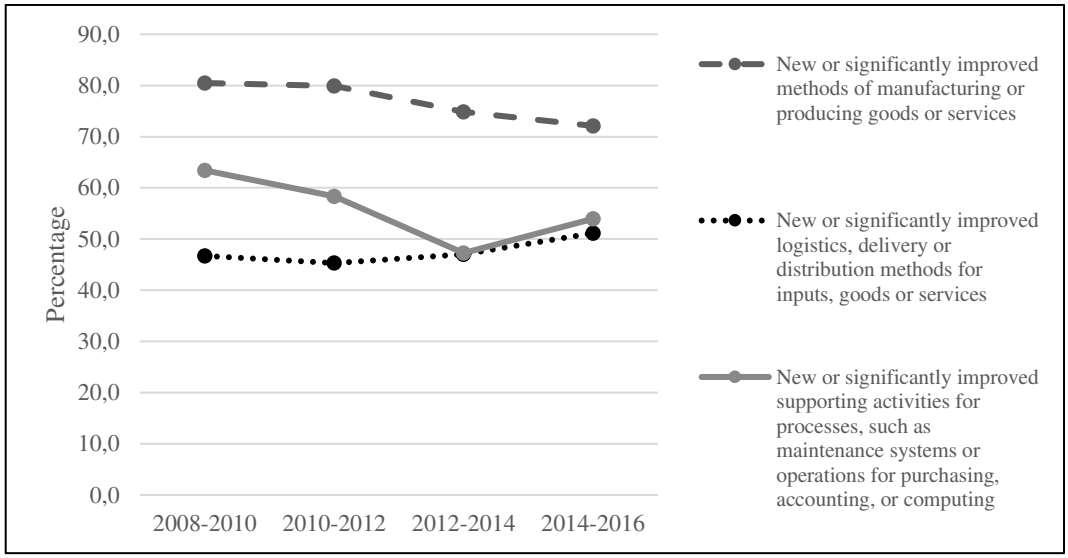


Figure 4 Process Innovative Enterprises

Proportions of three sub-categories of organizational innovative activities are shown in Figure 5. The predominant method of organizational innovation activity is organizing work responsibility and decision making. On the other hand, methods of organizing external relations with other firms and institutions are not preferred by surveyed enterprises.

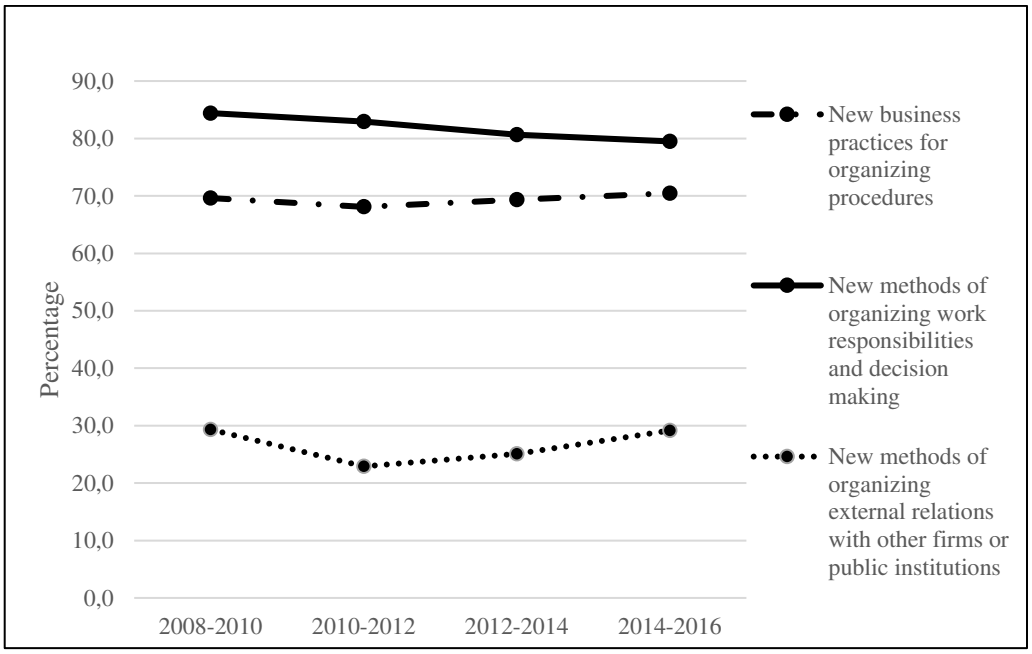


Figure 5 Organizational Innovative Enterprises

Figure 6 demonstrates four sub-categories of marketing innovation activities. In recent years, new methods of pricing strategy is mostly used to engage in marketing innovation. Even though, new media usage and digitalization on promotion strategies are very popular in recent years, it is not reflected on the graph. On the other hand, the predominance of new methods of pricing strategy might reflect the risk taking behavior of surveyed enterprises.

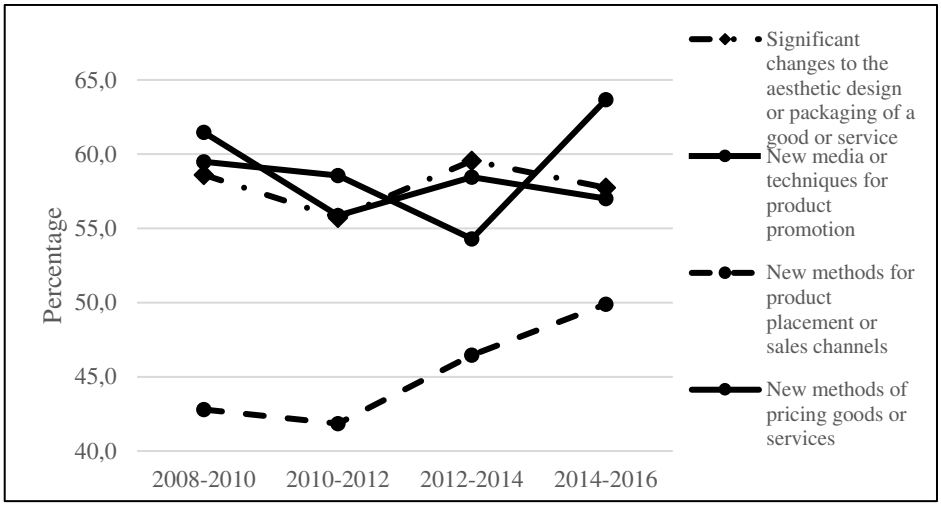


Figure 6 Marketing Innovative Enterprises

Figure 7 demonstrates the innovativeness in industrial and service companies. From the figure, we conclude that the percentage of innovativeness in industrial and service companies are almost equal in 2008-2010. On the other hand, the percentage of innovativeness in industrial companies has grown to almost 7% above the percentage of innovativeness in service companies by 2016.

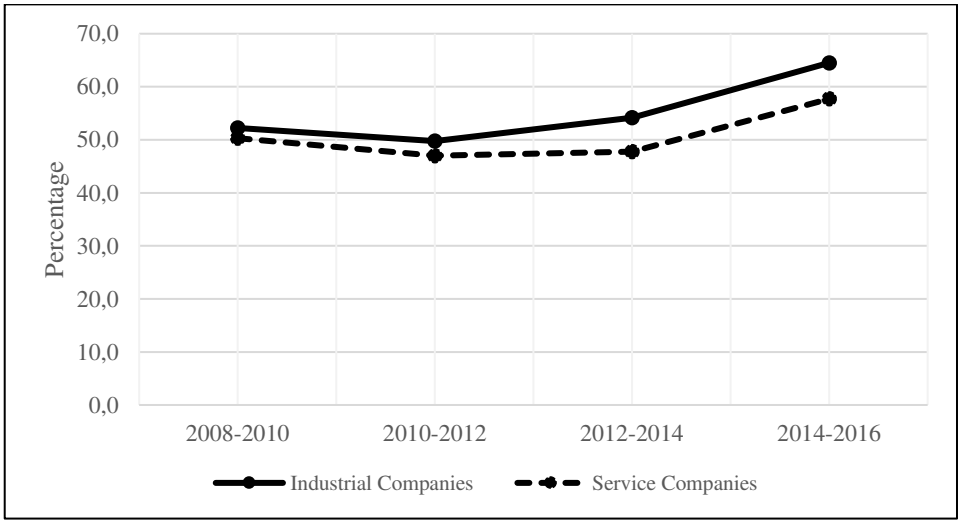


Figure 7 Innovativeness in Industrial and Service Companies

Figure 8 shows that percentage of innovativeness is increasing by the number of people employed in the companies. From the figure we conclude that this is true for all periods.

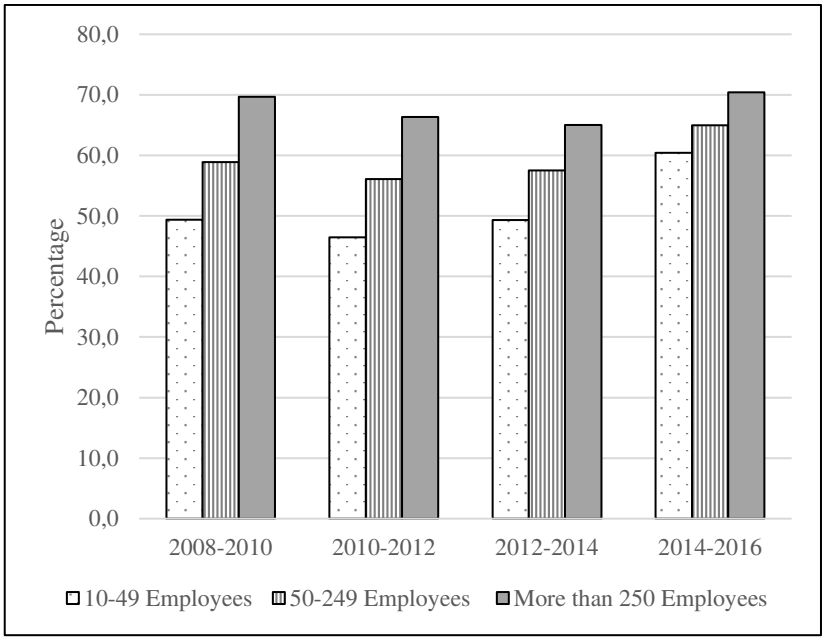


Figure 8 Innovativeness by Number of Employees

Figure 9 demonstrates proportion of inter-firm collaboration in goods, services and process innovation activities. This figure shows that collaboration with institutions for process innovation has the highest proportion in recent years. However, the proportion of collaboration with enterprises and institution is very low which can be a source of disadvantage in growing as an innovative enterprise.

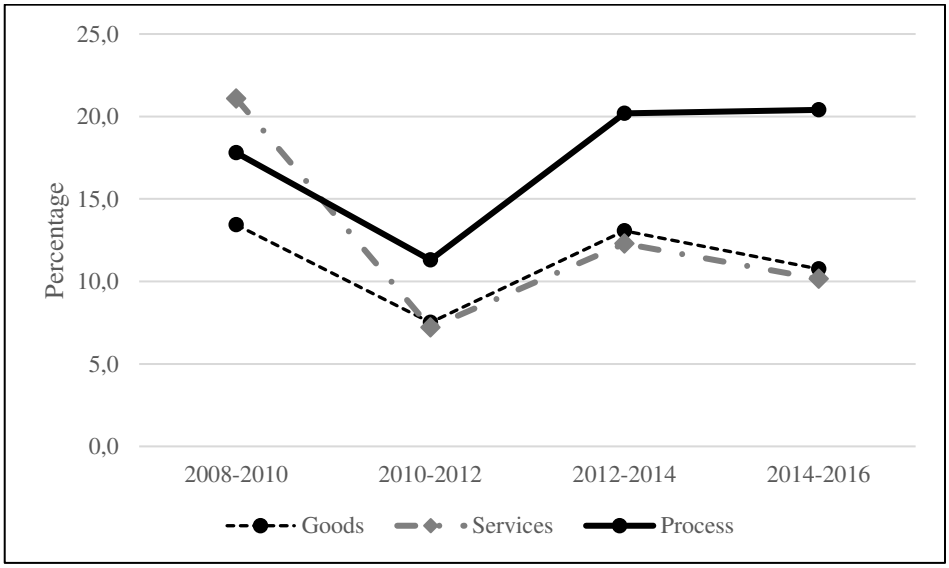


Figure 9 Collaboration with Enterprises or Institutions

5 DISCUSSION AND CONCLUSION

In this study, we aim to understand the big picture related to innovation in Turkey. Thus, first we look at the overall innovation trends of business enterprises comparing biannual periods. Second, we look at patterns for the four types of innovation: product/service, process, marketing, organizational. Next, we compare industrial and service sectors' trends. We also examine whether

there is a relation between organization size and innovation. Finally, we show collaboration levels of the companies according to innovation type.

In order to understand the innovation system in the society, it should be studied holistically. However, the literature lacks an integrated approach due to the involvement of different parties with their own perspectives of the concept. In that respect, the literature appears disorganized. In order to provide some structure for future studies, we explore the patterns in business enterprise data gathered by TUIK at the national level. This study can be an initial step in looking at innovation data in an integrative way.

Overall, our data indicates an upward trend in the proportion of firms with innovation activities since the beginning of the survey in 2004. However, the growth pattern is not consistent across different categories of innovation. Specifically, product and process innovation activities appear to move together. The proportions of firms engaged in these types of innovation increase throughout the survey period except 2010-2012 period. On the other hand, organizational innovation activity, while showing an overall upward trend, seems to decline in the 2012-2014. Marketing innovation activity in the beginning of the survey period, is higher than other categories, but it declines until 2014, after which it starts to move upward. By 2016, marketing activity is the most widespread form of innovation in Turkey, and product innovation is the least common among innovation categories.

For the survey period, within the product innovation category, while goods innovation activities are slowly decreasing (at an average rate of 0.64% per year), service innovation activities are steadily increasing (at an average rate of 0.80% per year), thereby closing the gap between the two. This may be due to firms' efforts to differentiate themselves from their competitors by creating value for customers through improved services.

Among the three business sub-processes in the process innovation category, only logistics and distribution activities increase, and only at a minor level. The other two categories, methods of manufacturing/producing goods/services and process support activities, decline at a higher rate than the increase in logistics and distribution. This is somewhat contradictory to the increasing trend in process innovation category in general.

Although the periodic levels of organizational innovation are higher than product and process innovation activities, the sub-category data shows a rather stable trend. Within this category, highest level of innovation occurs in methods of organizing work responsibility and decision making. Already at about 80% of businesses, this sub-category seems have saturated. This high level may be due to the possibility of organizational innovation being a prerequisite for other innovations. In contrast, methods of organizing external relations with other institutions are stable at a much lower level at around 30%.

When we look at marketing activities' sub-groups, we observe that innovative promotion (such as new media) and design/packaging activities move together throughout the survey period, and they appear relatively stable. This finding is surprising given the fast pace of change in digitalization. On the other hand, innovation in placement/sales channels rises over this period. Use of new methods of pricing, while declining until 2014, has risen since then. Despite the risks involved in pricing strategy changes, firms have recently preferred to engage in such practices rather than other marketing innovation activities.

When we compare industrial and service companies, we observe that the innovativeness patterns of industrial and service companies are similar; however, the innovation level of industrial companies is higher and is also increasing at a faster rate than service companies. Although, as mentioned above, service innovation activities are steadily increasing, this increase seems to come from improved services offered by industrial firms, rather than service firms themselves.

Comparing companies by size, indicated by number of employees, we can conclude that, although firms of all size show a positive trend in innovativeness, smaller firms have been catching up with innovation rates of larger firms throughout the survey period. This is likely because smaller firms are more flexible and responsive to demands of competitive environment.

In addition to traditional innovation categories, we also examined the presence of inter-firm collaboration. Overall, the level of collaboration with other firms is low, and it is getting lower in

goods, services, and process innovation. Among the countries ranked in an OECD study [22], Turkish businesses rank low in level of collaboration with universities or research institutions (19th out of 28 countries), suppliers or clients (20th out of 32 countries), and international businesses (23rd out of 28 countries). Low levels of collaboration can be a source of disadvantage, as innovation typically requires sharing specialized tacit knowledge in different areas.

These findings depict the overall innovation trends in Turkey. According to the most recent version of Global Competitiveness Index (GCI) [18] Turkey ranks 53rd among 137 countries. GCI is composed of three sub-indices and twelve pillars. Two pillars (Business Sophistication and Innovation) belong to the innovation and sophistication sub-index. Turkey ranks 66th in this sub-index, indicating a lower performance than the other sub-indices. Further, the trend is not improving. This underscores the seriousness of the topic for policy makers.

A call for systems perspective is in order. Turkey has some natural strengths such as a young dynamic population, ready to join the workforce or become entrepreneurs, intensity of local competition, and domestic market size [19]. However, as Oslo Manual framework and other studies suggest, innovation must be considered as a system and the relative disadvantage in innovation-related infrastructure must be overcome by policy makers rather than innovators. For example, some of the most problematic factors are inadequately educated workforce, inefficient government bureaucracy (cited in WEF's Executive Opinion Survey [18]), political stability and safety, gross capital formation rate, lack of microfinancing [19]. These challenges fall within the domain of national government.

For decision makers, whether policy maker or innovator, to take action, more sophisticated research is necessary. Future research has to involve more in-depth, focused approaches. First, significant room for improvement exists in sector-specific measures of innovation because industries vary highly in terms of competitive dynamics, with different key success factors and resources. For example, in their study of Spanish footwear industry, Alcaide-Marzal and Tortajada-Esparza [12] propose aesthetic innovation indicators, for traditional industries where firms do not regularly engage in technological innovation.

Second, most traditional statistics fail to take into account regional differences within a country, whereas knowledge transfer in regional clusters is a key source of innovation and development [16]. There is some recent research employing company location information based on zip codes or district identities, such as the Kosetsushi study in Japan [23]. Such approaches can be replicated and improved to identify, profile, and develop regional innovation clusters.

Third, MNEs (multinational enterprises) and SMEs (small and medium enterprises) typically have different resource endowments, and thus they innovate in different ways. Whereas MNEs can more easily establish global research networks, and formally collaborate with academic/research institutions, SMEs tend to make collaborations with other SMEs or local government agencies, sharing local and tacit knowledge.

REFERENCES

[1] OECD. 2005. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data.* 3rd ed. Paris: OECD Publishing.

[2] Roberts, R. 1998. Managing innovation: The pursuit of competitive advantage and the design of innovation intense environments. *Research Policy*, 27(2): 159-175.

[3] Leiponen, A. and Helfat, C.E. 2010. Innovation objectives, knowledge sources, and the benefits of breadth. *Strategic Management Journal* 31(2): 224-236.

[4] Schumpeter, J.A. 1983. *The Theory of Economic Development* (Originally published in 1934) New Jersey: Transaction Publishers.

[5] OECD. 2015. *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development.* Paris: OECD Publishing.

[6] Godin, B. 2015. *Innovation Contested: The Idea of Innovation over the Centuries*. New York: Routledge.

[7] Hayek, F.A. 2002. Competition as a discovery procedure. (Translated by M.S. Snow) *Quarterly Journal of Austrian Economics* 5(3): 9-23.

[8] OECD. 1995. *Manual of the Measurement of Human Resources Devoted to S&T: Canberra Manual*. Paris: OECD Publishing.

[9] Eurostat. 2018. *Community Innovation Survey*. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: http://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey

[10] Statistics Canada. 2018. Survey of Innovation and Business Strategy. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&SDDS=5171

[11] Godin, B. 2017. *Models of Innovation: The History of an Idea*. Cambridge: MIT Press.

[12] Alcaide-Marzal, J. and Tortajada-Esparza, E. 2007. Innovation assessment in traditional industries: A proposal of aesthetic innovation indicators. *Scientometrics* 72(1): 33–57.

[13] Chen, C., Chen, Y., Hsu, P.H. & Podolski, E.J. 2016. Be nice to your innovators: Employee treatment and corporate innovation performance. *Journal of Corporate Finance* 39: 78-98.

[14] Guan, J. and Chen, K. 2010. Measuring the innovation production process: A cross-region empirical study of China's high-tech innovations. *Technovation* 30(5-6): 348-358.

[15] Cruz-Cázares, C., Bayona-Sáez, C. & García-Marco, T. 2013. You can't manage right what you can't measure well: Technological innovation Efficiency. *Research Policy* 42: 1239-1250.

[16] Roper, S., Love, J.H. & Bonner, K. 2017. Firms' knowledge search and local knowledge externalities in innovation performance. *Research Policy* 46: 43–56.

[17] Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C., & Hoskens, M. 2017. The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? *Research Policy* 46(1): 30-42.

[18] World Economic Forum. 2018. The Global Competitiveness Report 2017–2018. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018

[19] Cornell University, INSEAD, and WIPO. 2017. The Global Innovation Index 2017. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: https://www.globalinnovationindex.org/

[20] Turkish Statistical Institute (TÜİK). 2017. Innovation Survey 2016. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: http://www.turkstat.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24864

[21] Eurostat. 2008. Statistical Classification of Economic Activities in the European Community. Retrieved April 18, 2018 from the World Wide Web: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF

[22] OECD. 2017. *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation*. Paris: OECD Publishing.

[23] Fukugawa, N. 2016. Knowledge creation and dissemination by Kosetsushi in sectoral innovation systems: insights from patent data. *Scientometrics*. 109: 2303–2327.

Is Relationship Re-Vitalization Possible with Effective E-WoM? The Role on the Re-Patronage Intentions of Switching Customers

Edin Güçlü Sözer[1]

[1]Faculty of Business and Administrative Sciences

Okan University

Tuzla Kampüsü 34959 Akfırat-Tuzla/İstanbul

edin.sozer@okan.edu.tr

ABSTRACT

Increased competition and demanding consumers are the two dynamics that cause challenging market conditions for the brands which target higher ranks among their peer groups. The critical success factor for brands in the contemporary markets is to develop and sustain long-term profitable relationships with customers and consequently to have a higher retention rate. Since there is no possibility of having hundred percent retention rate in practice, varying degrees of customer churn is inevitable.

On the other hand, acquisition of new customers is much harder and costly when we take into consideration the efforts made by competitive brands to retain their customers as well as the current communication clutter in the market. If brands can find out the marketing tools that contribute to re-vitalize their relationship with their ex-customers, re-vitalization of the old relationships may contribute to bottom line results of the company much more effectively than acquiring first time customers due to the lower resource allocation for the former.

In this perspective, this study targets to shed light to an unexplored are in the marketing literature by developing and testing a research model to (1) identify the factors contributing to the formation of an effective WoM in an e-commerce context, and (2) understand the role of effective electronic word-of-mouth (e-WoM), customer based brand equity, customer experience and brand switching intention on shaping the relationship re-vitalization intentions of ex-customers of an e-retailer brand.

Keywords: Electronic Word of Mouth (e-WoM), Customer Based Brand Equity, Customer Experience, Patronage Intentions, Brand Switching Intentions.

1 INTRODUCTION

During the last two decades, both increased competition and demanding consumers created difficult market conditions for the brands which target higher ranks in their markets. New dynamics of postmodern markets cause conventional communication channels to lose their effectiveness. Brands need alternative tools of communication and persuasion in order to reach and acquire their target consumer base. While the world experiences an investment recession on conventional media communication, investments to an alternative strategic tool - word of mouth marketing (WoM) - increased significantly (PQ Media WoM Report, 2008). Marketing professionals and agencies react to the new market conditions with the employment of WoM communication activities. As a process of personal influence, brands target to use WoM communication for creating positive word of mouth in favor of their products and services which in return is expected to create positive reaction of consumers and increase patronage intentions.

The rising penetration of internet usage as well as social media, led to the generation of a new type of WoM communication, which is called electronic word-of-mouth or e-WoM [1]. Litvin et al (2008) define e-WoM as "informal communication via the Internet addressed to consumers and related to the goods, services or the sellers" [2]. e-WoM is effective on spreading the information in internet environment much faster than the conventional WoM communication since it uses online platforms and eventually became one of the most influential sources in consumer markets [3].

Despite the fact that each year brands increase their investment on word of mouth communication in order to shape consumer behavior in favor of their brands and consequently to acquire new customers as well as retain existing ones, there is little academic research done on the subject [4]. Existing WoM literature includes studies which are mainly focused on its effect in the diffusion of new product and services [5-6-7] as well as generating factors [8-9] and outcomes [10-11-12]. Definitely, there is a need for focusing on the impact of word of mouth communication on the re-vitalization of relationship between the brand and its ex-customers which may result in the creation of an effective tool to be used for this purpose. Unfortunately, the lack of studies on the effects of word of mouth communication on the re-vitalization effect and the limited number of studies on the word of mouth communication, have resulted in a lack of well-constructed and empirically supported models of the word of mouth communication – customer relationship re-vitalization.

In this perspective, this study targets to shed light to an unexplored are in the marketing literature by developing and testing a research model to (1) identify the factors contributing to the formation of an effective WoM in an e-commerce context, and (2) understand the role of effective electronic word-of-mouth (e-WoM), customer based brand equity, customer experience and brand switching behavior on shaping the relationship re-vitalization intentions of ex-customers of an e-retailer brand.

In the following sections, WoM, customer-based brand equity, and customer experience literature has been reviewed, antecedents and consequences of WoM communication have been determined, research model and the associated hypothesis are explained in detail. The paper has been concluded with the explanation of research design and operationalization of variables.

2 WoM COMMUNICATION AND CONSUMER BEHAVIOR

Since the beginning of consumer markets, interactional processes play an important role in mediating individual behavior of consumers [13]. WoM communication, which is an important source of such interaction [14], can be defined as a person-to-person non-commercial exchange of conversations about a brand, product or service. WoM communication became the focus point of many researchers more than sixty years [6]. Studies conducted on the subject mainly focused on the consumer behavior outcomes of WoM as well as its antecedents.

Many researchers studied the outcomes of WoM communication from diffusion of innovations perspective and reported its positive effect on the adoption of innovations or new products / services [5-6-7]. WoM communication has been found to be an important factor also in shaping consumer attitudes toward a brand/product/service [15], in the purchase decision context [7-10-16] and in affecting both the perceived risk [17-18-19] and cognitive dissonance [11-12] associated with purchase decision.

Another stream of studies focused on the antecedents of WoM communication. The result of the consumer experience with the product or service has been studied as an important antecedent which initiates WoM communication and affects consumer behavior [8-9].

A last stream of research area was related with the factors which determine the effectiveness of WoM communication. Considering the e-commerce context, this stream of research can be analyzed in four distinct focuses namely personal, inter-personal, situational and argument quality factors. These factors individually or collectively enhance the influence of WoM on receiver [1-4].

The first group, personal factors, consists of characteristics of the WoM parties such as sender's perceived expertise, opinion leadership of the sender and expertise level of receiver. Several studies explored and reported the positive relationship between source expertise and WoM effectiveness [10-14-15-20]. On the other hand, several studies focused on the relationship between the expertise level of the receiver and the output of WoM communication [10-14]. Results were inconclusive for such relationship. The existence common interest points of receiver with WoM source have been reported as another factor which positively influences WoM effectiveness [21]. Similarly, the opinion leadership of the sender, as another important factor, has been also reported to be effective on WoM communication [11-22-23].

Some inter-personal factors play crucial role in the operation of WoM communication within a consumer network [4]. Inter-personal factors consist of the degree of social relationship level and similarity between WoM sender and receiver. Several studies focused on the influence of the degree of social relationship - namely tie strength - between the sender and receiver [10-24-25]. Another focus of the studies was on the effect of similarity or dissimilarity – namely homophily or heterophily - between sender and receiver in terms of social background, opinions and preferences in the operation of WoM communication in consumer networks [14-20].

The third group consists of situational factors which derive from the characteristics of the decision context. Such factors include the risk perception of the receiver and level of seeking for WoM communication. Many studies confirm the importance of risk perception of the receiver in the effectiveness of WoM communication. Findings show that when the case brings high functional, financial, social or psychological risks, WoM communication plays an important role in the decision making function [7-10-20]. Another situational factor is related with the WoM seeking level of receiver. Studies confirm that the effectiveness of WoM communication is higher when such communication is actively sought by the receiver [10-14].

The last group of factors, argument qualities, consists of message characteristics of e-WoM communication. This group of factors is related with the perception of customers about the quality of information he/she receives as a result of e-WoM communication [26]. Bhattacherjee and Sanford (2006) define the argument quality as "persuasive strength of arguments embedded in an informational message" [27]. Argument quality construct is composed of relevance of the message, timeliness level, accuracy level, and finally, comprehensiveness. Relevance of the information refers to the availability and being easily accessible [28]. Timeliness level concerns with the current and up-to-date [29]. Consumers' perception of the correctness of the information plays an important role in their evaluation of e-WoM communication. This is reflected with the Accuracy variable [30]. Consumers look for more detailed information which will facilitate their decision making on the issue [31]. Thus, comprehensiveness is another important factor which plays a role in the effectiveness of e-WoM communication.

Review of the existing literature clearly shows that there is a lack of studies which exclusively focus on the effects of e-WoM on relationship re-vitalization of ex-customer of an e-retailer brand and there are no any well-constructed and empirically supported models which explain the phenomena.

3 CONCEPTUAL FRAMEWORK AND HYPOTHESIS

This present study goes one step further from the focus of the existing literature and aims to explain the relationship between WoM communication and customer relationship re-vitalization of ex-customer as well as to identify the contributing factors to the WoM effectiveness.

The proposed model of the study is depicted in Figure 1.

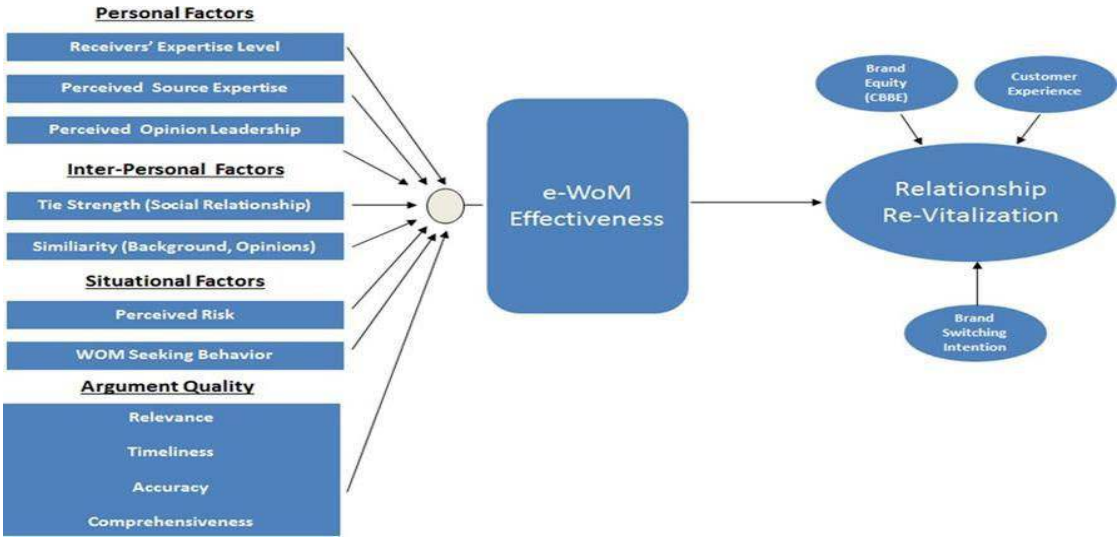


Figure 1 Research Model

3.1 Factors Contributing to the Effectiveness of WoM Communication

The proposed research model in this study includes four types of factors which are believed to have a positive relationship with the effectiveness of WoM communication.

The first group of factors, namely personal factors, includes receivers' his/her own expertise level on the subject, perceptions of WoM receiver related to the expertise level and opinion leadership of the WoM source.

Previous research focused on the relationship between the expertise level of the receiver and the effectiveness of WoM communication. Results of the past research were inconclusive and no significant results have been found [10-14]. However, we believe that this relationship still needs further investigation. In this perspective, the following hypothesis is presented:

H1. Higher the expertise level of the receiver on the subject, the lower will be the effectiveness of the e-WoM communication.

Previous research reports the positive effect of source expertise on the effectiveness of WoM communication [10-14-15-20].

Based on the results of the existing literature, the following hypothesis is presented:

H2. Higher the perceived expertise degree of the source, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

The third one in personal factors is the perceived opinion leadership status of the source. Previous research in the WoM literature reports positive effect of opinion leadership perception on WoM effectiveness [11-22-23].

Thus, the following hypothesis is presented:

H3. Higher the perceived opinion leadership status of the source, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

The second group in the proposed model, inter-personal factors, consists of tie strength and homophily (similarity level) between source and receiver. Past research reports the positive effect of tie strength between source and receiver on the effectiveness of WoM communication [10-24-25].

In the light of the existing literature, the following hypothesis is presented:

H4. Higher the tie strength between the source and receiver, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

Homophily (similarity level) is the second element of the inter-personal factors group in the proposed model. Several studies reported the positive effect of social similarity between sender and receiver in terms of social background, opinions and preferences on the effectiveness of WoM communication [14-20].

In this perspective, the following hypothesis is depicted:

H5. Higher the homophily (similarity) between the source and receiver, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

The third group, namely situational factors, includes the risk perception of the receiver and level of seeking for WoM communication. Risk perception of the receiver is derived from the decision context and includes functional, financial, social or psychological risks. Past research confirms that there is a positive relationship between the risk perception and the effectiveness of the WoM communication [7-10-20].

In the light of the existing results the following hypothesis is presented:

H6. Higher the perceived risk of the receiver, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

WoM seeking behavior of the receiver is the last one in the situational factors group. Especially in cases where receiver does not have sufficient information to make a decision on the subject product

or service, WoM seeking level is increased. Past research confirms that there is a positive relationship between the level of WoM seeking and the effectiveness of the WoM communication [10-14].

Thus, the following hypothesis is presented:

H7. Higher the WoM seeking level of the receiver, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

The fourth group of factors, argument quality, is composed of four dimensions including relevancy, actuality, accuracy and comprehensiveness [61-62]. Previous research confirms that there is a positive relationship between the level of argument quality and the effectiveness of the WoM communication [61-62-63-64].

Thus, the following hypothesis is presented:

H8. Higher the argument quality perception of the receiver, the higher will be the effectiveness of WoM communication.

3.2 e-WoM Effectiveness and Relationship Re-Vitalization

Existing literature includes studies which focus on the relationship between the WoM communication and consumer behavior. WoM communication is reported as a tool used in the diffusion of new products or services which results in the increasing recognition and awareness of products or services [5-6-7]. Moreover, WoM communication is found to have an effect in the formation of consumer attitudes toward a brand/product/service (Bone, 1995) and finally in the initial purchase decision context [7-10-16]. In this perspective, findings of the existing studies confirm that there is a positive relationship between WoM communication and outcomes related to the overall perception of brands in consumer's mind.

Thus, the following hypothesis is presented:

H9. Effective e-WoM communication will have positive effect on the relationship re-vitalization intention of ex-customers.

3.3 Customer Based Brand Equity and Relationship Re-Vitalization

Three important factors -rapidly changing social and economic environment, more sophisticated and demanding consumer population and aggressive competition- of the postmodern markets, force managers to create strong brands in order to cope with these challenges. A strong brand means establishing a superior value in consumers' minds and being unique compared to competitors. As a result, consumers react in a more favorable way to the firm's marketing efforts [33]. Brand equity construct measures this unique brand position in consumer's mind. Brand equity comprises four sets of assets - brand awareness, associations linked to the brand, perceived quality, and brand loyalty [32]. The level and magnitude of these assets in consumer's mind determine the equity of the brand.

Brand awareness is defined as the ability of a potential buyer to recognize or recall that a brand is a member of a certain product category and creates value for a brand by taking the brand into consideration list of consumer, by being an anchor to which other associations can be attached and by being signal of consumer commitment [32]. Brand associations, are defined as "anything linked in memory to a brand" which create value for the brand by helping to process or retrieve information, by differentiating the brand, by providing reasons to buy and by creating positive attitudes [32]. When these associations come together in a meaningful way, they create the brand image, which is a part of brand knowledge, together with brand awareness [33]. In this perspective, brand awareness and brand associations are recognized as a combined dimension of brand equity.

Perceived quality, the third dimension of brand equity, influences consumer decision making and encourage them to purchase the brand in question rather than competitors' brands [34]. Finally, brand equity is dependent mostly on brand loyalty [35], where a large and loyal consumer base yields future cash flows, which in turn positively affect the value of the business.

Existing literature includes many studies which confirm the effect of brand equity on purchase intention of consumers [36-37-38]. In the light of the existing results the following hypothesis is presented:

H10. Higher the brand equity of e-retailer, the higher will be the re-vitalization intention of ex-customers.

3.4 Customer Experience and Relationship Re-Vitalization

Customer Experience, as a construct, is the perceptual result of consumers' interactions with the brand [39]. The interactions cover a wide range of dimensions including sensory, affective, cognitive, and physical as well as social [40-41]. Customer experience is defined as "a multidimensional construct focusing on a customer' cognitive, emotional, behavioral, sensorial and social responses to a firms' offerings during the customers' entire purchase journey" [40-42].

Customer experience is s strategic tool for brands to differentiate themselves from the competitors and create long-term profitable relationships with customers which lead to positive outcomes in different contexts [43-44-45]. Existing literature includes many studies confirming the positive effect of customer experience on patronage intentions and loyalty of consumers in retail [46], business to business services [44], and online platforms [47]. In the light of the existing results the following hypothesis is presented:

H11. Positive customer experience with their current e-retailer brand, will lead to lower levels of re-vitalization intention of ex-customers with the old brand.

3.5 Brand Switching Intention and Relationship Re-Vitalization

Brand switching intention is the propensity of consumers to leave their existing brand and switch to another brand. The main reason which triggers the intention to brand switching is the unsatisfaction of consumers with the current brand [48-49-50]. Thus, it is clear that when consumers have low levels of satisfaction with their existing brands, they may think to switch to another brand. In these circumstances, their ex-brand, can be also a good candidate to re-vitalize the relationship. In the light of the existing argument and supporting findings, the following hypothesis is presented:

H12. Higher brand switching intention of ex-customers towards their current brand, will cause to higher level of relationship re-vitalization intention of ex-customers towards their ex-brand.

4 MEASUREMENT OF VARIABLES

The research model includes factors affecting the effectiveness level of e-WoM communication, and as well as brand equity, customer experience, switching intention and e-WoM as the determinants of relationship re-vitalization intention of consumers.

4.1 Factors Contributing to the Effectiveness of e-WoM Communication

The items are based on previous research [43-51-52-53-54] and are modified somewhat to better fit the context of the study. Since all of the original measurement scales used is in English, statements are translated from English to Turkish and reworded again.

Although some of the statements are measured using 7-point or even 9- point Likert-type scales; all the items will be measured using 5- point Likert type scale. This will enable to receive more conclusive answers and is regarded as more appropriate for the conceptual and methodological requirements of the current study.

Perceived Expertise will be measured with a multi item, seven-point semantic differential scale. Although there are several versions [56] of the measure, Netemeyer and Bearden's (1992) five item scale is used in this study. The internal reliability measure of the scale is reported as 0.94 (cronbach alpha) by Netemeyer and Bearden (1992) [57].

Perceived Opinion Leadership will be measured by employing Reynolds and Darden's (1971) five-point Likert type opinion leadership scale [51]. Reported internal reliability for this scale is 0.79 (cronbach alpha). Although the original scale was aimed to measure one's own perception about him or herself as being an opinion leader, items are reworded in order to measure respondent's perception about another person's level of opinion leadership.

Tie Strength will be measured by several researchers, but in this particular study Frenzen and Davis's (1990) scale is used [52]. In their study tie strength is measured by 5 items resulting in

Cronbach's alpha of 0.93 representing internal reliability. All of the items regarding tie strength are measured using 7-point Likert-type scales.

Homophily (similarity level) consists of three dimensions which measure attitudinal, background based, and demographic similarities. For the purpose of the existing study background and attitude homophily (similarity level) will be measured. The items are borrowed from the original semantic differential scale developed by McCroskey, Richmond, and Daly (1975) [53].

Perceived Risk variable will be measured by employing two different scales which measure financial and performance risks associated with the product. Financial risk will be measured by borrowing the scale used by Grewal, Gotlieb, and Marmorstein (1994) which is the modified version of Shrimp and Bearden's (1982) original financial risk scale [43]. Bearden and Shrimp (1982) used a three-item, nine point scale. Grewal, Gotlieb, and Marmorstein (1994) added the last item to the original study by Bearden and Shrimp (1982) [43]. All versions of the scale are reported to be reliable ranging between 0.86 and 0.72.

Performance risk will be also measured by employing Grewal, Gotlieb, and Marmorstein's (1994) scale which is again the modified version of Bearden and Shrimp's (1982) original performance risk scale [43]. Developers of the scale used a four item nine point version of the scale, whereas the modified version used three items and seven point response format. All studies using different versions are reported to have cronbach alpha scores above 0.70.

WoM Seeking Behavior will be measured by employing the original information seeking scale of Reynolds and Darden (1971) which is composed of five point Likert type items. Originally, internal reliability score of this scale is reported as 0.73 (cronbach alpha) [51].

Receiver Expertise will be measured by employing Netemeyer and Bearden's (1992) five items semantic differential scale. Authors reported 0.94 (cronbach alpha) internal reliability score for this scale [57].

Argument quality will be measured by employing the scale used and validated by Larasati and Yasa (2017). Authors reported 0.875 (cronbach alpha) internal reliability score for this scale [65].

Effectiveness of e-WoM Communication will be measured by the single item Likert type scale which is developed by the authors for the purpose of this study.

4.2 Other Variables (Brand Equity, Customer Experience, Brand Switching Intention)

The brand equity variable will be measured by employing the multidimensional scale constructed and validated by Yoo and Donthu (2001) [58]. The scale is composed of statements aimed at measuring the three brand equity dimensions of brand awareness / associations, perceived quality and brand loyalty. Yoo & Donthu (2001) reported strong construct validity for this scale.

Customer Experience variable will be measured by employing the 12 item Likert scale developed and validated by Brakus et al. 2008 [59].

Brand Switching Intention will be measured by employing the 3 bipolar semantic scale adopted from the study of Bansal et al. (2005) [60].

5 RESEARCH DESIGN AND METHODOLOGY

Subjects of this research will be those ex-customers of 3 big e-retailers in Turkey. The total number of subjects is targeted to be 750. The study will consist of three stages.

In the first stage of the study, the first research instrument will be distributed to the subject group. Respondents will be asked to fill out this questionnaire which is composed of statements measuring customer-based brand equity scores, customer experience level and brand switching intention with their current e-retailer brand.

In the second section of the study, the second research instrument will be distributed to the subject group. The instrument of the second section will be composed of three parts. In the first part of the research instrument, respondents will be presented one paragraph long case where it is stated that they need to purchase a laptop and they have three different e-retailer brands (Current E-Retailer, Ex-

E-Retailer, and Independent E-Retailer). In the second part, respondents will be shown a sample social media web page which includes the evaluations and comments of different customers regarding the three e-retailer brands. Respondents will be asked to consider that this is their social media account and he/she sees the comments of his/her social network. The comments of respondents will be in favor of superior performance and service of the customers' ex-e-retailer brand. Finally, in the third part, respondents will be asked to fill out the questionnaire by taking into consideration the laptop purchase case and the customer comments on social media. Respondents will fill out the statements which targeted to identify the factors contributing to the effectiveness of the e-WoM communication.

In the third section of the study, the relationship re-vitalization intention of the respondents regarding their ex-e-retailer brand will be measured.

The research data will be collected by using survey including five-point Likert and semantic scales. The research model and corresponding hypotheses will be tested by Structural Equation Modeling (SEM) method. The analysis in this research study will be conducted in AMOS and SPSS statistics programs.

REFERENCES

[1] Yang, F. X. 2017. Effects of restaurant satisfaction and knowledge sharing motivation on eWOM intentions: the moderating role of technology acceptance factors. J. Hosp. Tour. Res. 41: 93–127.

[2] Litvin, S. W., Goldsmith, R. E., and Pan, B. 2008. Electronic word-of-mouth in hospitality and tourism management. Tourism Management 29: 458–468.

[3] Abubakar, A. M. and Ilkan, M. 2016. Impact of online WoM on destination trust and intention to travel: a medical tourism perspective. Journal of Destination Marketing Management 5: 192–201.

[4] Sweeney J.C., Soutar N. G. and Mazzarol T. 2008. Factors influencing word of mouth effectiveness: receiver perspectives. European Journal of Marketing 42 (3/4): 344-364

[5] Ryan, B. and Gross, N. 1943. The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities.

Rural Sociology 8 (1): 15-24.

[6] Brooks, R. C. 1957. Word-of-Mouth Advertising in Selling New Products. Journal of Marketing. 22: 154-161.

[7] Arndt, J. A. 1967. *Word of Mouth Advertising*. New York: Advertising Research Foundation.

[8] Charlett, D., Garland, R. and Marr, N. 1995. How damaging is negative word of mouth? *Marketing Bulletin* 6: 42-50.

[9] Brown, T.J., Barry, T.E., Dacin, P.A. and Gunst, R.F. 2005. Spreading the word: investigating antecedents of consumers' positive word-of-mouth intentions and behaviors in a retailing context. *Journal of the Academy of Marketing Science* 33(2): 123-38.

[10] Bansal, H.S. and Voyer, P.A. 2000. Word-of-mouth processes within a service purchase decision context. *Journal of Service Research* 3(2): 166-77.

[11] Engel, J.F. 1969. Word of Mouth Communication by the Innovator. *Journal of Marketing* 33: 15-19.

[12] Buttle, F.A. 1998. Word of mouth: understanding and managing referral marketing. *Journal of Strategic Marketing* 6: 241-254.

[13] Darden, W.R. and Reynolds, F.D. 1971. Shopping Orientation and Product Usage Rates. *Journal of Marketing Research* 8: 505-508.

[14] Gilly, M.C., Graham, J.L., Wolfinbarger, M.F. and Yale, L.J. 1998. A dyadic study of interpersonal information search. *Journal of the Academy of Marketing Science* 26(2): 83-100.

[15] Bone, P.F. 1995. Word-of-mouth effects on short-term and long-term product judgments. *Journal of Business Research* 32(3): 213-223.

[16] Sheth, J.N. 1971. Word-of-Mouth in Low-Risk Innovations. *Journal of Advertising Research* 11(3): 15-18.

[17] Roselius, T. 1971. Consumer rankings of risk reduction methods. *Journal of Marketing* 35: 56-61.

[18] Woodside, A.G. and Delozier, M.W. 1976. Effect of word of mouth advertising on consumer risk taking. *Journal of Advertising* 5(4): 12-19.

[19] Settle, R.B. and Alreck, P.L. 1989. Reducing buyers' sense of risk. *Marketing communications* 14(1): 34-40.

[20] von Wangenheim, F. and Bayo´n, T. 2004. The effect of word of mouth on service switching. *European Journal of Marketing*, 38(9/10): 1173-1185.

[21] Dichter, E. 1966. How word of mouth advertising works. *Harvard Business Review* 44(6): 147-160.

[22] Barak, B., Stern, B.B. and Gould, S.J. 1988. Ideal age concepts: an exploration in Advances in Consumer Research Volume 15, eds. Micheal J. Houston, Provo, UT : Association for Consumer Research, Pages: 146-15.

[23] Haywood, K. M. 1989. Managing word of mouth communications. *The Journal of Services Marketing* 3(2): 55-67.

[24] Granovetter, M. 1973. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78(6): 1360-80.

[25] Stafford, J. 1966. Effects of group influence on consumer brand preferences. *Journal of Marketing Research*, 3: 68-75.

[26] Negash, S., Ryan, T. and Igbaria, M., 2002. Quality and effectiveness in web-based customer support systems. *Information & Management* 40(8): 757-768.

[27] Bhattacherjee, A. and Sanford, C. 2006. Influence processes for information technology acceptance: an elaboration likelihood model. *MIS Quarterly*, 30(4): 805-25.

[28] Nah, F.F.-H. and Davis, S. 2002. HCI research issues in e-commerce. *Journal of Electronic Commerce Research*, 3(3): 98-113.

[29] Madu, C.N. and Madu, A.A. 2002. Dimensions of e-quality. *International Journal of Quality and Reliability Management* 19(3): 246-58.

[30] Wixom, B.H. and Todd, P.A. 2005. A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance. *Information Systems Research* 16(1): 85-102.

[31] Sullivan, C. 1999. Marketing the web in other media. *Editor & Publisher* 132(9): 30.

[32] Aaker D. 1991. *Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of a Brand Name*. The

Free Press, New York, NY.

[33] Keller K.L. 1993. Conceptualizing, Measuring, and Managing Customer-Based Brand

Equity', *Journal of Marketing*, 57: 1-22.

[34] Yasin, N. M., Noor, M. N., and Mohamad, O. 2007. Does image of country-of-origin matter to brand equity? *Journal of Product and Brand Management* 16(1): 38-48.

[35] Aaker, D. 1996. Measuring Brand Equity Across Products and Markets. *California*

Management Review 38(3): 102-121.

[36] Ashill, N. J. and Sinha, A. 2004. An Exploratory Study into the Impact of Components of

Brand Equity and Country of Origin Effects on Purchase Intention. *Journal of Asia - Pacific*

Business 5(3): 27.

[37] Chang, H. H. and Liu, Y. M. 2009. The Impact of Brand Equity on Brand Preference and

Purchase Intentions in the Service Industries. *The Service Industries Journal* 29(12): 1687.

[38] Jalilvand, M, R., Samiei, N., Mahdavinia, S, H., 2011. The effect of brand equity

components on purchase intention. *International business and management* 2(2): 149-158.

[39] De Keyser, A., Lemon, K.N., Keiningham, T. & Klaus, P. 2015. A Framework for Understanding and Managing the Customer Experience. MSI Working Paper No. 15-121. Cambridge, MA: Marketing Science Institute

[40] Verhoef, P. C., Lemon, K.N., Parasuraman, A, Roggeveen, A., M. Tsiros, and Schlesinger. L. A. 2009. Customer Experience Creation: Determinants, Dynamics and Management Strategies. *Journal of Retailing* 85 (1): 31–41.

[41] Schmitt, Bernd H. 1999. *Experiential Marketing*. New York: The Free Press.

[42] Lemon, K.N. & Verhoef, P. C. 2016. Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey. *Journal of Marketing* 80(Nov): 69-96.

[43] Grewal, D., Levy, M. & Kumar, V. 2009. Customer Experience Management in Retailing: An Organizing Framework. Journal of Retailing. 85 (1): 1–14.

[44] Biedenbach, G. & Marell, A. 2010. The impact of customer experience on brand equity in a business-to-business services setting. *Journal of Brand Management* 17(6): 446-458.

[45] Rose, S. Moria, C, Samouel, P., Hair, N. 2012. Online Customer Experience in e-Retailing: An empirical model of Antecedents and Outcomes. *Journal of Retailing* 88(2): 308-322.

[46] Şahin, A., Zehir, C. & Kitapçı, H. 2011. The effects of brand experience, trust, and satisfaction on building brand loyalty. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 24 (2011): 1288-1301.

[47] Khalifa, M. & Liu, V. 2007. Online consumer retention: Contingent effects of online shopping habit and online shopping experience. *European Journal of Information Systems* 16: 780-792.

[48] Michalski, S. 2004. Types of customer relationship ending processes. *Journal of Marketing*

Management, 20(9/10): 977-999.

[49] Kanwal, A. & Lodhi, S. 2015. Relationship between Brand Switching Behaviour & Customer Satisfaction: A Case of Cosmetic Industry of Karachi. *The International Journal Of Business & Management*, 3(11): 49-56.

[50] Keaveney, S.M. 1995. Customer switching behavior in service industries: an exploratory

Study. *Journal of Marketing*, 59(2): 71-82.

[51] Darden W.R. and Reynolds F.D. (1971). The Multidimensionality of Fashion Innovation, in SV - Proceedings of the Second Annual Conference of the Association for Consumer Research, eds. David M. Gardner, College Park, MD : *Association for Consumer Research* :452-458.

[52] Frenzen J.K. and Davis H.L. 1990. Purchasing Behavior in Embedded Markets. *Journal of Consumer Research*. 17: 1-13.

[53] McCroskey, J.C., Daly, J.A., Richmond, V.P., & Cox, B. 1975. The effects of communication apprehension on interpersonal attraction. *Human Communication Research*. 2 :51-65

[54] Bearden, W. O., & Shrimp, T. S. 1982. The Use of Extrinsic Cues to Facilitate Product Adoption. *Journal of Marketing Research* 19: 229-239.

[55] Dhruv, G., Gotlieb, J. and Marmorstein, H. 1994. The Moderating Effects of Message Framing and Source Credibility on the Price-Perceived Risk Relationship. *Journal of Consumer Research* 21 (June): 145-53.

[56] Tripp, C. Jensen, T. D. and Carlson, L. 1994. The effects of multiple product endorsements by celebrities on consumers' attitudes and intentions. *Journal of Consumer Research* 20 (4): 535-547.

[57] Netemeyer, R.G., and Bearden, W. O. 1992. A Comparative Analysis of Two Models of Behavioral Intention Formation. *Journal of the Academy of Marketing Science* 20 (Winter): 49-60.

[58] Yoo, B., Donthu, N. & Lee, S. 2000. An Examination of Selected Marketing Mix

Elements and Brand Equity. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 28(1): 2195-211.

[59] Brakus, J.J., Schmitt, B.H.H. and Zhang, S. 2008. Experiential attributes and consumer judgment. in Schmitt, B.H. and Rogers, D.L. (Eds.), *Handbook on Brand and Experience Management*, Cheltenham, UK, Edward Elgar, 2008: 174-187.

[60] Bansal, H.S., Taylor, S.F. and James, Y.S. 2005. Migrating to new service providers: toward a unifying framework of consumers' switching behaviour. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 33(1): 96-115.

[61] Cheung, C. M. K and Thadani, D. R. 2012. The Impact of Electronic Word of-Mouth Communication: A Literature Analysis And Integrative Model. *Decision Support Systems* 54(1): 461-470.

[62] Xu, Xi and Yao, Zhong. 2015. Understanding The Role Of Argument Quality In The Adoption Of Online Reviews: Empirical Study Integrating Value-Based Decision Anda Needs Theory. *Journal of system* 39(7): 885-902.

[63] Zhang, W. and Watts, S. 2008. Online communities as communities of practice: a case study. *Journal of Knowledge Management* 12(4): 55-71.

[64] Ferren, C. and Watts, S. 2008. Videoconferencing in the field: A heuristic processing model. *Management Science* 54(9): 1565-1578.

[65] Ayu Larasati, A. and Yasa, N.K. 2017. The Effects of Argument Quality and Sources Credibility on Ewom Credibility and Online Reviews Adoption International Journal of Management and Commerce Innovations 5(2): 892-898.

Beginning of a New Era in Logistics and Supply Chain: a Review of Innovative Automation Trends

Cheikh Ahmadou Bamba DIOP[1]

[1]Business Administration/ Ph.D. candidate/Istanbul University
DHL Supply Chain Turkiye, Mattel LLP
Ahmadou.Bamba@dhl.com / bambadiop.sn@gmail.com

ABSTRACT

In the globalized and constantly changing world we are living in, to get a competitive advantage, companies are always seeking effective ways and means to deliver to consumers the right goods or services at the right time and place. In the last decades, Supply Chain and Logistics have become very important to all kinds of business. Whether you are an SME or a multinational corporation, a well-organized and smooth distribution (warehousing, transport and delivery); a competitive Logistics and Supply Chain management are considered as key success factors. In this context, huge investments are being operated in the field of Supply Chain which is becoming more and more complex due to frequent change in customers' requirements. Thus, automation and robotics are today making their entrance to the field of Logistics and Supply Chain in order to solve these complexities and come up with solutions that will allow to better carry out day-to-day operational activities, from warehouse to customer delivery. In this paper, we made a review of the latest innovative automation trends in Logistics and Supply Chain that are leading to a revolution and giving rise to a new era in the field. We dealt with the advantages of automation but also discussed the drawbacks in general and specifically the potential threat it poses to the human workforce.

Keywords: Automation, Robotics, Supply Chain, Logistics, Innovation

1 INTRODUCTION

Mankind, through his existence, has always sought for means and methods to facilitate his daily life. From the discovery of fire, the birth of industrialization, the advent of the internet or the creation of smartphone, so many historical turning points took place. Among these turning points, we can cite the industrial revolutions that play a leading role in the tremendous evolutions and developments in the industrial sector. While the first industrial revolution (1765) was the starting point of mechanization thanks to water power and iron metallurgy, the second industrial revolution which began in 1870 led to the outset of mass production. This period, marked by new technological developments instigated the appearance of new sources of energy like electricity, gas and oil. Telephone, Telegraph and later at the beginning of the 20th century, automobile and plane will be created. In the second half of the 20th century (1969), a third industrial revolution took place with the birth of nuclear energy that outshined its predecessors. There will be a big advancement of electronics and this revolution resulted in an era of sophisticated automation in production due to foremost inventions like automatons and robots.

The first three industrial revolutions allowed in some way to either mechanize or automate production. The first industrial revolution makes use of steam and water power to mechanize the production whereas the second one which used electricity take the industry to the next level with mass production. The third industrial revolution laid the groundwork for automation in the full sense of the word because it brought about the use of electronics, Information Technology, and robotics to automate production.

Nowadays, we are witnessing the rise of fourth industrial revolution which is also called Industry 4.0. Instead of the being boosted by the discovery of new kind of energy, Industry 4.0 is the only industrial revolution whose genesis his Internet and digitalization. This digitalization allows the creation of a virtual world that can be used to pilot the physical world. This virtualization of the industry is made possible with the convergence and application of nine digital industrial technologies:

advanced robotics, additive manufacturing, augmented reality, simulation, horizontal/vertical integration, Industrial Internet, the cloud, cybersecurity and Big Data and Analytics.

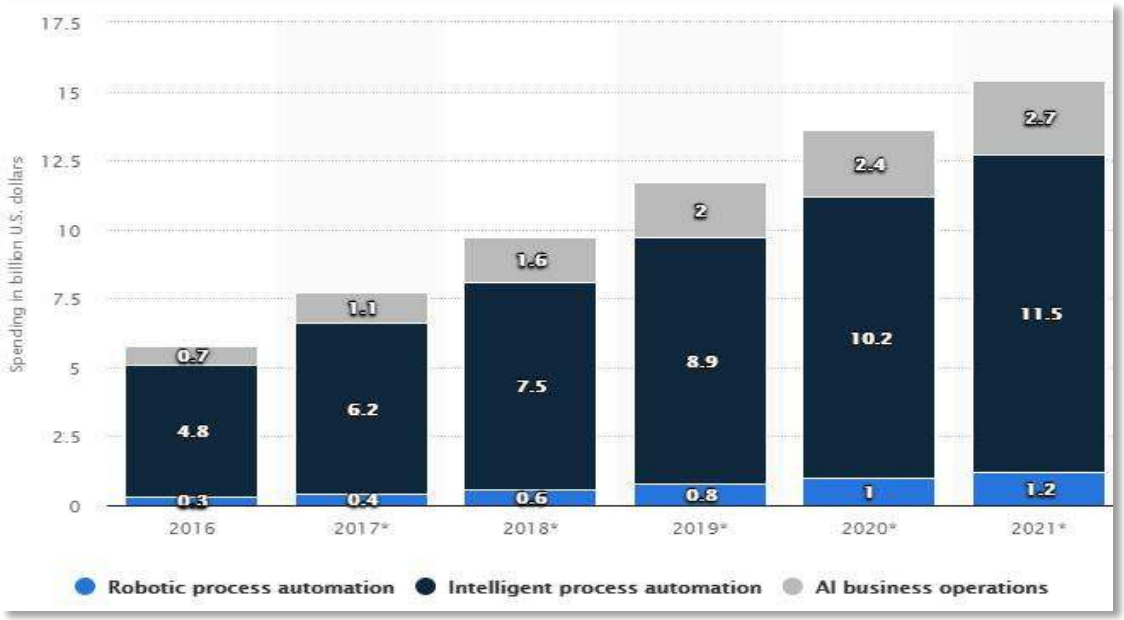
Like the previous industrial revolutions, industry 4.0 is leading to innovations and disruptive changes in all the sectors and day after day, automation and robotics are becoming indispensable in manufacturing and production. Naturally, Supply Chain in general and Logistics, in particular, are being deeply impacted by these changes. The intensification of use of automation and robotics in these fields can be considered as the commencement of a new era. Today, huge investments are being operated by Logistics companies to acquire innovative automation solutions which will help to better carry out daily operational activities. These automation tools would assist in reducing cost, increasing productivity, decreasing human-related mistakes and optimizing all Supply Chain processes, from warehousing to the delivery of goods or services to customers, including transportation.

The aim of this paper is to make a review of the latest innovative automation trends in the field of Supply Chain and Logistics. We are going to deal with the advantages of automation before tackling the negative impacts it generally has on humanity, mainly on human labor.

2 THE INVESTMENTS ON AUTOMATION AND ROBOTICS

The past three years have seen increasingly rapid advances in the field of automation and robotics. Year after year, the interest in these two fields is gradually increasing and companies or institutions from different business areas are investing tremendous amounts of money to acquire the most up-to-date automation solutions in manufacturing or production. As a return on investment, they are expecting to get a competitive advantage by reducing the cost of production, increase productivity and propose goods or services that meet relentlessly changing customer needs.

The figure below is showing the result of a research published by Statista (statistics web portal) on spendings on automation and artificial intelligence (AI) business operations in 2016. Moreover, a forecast on the investments in this area between 2017 and 2021 is proposed [1]. In 2016, 5.8 billion U.S Dollars have been spent globally on Robotics process automation, Intelligent process automation, and AI (Artificial Intelligence) business operations. Intelligent process automation (IPA) investments represent 4.8 billion, meaning 83% of total spendings. According to Mckinsey & Company, this focus on IPA is explained by the fact that it is considered as an essential component of firms' next-generation operating models. Experimentation with IPA by companies across industries has led to awesome results like Automation of 50 to 70% of tasks which generated 20 to 35% percent annual run-rate cost efficiencies, a reduction in a straight-through process time of 50 to 60% and return on investments most often in triple-digit percentages [2].



***Source**: Statista 2018*

Figure 1 Worldwide Spending on Automation

Worldwide automation spending is projected to total 9.7 billion U.S. dollars in 2018. That is to say an increase of 67% of 2016 spendings. In 2021, it is forecasted that the investments reach 15.4 billion U.S. dollars.

These figures demonstrate the place of choice automation has gained in the business world. Year after year the investments in automation are exponentially growing. Any company that wants to increase its productivity, get a competitive advantage and by the way becomes a leader in its field must think about spending on these revolutionary tools.

It is obvious that Supply Chain and Logistics, fields in which we have so many manual and repetitive tasks are being directly impacted by automation. If we have a look at the results of the survey conducted by Kenco Innovation Lab (3PL provider) on the Supply Chain trends companies are currently or planning to invest in, we notice that the top three areas of interest are: Supply Chain Visibility (83%), Robotics and Automation (58%) and Sensors/IoT (42%) [3]. Thus, we can say that automation has become very important in Supply Chain as it is the case in other fields. Nevertheless, many of the headline-making innovations – like drones (8%), augmented reality (8%) and driverless vehicles (14%) – ranked lowest on the list. This can be explained by the fact that these new trends are getting a lot of attention but Supply Chain executives are more concentrated on the new technologies and solutions like robotics and automation that can have incremental but impactful changes today in their Supply Chains. Whether in warehousing, transportation or delivery, processes and tasks are being automated, leading to the debut of a new era in the fields of Supply Chain and Logistics.

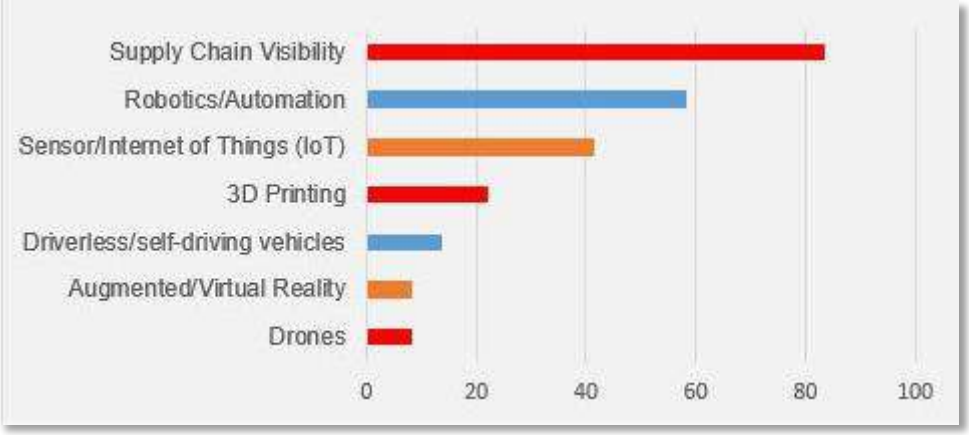


Figure 2 Investment on Supply Chain Trends (source: Statista 2018)

3 The Advent Of Advanced Automatıon In Logıstıcs And Supply Chaın: Review Of Trends

Logistic and Supply Chain are on the brink of a new wave of automation. Driven by rapid technological advancements, next-generation robots and automated solutions are entering the logistics workforce, supporting zero-defect processes and boosting productivity. Robots, in particular, will adopt collaborative roles in the supply chain, assisting workers with warehouse, transportation, and even last-mile delivery activities [4].

We are moving towards a world where automation is gathered together with technologies to handle the whole delivery process without or with limited human intervention. Customer will place an order, instantaneously details will be sent to 3D printers to proceed to the printing of the end products. Then, it's picked by robots from the shelves, packaged and placed into a self-driving truck. The trucks leave the facility, and drones are automatically dispatched from the truck to deliver products while moving. The truck never stops until arriving for reloading [5]. In the coming years, it is predicted that this surrealistic process will be adopted by most of Supply Chain companies.

The Maturity Curve below, realized by ARC Advisory Group for Hot Supply Chain Technologies, shows the maturity stages for the innovations that are making the headlines in Supply Chain and Logistics sectors. It appears that while Autonomous trucks are among the newest trends, Artificial Intelligence (AI), 3D Printing, SNEW data (social media, news, event, and weather data), Uberization of Freight and so on, are placed in the stage of improving technologies. The AMRs (Autonomous Mobile Robots), one of the main trends that will be reviewed in the article are entering

the phase of maturity [6]. The explanation is that since many years robotics are already being used in industries like automotive or for mass production. Today, it is the turn of Supply Chain to get the most out of these tools allowing run logistics operations with more accuracy, decrease the loss of time, increase effectiveness and the quality of service provided to customers and consumers.

We will deal with the main automation and robotics trends in Warehousing, transportation, and delivery of goods to end-customers.

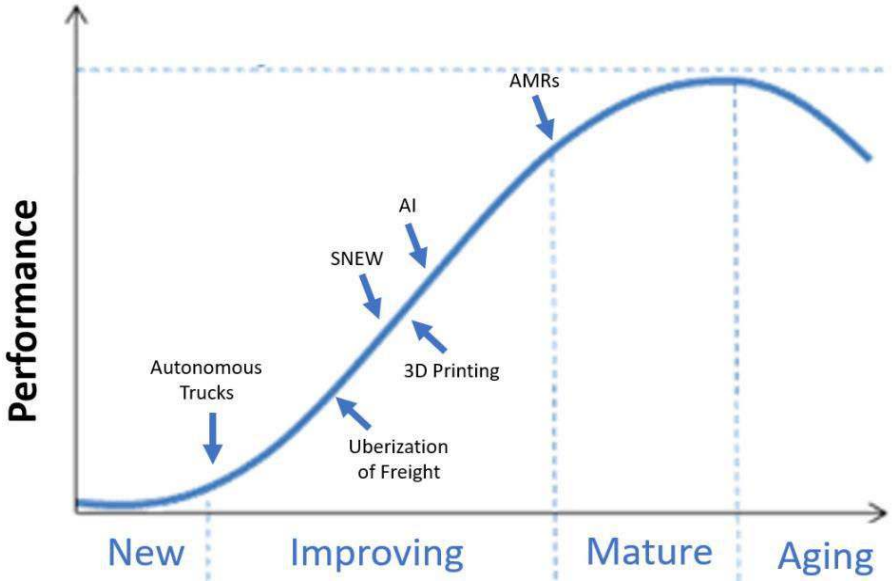


Figure 3 Maturity Curve for Hot Supply Chain Technologies (source: ARC Advisory Group)

3.1 The Emerging Trends in Warehouse Automation

During the last few years, automation has gained increasing importance and is considered as a mean of unlocking productivity in warehouses. A study realized by PRG shows that as of 2016, automated warehousing equipments were used by more than 10% of warehouses in the U.S. and this was enabling goods-to-man picking approach [7]. It is expected that over the next five year the trend will drastically accelerate, with research predicting the number of robots in warehouses growing 15 times by the end of 2021 to 620,0003 [8]. The drivers behind trend towards warehouse automation are:

- **Increasing Labor and Land Cost**, more space is needed now for warehouses that why the cost of lands keep on increasing and more qualified workforce must be hired. Warehouse renting rates increased by 28% between 2011 and 2015 [9].
- **More Frequent and Complex Orders**, end-customers now expect faster delivery, companies are likely to skip intermediary bulk buyers (e.g. distributors) and instead ship directly to end customers.
- **Higher End-Customer Expectation,** with the rise of e-commerce.

3.1.1 The Four Levels of Warehouse Automation

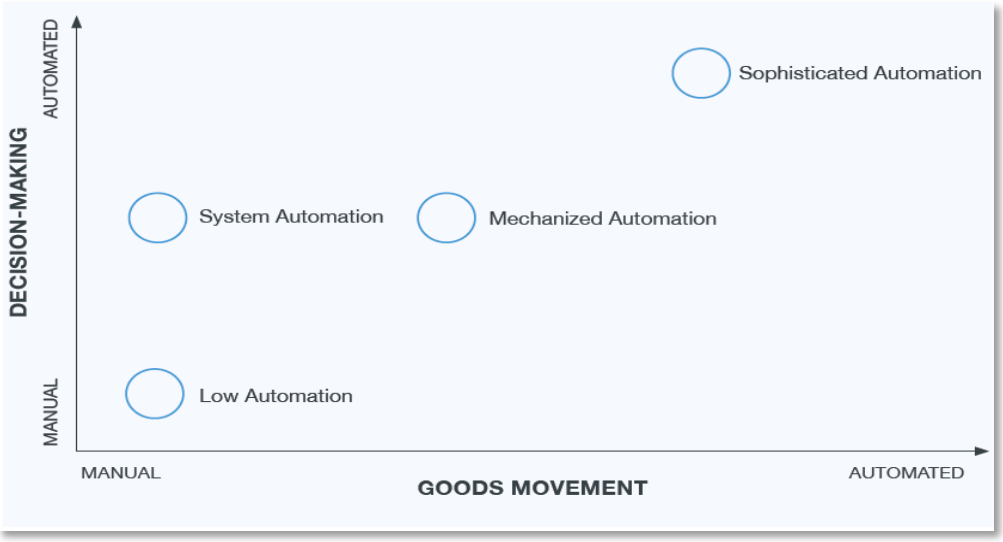
In warehouses, there are mainly two things that can be automated: the decision-making process and the goods-movement process. The first refers to the way a warehouse makes better decisions on the place to store, how to pick and how to optimize resources automatically. The second refers to how the various movements from Point A to Point B in the warehouse can be executed by machinery [10].

There are basically four levels of automation that can be encountered in warehouses, as shown in the figure below. The first one is **Low Automation** which refers to warehouses with elementary inventory recording system, accurate decisions are made by workers who need to travel long distances to put away and pick goods from shelves. **System Automation** refers to warehouses where decision-making is automated thanks to a Warehouse Management System (WMS) but the products are still moved manually. It' about **Mechanized Automation** in warehouses where both good-movements and

decision-making are automated. Instead of having person to-goods model (workers walking around and looking for picks), we have a goods-to-person model in which goods are carried to the workers. Finally, **Sophisticated Automation** which refers to warehouses where manual movements and streamline order-picking processes are eliminated with the use of highly automated equipment.

For this type of automation, having in hand a system able to handle complex decision-making logic is a must.

In this trend review, we will mainly focus Mechanized Automation and Sophisticated Automation of warehouses.



***Source**: Westernacher, 2017*

Figure 4 The Four Levels of Warehouse Automation

3.1.2 Trailer and Container Loading/Unloading Robots

Most of the goods which are used across the globe are manufactured in Asya. To reach the end-users, these products are loaded onto containers and shipped to different destinations. Once the containers arrive at a port, they are loaded onto trucks and sent to distribution centers. Upon arrival to the distribution centers, containers are typically unloaded by hand, sorted, and stacked onto pallets so that they can be stored in the warehouse. This is a very manual and labor-intensive process that can take several hours. Similarly, many long-haul parcel trucks are loaded floor to ceiling without pallets and require significant labor to unload.

To better handle the loading and unloading process of trailers/containers (parcels and pallets), new automation solutions are being developed by Logistics companies in collaboration with their business partners. In 2003, Deutsche Post DHL started to develop the first unloading system that can independently unload containers with loose parcels: **the parcel robot**. The innovative system was conceived for emptying containers loaded with parcels. The robot has been used for the first time from March 2007 in the DHL logistics center in Essen. The essential components of Parcel Robot are: **a chassis**, **a telescopic conveyor belt**, a **3D laser scanner**, and a **gripping system** made up of an **articulated robotic arm** and **a grabber**. The robot is placed in front of a container to proceed to the unloading and use its laser to scan all of the boxes [11].

Figure 5 DHL Parcel Robot (Source: Deutsche Post DHL Group)

The innovative Parcel Robot tested by DHL make the Supply Chain and Logistics professionals aware of the possibility to use of robotic for unloading and many companies have since developed the concept further. Among them, we have Wynright, a certified robot integrator from the U.S which developed robotic technology for the loading and unloading of boxes and other products. Today, Wynright is proposing mainly 3 types robots to carry out the loading/unloading related works [12]:

- **Palletized AGV trailer loading**, an automated solution for loading trailers with the palletized product.
- **Robotic truck loading**, an automated solution for dead stacking directly onto the floor of a truck or container.
- **Robotic truck unloading**, equipped with a 3D vision to locate products inside the truck or container, this automation solution allows emptying totally the truck.

***Source**: Wynright*

Figure 6 Truck Unloader Robot

Wynright's Truck Unloader Robot, as the DHL Parcel Robot, is able to unload boxes onto an extendable conveyor belt at a rate of over 500 parcels per hour. While DLH unloading automation solution uses expensive laser scanner, Wynright' technology makes use of low-cost cameras to locate the boxes. It is expected that this robot becomes more cost-effective, faster, and more reliable as cameras, computers, and robotic arms are continuously improving.

3.1.3 Stationary and Mobile Piece Picking Robots

In traditional warehouses, most employees' daily tasks consist essentially in walking around the warehouse to pick items from shelves and gather them for specific orders. The miles walked per shift by pickers in traditional warehouses can be very high (between seven and fifteen miles) [13]. That's the reason why companies are looking for automation solutions to decrease the time warehouse pickers spend in collecting items and by the way save labor. The e-commerce giant Amazon which manages thousands of orders coming from the different corners of the planet, bought the American startup Kiva system to develop solutions in order to carry out easier and optimize daily warehouse operation activities.

Today, under the umbrella of Amazon Robotics, the **Stationary Piece Picking Robots Kiva** was built and is replacing conventional pickers in their warehouses. This robot is now turning former item pickers into stationary assembly line workers as they can pick up a shelf of products and bring it to the picker. As soon as the "picker" finish to select the item required from that shelf, it moves away and different shelves arrive to bring complementary items for a given order. According to Dave Clark, Amazon's Senior Vice President of Worldwide Operations & Customer Service, this goods-to-picker concept allowed Amazon to cut operating expenses by about **20%**. Knowing that Kiva robots have been only deployed in 13 fulfillment centers, it is expected that Amazon cut **additional $800 million** in one-time cost savings with the deployment across the 110 fulfillment centers that don't have them yet [14]. Several technologies such as **Swisslog´s CarryPick** that do tasks similar to Kiva robot can be found in today's market. The e-commerce giant Alibaba deployed in its China's largest **"smart warehouse"** robots named **Zhu Que** (Vermilion Bird) that have the same features as Kiva and contribute to **increasing productivity by 300%** [15].

Source: Amazon Robotics

Figure 7 Kiva robot

The Stationary Piece Picking Robots aim at eliminating walking of pickers around the warehouse, but a relatively important number workers keep on doing very repetitive tasks of picking objects. Besides, it is a remarkably boring task that is not ergonomically optimal for the operator.

Next to the stationary robots, we have **Mobile Piece Picking Robots** which contrary to goods-to-picker system would be a mobile robot that turns around classical warehouse shelves and picks items just like a person would. Many startup companies are currently working on robots that can do just that.

Fetch Robotics, a well-funded startup company is also developing a robot that will be able to drive around a warehouse for picking items from shelves. The startup's automation solution is composed of two robots: **Fetch and Freight**. While Fetch picks the items from the shelves and is even capable of reaching upper shelves by extending its torso, a smaller robot called Freight hold the tote that Fetch will pick items into.Every Fetch robot can be surrounded by several of these smaller Freight robots supporting the picking process. Fetch robots which are slower can stay in one aisle and focus on picking items whereas the agile Freight robots quickly move the totes around the warehouse from area to area. A hybrid of the goods-to-picker approach and the traditional manual picking concept is created [16].

Figure 8 Fetch and Freight (Source: Fetch Robotics)

Another Mobile Piece Picking Robots is the picking robot TORU which is the latest development of Magazino, a German startup company. TORU uses 2D and 3D cameras and Magazino's technology and is able to detect individual objects on a shelf, grasp an item securely, and place it precisely at its destination. TORU works alongside humans, providing just-in-time object delivery to the workbench or shipping station. DPDHL is planning to test TORU in a fulfillment center.

3.1.4 The Shelf-climbing Piece Picking Robots: Skypo

In December 2017, the French robotics start-up Exotec Solutions launched the shelf-climbing Skypod Robots. It is an autonomous system designed to improve order picking processing speed and, according to the company, work two times faster than its rivals. Rather than moving the entire shelves to human workers, Skypods are warehouse robots that navigate by climbing shelves and pick items needed for an order. According to Exotec Solutions, Skypod can process 400 picks within one hour which is two times the speed of other similar logistics robots [17].

One of the most critical issues faced by firms is the lack of space in their warehouses or distribution centers. The companies that have the financial try to get larger warehouses while the ones that do not can afford it, check for other solutions. The skypod robots can help to overcome this issue as many shelves can be stacked to reach a height 10 m. The self-climbing robots will then turn around shelves to pick items and rapidly transfer them to human operators who handle packing and shipping.

Skypods have been tested by the French e-commerce company Cdiscount at its Bordeaux warehouse and seen order processing speed rise by a factor of four [18].

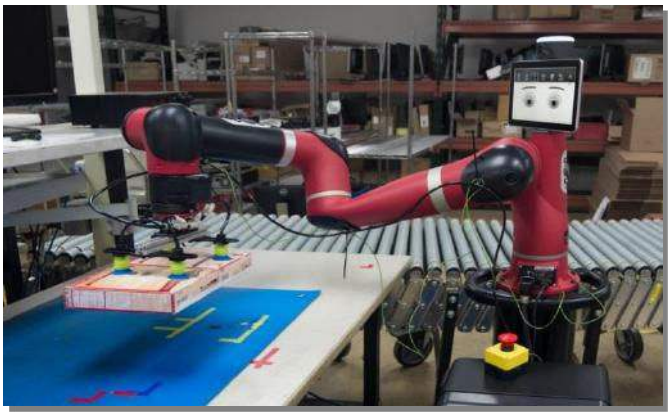
Figure 9 Skypod Robots (Source: Exotec Solutions)

We had a look at the hottest automation trends in Warehouses. It appears that some of the tasks that human workers were doing like picking items from shelves or unloading trailers are now realized thanks to automation solutions. Now we will try to deal with the Co-Packing and Customization trends

3.1.5 Co-Packing and Customization

Nowadays bundle pricing has become very famous because consumers are keen on the concept of "buy one and get one free". When retailers want to apply this strategy lot of labor and space for opening the boxes, adding stickers, building the displays and repackaging the items is necessary. As they don't want to deal with this extra labor, many retailers are requesting suppliers to handle it. That's the reason why today any supplier can be asked by retailers to modify their products specifically for key customers. These modifications are referred to as co-packing or customization. Conventional industrial robots do not have this kind of flexibility so most co-packing is realized manually.

Developed by Rethink Robotics, Baxter robot is a collaborative robot that is able to work alongside humans. Thus, Baxter is perfect for co-packing as it was initially designed for end of production line packing applications. Even if the technology is not yet ready, it is believed that further development of robots like Baxter will enable companies to do effectively all the actions needed for applying bundle pricing [19].



Source: Rethink Robotics

Figure 10 Baxter robot

DHL is testing Baxter and Sawyer, two smart and collaborative robots, in its warehouses on co-packing and value-added tasks, such as assembly, kitting, packaging and pre-retail services [20].

3.2 The Hottest Automation Trends in Transporation and Delivery

Day after day, transportation companies that are facing the increase of their expenses on auto parts, fuel, combined with the shortage of driver, are obliged to develop new methods to improve their mobility and efficiency. Moreover, they should be ready to invest in equipping their fleet with smart devices and deploying modern technologies that facilitate deliveries. Self-driving trucks, drones and so on are among those disruptive innovations that are engendering a revolution in the field of transportation.

In the fields of logistics and Supply Chain, **self-driving vehicles** have been phase in controlled environments like warehouses during the last few years. The challenge now is to deploy self-driving vehicles in public spaces highways and roads to better optimize logistics operations and increase safety. Regarding the use of **self-driving vehicles** in public spaces there are presently strict laws, but firms like Google have tested them successfully and are trying to convince regulatory bodies for their acceptance as quickly as possible.

In the USA, **Waymo**, in partnership with Google is preparing to deploy self-driving trucks to deliver freight in Atlanta. During the pilot, the trucks won't be completely driverless but will be operating on public roads [21].

Tesla is planning to start the production of a fully electric semi-truck. The truck will be equipped with Enhanced Autopilot, with automatic braking, lane keeping, and lane departure warnings features [22]. The same company's aim is also to launch this year the **world's first crewless cargo**. Although the vessel that is supposed to be fully autonomous by 2020 cost $25 million (three times as much as a standard container ship of the same size), without the need for fuel or crew, it is expected that annual operating costs would be cut by up to 90 percent [23].

The adoption of driverless trucks for transportation of products would help in increased operational productivity and asset uptime through 24/7 utilization. Besides, a greater reliability and quality could be obtained with the eliminating human error. We will also get a better fuel efficiency through optimized routing with lower impact on the environment [24].

***Source**: Tesla*

Figure 11 Driverless Semi-truck

In December 2014, Amazon.com Inc. has patented autonomous delivery truck technology that could work with drones to perform the final leg of deliveries more quickly and efficiently [25]. Apart from Amazon, today, companies such as UPS, Google, and some European delivery services are testing delivery drones.

DHL is also making progressive steps in this area with its “Parcelcopter” which accomplishes which in around eight minutes what it would take a standard mail-delivery vehicle a half hour to complete. Like Amazon's Prime Air delivery drone, DHL's Parcelcopter has the ability to rise vertically like a helicopter and then convert to zip forward like an airplane [26]. Parcelcopter should allow optimizing on delivery lead times and cover zones that are difficult to access.

***Source**: DPDHL*

Figure 12 DHL Parcelcopter

Autonomous last-mile solutions such as self-driving trolleys that autonomously follow a delivery person can be used to support workers as they cope with growing parcel volumes. Self-driving parcel vehicles that use sidewalks to deliver individual orders could also enable rapid delivery services.

One of the latest concept related to delivery is the On-demand Delivery. Suppliers have to be ready to deliver their customers anything, anytime and anywhere. Meaning that they should be as fast as consumers who expect faster last-mile delivery with more options to suit their ‘on the go’ lifestyles.

To be capable of performing these On-demand Deliveries, the e-commerce giant Amazon has patented the concept of mobile 3D printing delivery trucks to deliver products even faster to the consumer. Once an order is paced by a shopper on Amazon, the nearest 3D printing truck is triggered to proceed with the printing and delivery of the product to the consumer. This would remove the need for any storage.

The above-mentioned automation solutions are really creating new labor-saving opportunities for the Logistics and Supply Chain professionals to get the work done by using fewer human workforce. But this is becoming a big threat to human workers.

4 The Impact Of Automatıon On Logıstıcs And Supply Chaın’s Human Labor.

With the advent of automation and robotics in Supply Chain and Logistics, human and robots have become the two kinds of workers in the warehouses or distributions centers. Today, the biggest companies in the world believe to use automated solutions will allow getting higher productivity and increase their savings. Robots like Kiva, Skypod and Fetch completely changed the way picking of items were being realized and even transformed the pickers into stationary assembly workers, leading the advent of good-to-pickers concept. Besides item pickings, many tedious, complex and time-consuming tasks have been transferred to robots that accomplish them perfectly, with a higher precision. That’s why there is more a need for qualified workforce than person doing repetitive and boring tasks. With the advent of the driverless truck too, many drivers may lose their jobs.

STO Express, one of China's big three delivery companies, uses 300 Little Orange robots to sort 20,000 parcels per hour. The Little Oranges have replaced 70% of the human operatives in the Linyi warehouse in Shandong. The Chinese delivery company is an example among others.

According to a new report from the McKinsey Global Institute, automation could eliminate 73 million jobs in the U.S by 2030. Rapid automation will also probably cost China and India 236 and 120 million jobs respectively by 2030. In Japan, the worst case scenario would see 30 million losses. Mexico could have 18 million displaced workers by then while Germany could have 17 million. The jobs most threatened by automation tend to be physical like machinery operators [27]. It's sure that Supply Chain in general, logistics, in particular, will be extremely affected due to the fact that they are fields where physical works are very common.

Source: Mckinsey

Figure 13 Jobs Elimination Due to Automation by 2030

5 RESULTS AND RECOMMENDATIONS

Like in many fields, automation has profoundly changed Supply Chain and Logistics. In the globalized world, we are living in, companies can enter into competition with firms from four corners of the globe. To have a competitive advantage, companies are every day looking for some way to increase their productivity, reduce production cost and respond as fast as possible to consumers demands that become more and more complicated. Today's Supply Chain and Logistics are among the most important functions of companies. That why startups invest millions of dollars in the development of automated solutions to facilitate Logistics professionals' daily works, from warehousing to last mile delivery.

The findings of this study suggest that the adoption of automation and robotics have increased efficiency and allow to save cost in overall Logistics and Supply Chain operations. While Zhu Que made Alibaba increasing productivity by 300%, Kiva robots deployed by Amazon in only 13 fulfillment centers the cut operating expenses by about 20%. The deployment in its remaining 110 fulfillment centers will bring additional $800 million in one-time cost savings.

These huge benefits make all firms tempted to invest in these automation solutions to the detriment of human labor that cannot compete with robots in terms accuracy and speed on the assigned tasks. To hammer the point home, some startups come up with automated transportation and last miles delivery solutions -crewless automated vessel, driverless truck and drones- which threaten additional millions of workers.

To avoid a disaster to happen, from now one, companies but also the governments must prepare the vocational retraining of this human labor. The warehouses are full of robots and automation systems such as Baxter that need to be trained by employees to perform easy and repetitive tasks through simple interfaces. Then, the human labor will take on some more challenging works. The problem is that there will limited number of the positions for this kind of transitional role. That number will not be representative, compared to the high number of job seekers caused by automation.

For further research, we could be interested in the solutions to limitate the unemployment generated by the adoption of automation in Supply Chain and Logistics and how to assist those who lost their jobs in their vocational retrainings.

REFERENCES

[1] https://www.statista.com/statistics/740436/worldwide-robotic-process-automation-artificial-intelligence-spending-by-segment/ (April 2018)

[2] https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/intelligent-process-automation-the-engine-at-the-core-of-the-next-generation-operating-model (March 2017)

[3] https://blog.kencogroup.com/innovation-for-today (July 2017)

[4] *Logistics Trend Radar*, Version 2016, DHL Trend Research, p.42

[5] http://cerasis.com/2017/05/08/trends-in-automation/ (May 2017)

[6] https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2017/12/02/what-was-hot-in-supply-chain-technology-in-2017/#b49258a5c63b (December 2017)

[7] *PRG, An Evaluation of Warehouse Operations & Trends*, 2016

[8] *Tractica, Warehousing and Logistics Robots: Global Market Analysis and Forecasts*, 2017

[9] *Supply Chain Brief, 4 Biggest Numbers in Warehousing*, 2016

[10] *Westernacher Knowledge Series, The Trends Towards Warehouse Automation*, 2017

[11] http://www.dpdhl.com/en/media_relations/press_releases/2006/ready-for market_parcel_robot.html

[12] http://www.wynright.com/products/by-system/receiving-systems/robotic-truck-unloading/ (April 2018)

[13] http://www.businessinsider.com/working-conditions-at-an-amazon-warehouse-2013-2?IR=T (Feb. 2013)

[14] http://www.businessinsider.com/kiva-robots-save-money-for-amazon-2016-6 (June 2016)

[15] https://cxi.today/60-robots-increase-productivity/ (November 2017)

[16] *Logistics Trend Report Robotics*, March 2016, DHL Trend Research, p.25

[17] http://uk.businessinsider.com/exotec-ai-shelf-climbing-robot-process-warehouse-orders-amazon-alibaba-2017-12 (December 2017)

[18] https://internetofbusiness.com/exotec-solutions-robotic-system/ (December 2017)

[19] https://packagingrevolution.net/the-use-of-robotics-in-logistics/ (May 2016)

[20]http://www.dpdhl.com/en/media_relations/press_releases/2016/dhl_engages_robots_baxter_sawyer_warehouse_helpers.html (June 2016)

[21] https://www.theverge.com/2018/3/9/17100518/waymo-self-driving-truck-google-atlanta (March 2018)

[22] https://www.wired.com/story/what-does-teslas-truck-mean-for-truckers/ (November 2017)

[23] https://www.theverge.com/2017/7/24/16018652/first-autonomous-ship-launch-2018 (July 2017)

[24] *Logistics Trend Radar*, Version 2016, DHL Trend Research, p.43

[25] https://www.bizjournals.com/seattle/news/2018/03/27/driverless-delivery-amazon-patent-trucks-drones.html (March 2018)

[26] https://newatlas.com/dhl-drone-delivery/43248/ (May 2016)

[27] https://www.statista.com/chart/12082/automation-could-eliminate-73-million-us-jobs-by-2030/ (December 2017)

The Analysis of Misdelivery Detection Methods in Supply Chain Management

Mesut Samastı[1], Emre Çakmak[2], Merve Nur Şahin[3]

[1] Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi, TÜBİTAK – TÜSSİDE, Kocaeli, Türkiye

[2] Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık, Piri Reis Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

[3] Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi, TÜBİTAK – TÜSSİDE, Kocaeli, Türkiye

ABSTRACT

In the logistics industry, which is in competition with time, the wrong shipments of products or the wrong deliveries of address are undesirable situations. These such mistakes in shipments increase logistical operation costs, and the risk of damage seriously increases due to the extra handling of returned products. In some logistics centers, loading staff members could be inexperienced employees. Therefore, some situations such as placing the product in the wrong storage area or loading the product into the wrong line are frequently encountered in distribution center. In order to avoid such situations, the control codes that can be written in the hand terminals or the RDIF system approaches that are designed in the warehouse, can seriously improve to overcome these type of problems. In this paper, general information about operations in logistics centers will be given and proposed solution methods for eliminating root causes of misdelivery will be examined.

Key words: Misdelivery, RFID, Logistics Information Error, Smart Warehouse

1. INTRODUCTION

In logistics management, delivering the right product to the right customer is an important process. Any failure in this process causes economic loss and customer dissatisfaction. The reasons such as the return of the wrong product to the warehouse, cause the second logistics operation for the returned product and the re-shipment of the new product, the increased risk due to the extra handling of the returned product increases the operating costs of the logistics companies. According to the results of a project conducted by Honeywell in 2015 with YouGov (Honeywell, 2018) it is stated that there is a loss of more than 400 thousand dollars a year due to the misdelivery made during the collection and delivery of the products in the distribution centers. In the United States, there was a survey of the retail sector. The survey was found that the rate of mis-shipment was 0.25% and that of blind placement was 2%. (ÜSTÜNDAĞ, 2009). The logistic costs (MÜSİAD, 2013) which account for 15-25% of the cost of the product are increasing even more due to such these faults.

The errors such as incorrect product acceptances in the receiving area, placing the product in the wrong stock or route area, or incorrectly loading the cargo are more frequent in the facilities where the products are controlled by human power or in the units where employees are constantly changing during the shipment process. Logistics warning systems offer effective solutions to minimize such mistakes in which employees are likely to perform in labor intensive operations. In this study, the proposed an alternative solution and an implementation review will be conducted to solve the problem of misdelivery.

2. LOGISTICS WARNING METHODS

The warehouses where logistics activities are managed, there are active and passive warning mechanisms for the prevention of the mistakes that employees are likely to reliaze. The addressing of warehouse floors and walls is the one of passive warning methods for preventing logistical information errors. The active warning methods can be applied to provide barcode readings with mobile terminals such as voice warning, intelligent sections such as warehouse area designed with RFID systems, intelligent departments such as warehouse shelf, electronic and visual navigation applications that guides the employees in the warehouse.

2.1. Method

Passive warning systems can be grouped into addressable warehouse grounds, roads or addressed boards mounted on wall and tank columns and product flow in the warehouse can be carried out in a certain systematic way. However, addressing sheets are inadequate to prevent wrong product dispatching mistakes when the employee is learning new operations, uneducated, tired or unfamiliar. Figure 14 shows that an example of the addressed warehouse route areas and product flow on the warehouse floor and wall.

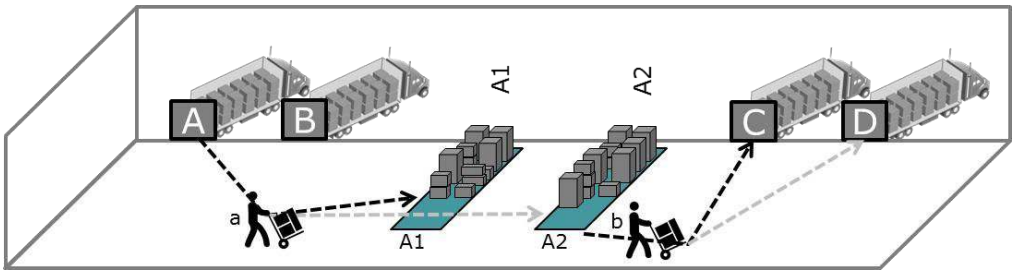


Figure 14 Adressed Warehouse Floor

It is expected that the personnel A transferring the product at the gate A, will leave the product in the A1 inventory area. This information is in the label or barcode on the product. However, it is possible to leave the product in the A2 inventory area due to personnel A situations such as being a beginner or absent at that time. Likewise, there is a possibility that personnel B could load the product onto the outgoing truck at the gate D, instead of outgoing truck at the gate C. In the passive warning applications, this type of misdelivery mistake could be occurred by the personnel A. With the human-based control approach, such mistakes are being tried to be avoided. However, in this method some unwanted situations such as loss of the product in the warehouse, loading of the product in another vehicle, late delivery of the product, additional logistics and operational costs, risk of damage and customer dissatisfaction could be occurred.

2.2. Method

In this identification method, shipping and delivery transactions are made with mobile barcode reading terminals, the product barcode , product information, starting and ending points (OD) are contained. The terminal barcode reader which performs the vehicle unloading process, can group the products placing on the same stock area and give them to the staff A before transferring the products that the barcode reads to the carrier. The track A1 is said to be the route to the staff of the carrier "A" but still there is a possibility that the A personnel may leave the product A2 route in the inventory area with inexperience or fallacy.

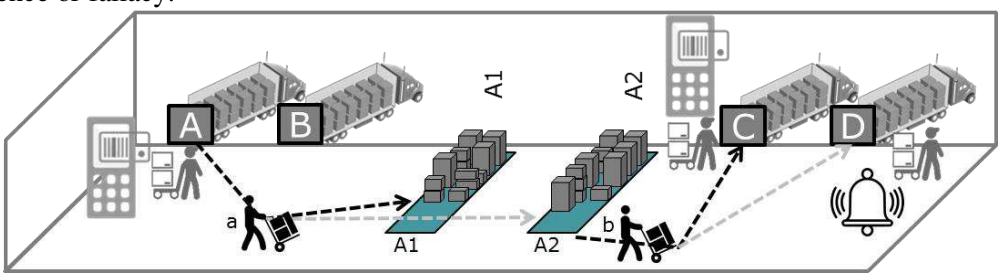


Figure 15 Mobile Input Terminal Controlled Product Input-Output

It is instantly difficult to determine this fault of the personnel A which leaves the product that should be transferred in the route stock area A1, instead of the stock area A2. However, when the time comes to release the goods at the depot, in route A2 are transported to the dock C by carrier B personnel, the terminal bar code reader at the door C will seamlessly integrate the products in the route A2. When the product left at A2 instead of the route A1 track area arrives at the dock C, and the terminal barcode reader wants to get the product into the vehicle, the hand terminal gives a warning sound. The product to be loaded will indicate that it is not delivery truck at the C gate. This misdelivery of product will be detected and corrected in the stock area with the wrong route. However, this unwanted problem may cause loss of product in warehouse, late delivery and customer dissatisfaction.

2.3. Method

In this method, the RFID (Radio Frequency Identification) system which allows to monitor products remotely with simple and passive electronic devices on the product, RFID refers to a set of technologies used to identify and transmit information from tagged object by making use of radio waves (Mithu Bhattacharya, 2007). RFID system applications that are used by large companies like Wal-Mart in the retail sector as well as the use of sub-suppliers (OREL, 2007), warehouse solution proposals are also used as mixed. In addition to eliminating the questions in methods 1 and 2, there will be improvements in processes for operational activities.

Smart shelf applications of RFID technology used in the retail sector, the logistics can be designed as a wider area or region within the warehouse. In intelligent rack application, the product is matched to the shelf system via RFID tag on the rack and on the product (KARAMUSTAFAOĞLU, 2010). The system periodically receives RFID antennas from the shelves, the RFID tag on the shelf provides information input to the system by exchanging information with the RFID tag. The system warns instantly when there is a wrong product on the shelf or the number of product stocks is reduced due to the incoherent cause, and then staff corrects this error instantly. In Figure 16, the operational logic of intelligent rack systems is schematically illustrated.

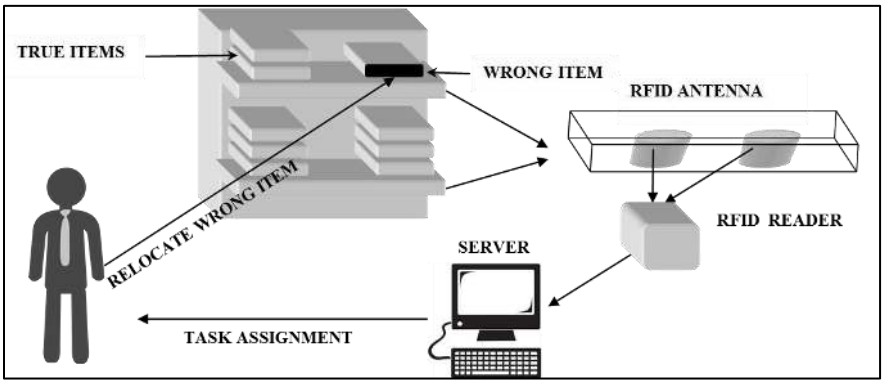


Figure 16 RFID Smart Shelf Application

In the smart shelf applications used in RFID technology, an application is considered to provide the shortest distance for accessing to the inventory space or loading vehicle by using the RFID audio and digital visual guidance. In Figure 17, the concept is illustrated visually. A similar approach is found in the shopping carts of the concept store model of the "Future RFID Store" of the Metro grocery chain (Store, 2018). In this application, it would be largely prohibited for novice or impatient employees to take or leave products from/on the wrong inventory areas.

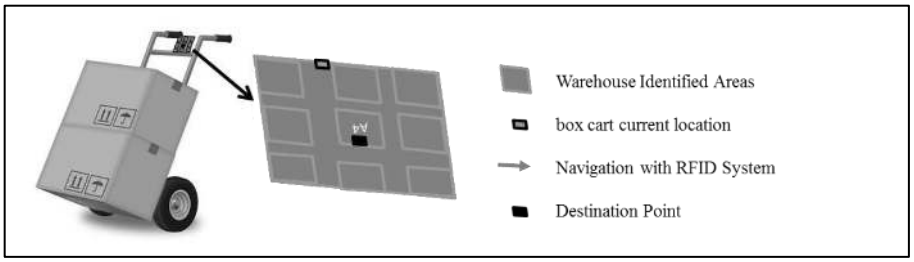


Figure 17 Navigation Guidance in Warehouse with RFID System

In this approach, inventory areas will be divided into the sub inventory areas by using the RFID antennas placed on the floor of the warehouse or on the ceiling of the warehouse. Despite the smart parcel transportation vehicles, products that placed in wrong stock areas, can be detected instantaneously by the system. Moreover, the system will provide immediate information to the personnel and correct the faulty locations of the products. In Figure 18, the products in A2 and A5 are placed in the wrong route and the system will recognize and provide the necessary guidance. This approach avoids additional costs, operational delays and customer dissatisfaction that may occur in other applications.

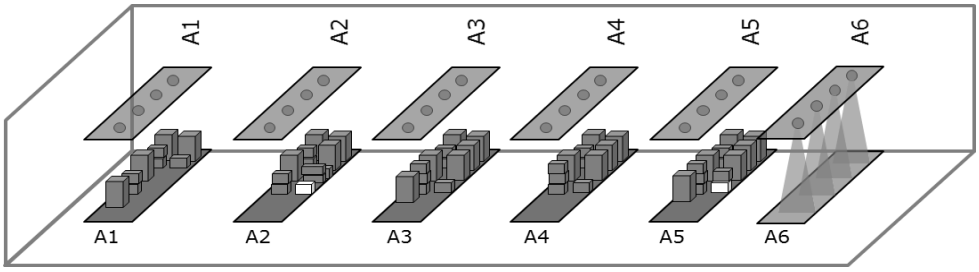


Figure 18 RFID-Reserved Route Stock Fields

3. CONCLUSION

Only applications based on warehouse addressing result in additional cost, operational inefficiency and customer dissatisfaction. In addition to addressing the mobile terminal and storage areas, tracking the product receiving and shipping, there will be a significant improvement to overcome misdelivery by using the proposed method. Additional costs, operational inefficiency and customer dissatisfaction will be reduced via RFID technology which is integrated to the warehouse.

Tablo 5 Comparison of Methods for Warehouse Addresses

Explanation	Uncontrolled Input-Output	Barcode Attachment with Mobile Terminal	RFID Tracking
Loss of product in warehouse	✓	✓	X
Loading the product incorrectly	✓	X	X
Delivery of the product late	✓	✓	X
Additional logistics and operational costs	✓	X	X
Risk of damage	✓	X	X
Customer dissatisfaction	✓	✓	X

RFID systems speed up the operational processes seriously but it create additional the costs of investment and labeling. Before this practice is deemed, the indirect or indirect costs incurred by the operator due to the yearly wrong product delivery must be taken into account. It should be checked whether the investment is effective or not. In addition the conceived concept; the pre-investment efficiency of the RFID tag, antenna and reader to be used should be tested.

REFERANCES

[1] Fatih MARAŞLI, M. Ç. (2015). RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* , s. 267.

[2] Honeywell. (2018, Nisan). *E-Commerce Trends Driving Distribution Centers' Need For New Mobile Technology, Voice Applications To Provide Accurate, On-Time Delivery, Honeywell Survey Reveals.* www.honeywell.com: https://www.honeywell.com/newsroom/pressreleases/2015/10/e-commerce-trends-driving-distribution-centers-need-for-new-mobile-technology-voice-applications-to-provide-accurate-on-time-delivery-honeywell-survey-reveals adresinden alındı

[3] KARAMUSTAFAOĞLU, P. A. (2010). RFID (Radyo Frekansli Tanima) Teknolojilerinin İşletme Performansi Üzerindeki Etkileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dali Üretim Yönetimi Ve Endüstri İşletmeciliği Yüksek Lisans TezI*, s. 54.

[4] Mithu Bhattacharya, C.-H. C. (2007). RFID Implementation in Retail Industry: Current Status, Issues, and Challenges. Decision Science Institute (DSI) Conference.

[5] MÜSİAD. (2013). *Lojistik Sektör Raporu.* İstanbul: Müstakil Sanayici Ve İşadamlari Derneği.

[6] OREL, D. D. (2007). Mağazacilikta Ümit Veren Yeni Bir Teknoloji: RFID. *Çukurova Üniversitesi İkt.ve İd.Bil.Fak.*

[7] Store, M. F. (2018, Nisan). *https://www.youtube.com/watch?v=rBXJ9Razofw*.

[8] TÜSSİDE. (2018). *Eti Maden İşletmeleri Lojistik Altyapi Mevcut Durum Tespiti Ve Pazar Analizi Projesi.* Kocaeli: TÜBİTAK - TÜSSİDE.

[9] ÜSTÜNDAĞ, A. (2009). Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Teknolojisinin Tedarik Zİnciri Üzerindeki Etkileri. *İTÜ DERGİ.*