

Türkiye’de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması

Survey on Logistics Management Industry Overview 4.0 Impacts and Investment Opportunities in Turkey

Ercan ÖZTEMEL¹, Samet GÜRSEV²

¹ Marmara Üniversitesi Mühendislik Fak, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, eoztemel@marmara.edu.tr

² Marmara Üniversitesi Mühendislik Fak, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, sametgursev@gmail.com

Öz

Bilişim sistemlerinin ve dijitalleşme hareketinin doğal bir sonucu olarak günümüz dünyası 4. toplumsal dönüşüm sürecini yaşamaktadır. Bu dönüşüm süreci özellikle endüstriyel yaşamı köklü değişiklikleri uygulama zorunda bırakacak şekilde gelişmektedir. Geleceğin imalat vizyonunun 4 temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar “ürün”, “zeka”, “iletişim”, “bilgi ağı” olacak şekilde gelişmektedir. Bu 4 temel bileşeni hareketlendirmek üzere Siber fiziksel sistemler, sensörler, nesnelerin interneti, makineler arası iletişim (M2M), zeki bilgi ağları ve güvenli bulut bilişim ortamları yaygın olarak gelişmektedir. Bu gidişat doğal olarak ürün tasarımı, süreç tasarımı, kalite yönetimi, pazarlama gibi tüm süreçleri de etkisi altına almakta ve kapsamlı bir süreç inovasyonu ile süreç dönüşümü gerçekleştirilmektedir. İşletmelerin tüm süreçlerini etkilediği gibi bu değişim ve dönüşüm tedarik süreçlerinin de yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir. Özellikle 4 Parti, 5 Parti ve 6 Parti Lojistik hizmetlerinin yaygın olarak kullanım alanı bulmasına yol açacak iş modellerinin gelişeceği görülmektedir. Bu makale dördüncü endüstri devrimi ile oluşan fırsatların ve yeniliklerin lojistik yönetimine etkisini irdelemektedir. Özellikle, lojistik yönetimi üzerindeki yenilikçi çözümler, IT çözümlerinin sektör üzerindeki etkilerine dikkatler çekilmiş ve Lojistik sektörde dördüncü dönüşümün sınırları çizilmeye çalışılmıştır. Diğer taraftan sektör aktörlerinin 4. Dönüşümü ve lojistik dünyasındaki etkilerini nasıl algıladıklarına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Anket yolu ile bilgi toplanmış, gerekli analizler yapılarak neticeleri raporlanmıştır. Bu çalışmanın ülkemizde lojistik sektörünün yeni toplumsal dönüşüm sürecinde aktif olarak yol alabilmesi için rehberlik edecek bulgular sunulmaktadır. Bu kapsamda genel hatları ile işlemlerin uygulayabilecekleri bir yol haritasının oluşturulması hedeflenmiştir. Bu yol haritasının temel felsefesini günümüzde lojistik sektöründe hangi teknolojilerin daha öncelikli olarak uygulanması ve bu kapsamda yatırım stratejilerinin belirlenmesi için gerekli olan unsurlara işaret edilmesi olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, İnovasyon, Stratejik Lojistik Yönetimi

Abstract

As a natural consequence of the information systems and the digitizing movement, today’s world is in the process of social transformation. This transformation process is developing in a way that will force industrial life to undergo radical changes. There are 4 basic components of the future vision of manufacturing. These develop as “product”, “intelligence”, “communication”, “information network”. Cyber physical systems, sensors, internet of things, machine to machine communication (M2M), intelligent information networks and secure cloud system environments are widely developed to mobilize these four basic components. This trend naturally affects all processes such as product design, process design, quality management and marketing, and process transformation takes place through a comprehensive process innovation.

It affects all of the processes of the business as well as the restructuring of the transformation and transformation procurement processes. Particularly, the business models that will lead to the widespread use of 4 Party, 5 Party and 6 Party Logistics services are seen to develop. This article examines the impact of the fourth industry revolution and the impact of innovations on logistics management. In particular, innovative solutions on logistics management, attention to the effects of IT solutions on the sector and attempts to limit the fourth transition in the logistics sector have been tried. On the other hand, a study has been conducted on how the sector actors perceive the effects of the

4th Transformation and the logistics world. Information was gathered through the questionnaire and necessary analyzes were made and the results were reported. Findings that will guide this study to enable the logistics industry to actively pursue the new social transformation process in our country are presented. In this context, it is aimed to create a roadmap to implement operations with general lines. The main philosophy of this roadmap will be to point out the elements that are necessary for the application of priority technologies in the logistics sector and the determination of investment strategies in this context.

Keywords: Industry 4.0, Logistics 4.0, Innovation, Strategic Logistic Management

I. GİRİŞ ve ANA BÖLÜMLER

Küreselleşme beraberinde rekabeti getirerek iç pazarından dışarı çıkamayan şirketlere zarar vermektedir. Küresel pazarda başarılı olmak isteyen şirketlerin mutlaka başarılı bir lojistik stratejileri olmalıdır. İşletmelerin ürünleri üretmek için ham madde temini ve satılan ürünü müşteriye teslimi konusunda lojistik önemli bir fonksiyondur. Lojistik süreçlerini verimli ve az maliyetli yapan işletmeler diğerlerine üstünlük sağlayabilir.

Endüstri 4.0 kavramı 2011 yılında Almanya’da ilk olarak anılmıştır. ABD,Çin gibi diğer küresel güçlerde aynı terimi farklı isimler vererek kendi yol planlarını açıklamışlardır. İngiltere bu sürece “Akıllı İmalat Koalisyonu”, AB “Geleceğin Fabrikaları”, Japonya “Toplum 5.0”, Fransa “Geleceğin Endüstri Girişimi” isimleri vermektedir. Aslında Almanya tarafından yapılan bu tanım ve açıklama diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak planlanmış bir sanayi devrimi kavramını oluşturmuştur. Daha önceki sanayi devrimleri bir sonraki sanayi devrimi etkilerini göstermeye başladıktan sonra isimlendirilmiştir. Almanya tarafından yapılan tanımlama ve açıklama 2011 sonrası yapılan çalışmaların önümüzdeki 20 yıl içerisinde bizi götüreceği yeni dönemi tanımlamaktadır. Ülkemizin ekonomik hedefleri ve ilk 10 ekonomi arasında olma talebi de bu sebeple benzeri bir planlama ve çalışma ihtiyacını oluşturmaktadır.

Büyük veri analizi dediğimiz kavram aslında üretim yöntemleri ve içeriği açısından büyük önem teşkil etmektedir. Şirketler ve artan kapasiteleri büyük datalar oluşturmaktadır. Bu dataların detaylı analizi hem üretimdeki verimlilik artışına hem kalite artışına hem de talep tahminlerinde başarıya götürmektedir. Endüstri 4.0 da sistemlerin veri analizi konusunda başarılı olmasını bir temel koşul olarak görmektedir. Müşteri datasını analiz edemeyen ve kendi süreçlerinin performanslarını ölçüp değerlendiremeyen bir şirketin bu endüstri çağında kalması mümkün olmayacaktır. Endüstri 4.0

ve özellikle veri analizi Şekil 2 de görüldüğü gibi sistemleri etkileyecektir (Fallera ve Feldmüllera ,2015)

Endüstri 4.0 stratejisinde robotlar ve makinelerin iletişimi büyük rol oynamaktadır. Karanlık fabrikalar adı verilen yeni nesil üretim tesislerinde insansız yürütülen üretim süreçleri makinelerin M2M adı verilen süreç üzerinden birbirleriyle iletişimi üzerinden yürütülecektir (UK Government,2016). Robot sistemleri ve insanların üretim hatlarından çıkması verimlilik artışı, enerji tasarrufu, kalite artışı ve ürün çeşitliliği konularında büyük artış sağlayacaktır. Simülasyon çalışmaları da bu süreç içerisinde büyük önem teşkil edecektir. Ürünler pazara çıkmadan önce simülasyonlar üzerinden test edilecek ve bu durum pazara çıkış sürelerinde kısalma sağlayacaktır.

Nesnelerin interneti adı verilen yapıda makinelerin birbirleriyle iletişimi sağlayacak bir başka başlıktır. Makineler bakım sürelerini önceden planlayacak, üretim hattında yer alan bakım süre kayıpları ve darboğaz süreçlerden kaynaklı zaman kayıpları en aza indirilecektir. Çok yakın zamanda bu teknolojiler sayesinde cihazlar hem birbirleri ile hem de kontrol merkezleri ile iletişime geçip analiz ve karar verme süreçlerini tek elden yönetme imkanı sunacaktır. Bulut teknolojilerinin performansının artması sayesinde tepki süresi çok kısalmaktadır. Bunun sonucu olarak, bulut platformlarda yer alan makinelerle ait veriler ve işlevler artacak ve üretim sistemlerine veriye dayalı daha fazla hizmet sunulacaktır. 3D printer sistemleri ve artırılmış gerçeklik uygulamaları da hem pazarın ihtiyaçlarına hem de tanıtım ve reklam süreçlerine büyük katkılar sağlayacaktır.



Şekil 1. Endüstri 4.0 Etkileri (Tubitak,2016)

Lojistik sektörü tüm bu gelişmelerden büyük oranda etkilenmektedir. Öncelikle endüstri 4.0 ile gelen tüm yenilikçi çözümler ve yaklaşımlar lojistik ve tedarik zinciri iş süreçlerini büyük oranda değiştirmektedir. İnsan gücü ile yürütülen operasyonel süreçler hızla yerini otonom araçlara ve robotlara bırakmaktadır. Data analizi lojistik sektörü için artık

çok daha önceliklidir. Verimlilik artışı için araçların otonom yönlendirilmesi ve rota optimizasyonlarının etkin yapılması artık bir zorunluluk olmuştur. Depo sistemlerine gelen yenilikçi yaklaşımlar ve endüstri 4.0 felsefesi içerisinde yer alan akıllı ürünler verimlilik ve karlılık artışına destek vermektedir. Lojistik sektörü sadece yerel değil küresel rekabetin yaşandığı büyük bir pazardır. Doğru yatırımlar yapılması ve yatırımların sonuçlarının etkili olması büyük önem taşımaktadır. Karar alma döneminde kullanılacak simülasyon yöntemleri de bu konuda öncelik taşımaktadır. Lojistik sektöründe yer alan tüm alt kollar aynı oranda bu değişimden etkilenenecektir. Hiç bir lojistik firmasının bu değişimden etkilenmeden hayatına devam etmesi mümkün olmadığı gibi lojistik yapısı da kendi iç dinamikleri ile hızla değişecektir. Çalışmamızda Endüstri 4.0 literatür taraması, bileşenlerin lojistik yönetimine etkilerinin örnekleri ve anket araştırmamız aktarılmaktadır.

II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Endüstri 4.0 konusu sadece reel sektörde değil akademik dünya için de büyük ses getiren ve güncelliğini koruyan önemli bir başlık olarak yer almıştır. Bu konsept operasyon verimliliği, yeni iş modelleri oluşturması, büyük ekonomik güç getirmesi ve toplumları derinden etkilemesi nedeniyle çok sayıda makaleye konu olmuştur. Bir çok araştırmacı bu konuya farklı başlıklardan bakmış ve bu devrimi anlamaya çalışmıştır.

Qin vd. (2007) endüstri 4.0 için temel başlıkları araştırmış ve temelini neye dayandığı hangi bileşenler oluştuğunu incelemiştir. Fabrika, iş, ürün ve müşteri olarak 4 katmanlı bir yapı üzerinden analiz etmiştir. Adeyeri vd. (2015) genel bir bakış ve kavramsal olarak endüstri 4.0 algısını incelemiştir. Filippi and Barattin (2012) endüstri 4.0 aktivitelerini ve neleri içerdiğini analiz etmiştir. Sogoti (2014) M2M kavramının ve makine iletişiminin endüstri 4.0 için önemini araştırmıştır. Lee vd. (2015) siber fiziksel sistemlerin modellenmesi ve endüstri 4.0 açısından önemini incelemiştir. Bu sistemlerin entegrasyonu süreci için de bir yol haritası oluşturmuştur. Rosendahl vd. (2016) değer zinciri yönetimi bakış açısı ile endüstri 4.0 alanında analizler gerçekleştirdi. Pan and Kraft (2015) endüstri 4.0 data yönetimi konusunda çalışmalar yaptı. Tuncel and Polat (2016) 250 farklı firmayı analiz ederek endüstri 4.0 bileşenleri ve firmaların bu seviyeye ulaşmak için neler yapması gerektiğini incelediler. Tekez and Taşdeviren (2016) sanayi devrimini analiz edebilmek için çok sayıda kriter ve katman içeren detaylı bir model oluşturdu. Schouh vd. (2015) üretim süreçlerinde değerlendirme ve ampirik analizler gerçekleştirdiler. Schumacher vd. (2016) öğrenen sistemler üzerine çalışmalar

yaptılar. Ruivo vd. (2014) artırılmış gerçeklik sistemlerinin endüstri 4.0 üzerindeki etkisini araştırdılar. Stock and Seliger (2016) endüstri 4.0 için geçerli olan güncel teknolojileri incelediler. Bourke and Mentis (2014) bir olgunluk modeli kurup endüstri 4.0 eğitim süreçlerini analiz ettiler. Wahlster (2013) endüstri 4.0 sonrası yeni trendleri araştırdılar. Hecklau vd. (2015) insan kaynakları süreçlerini göz önüne alan bir stratejik modeli endüstri 4.0 için uyguladı. Weyer vd. (2015) endüstri 4.0 süreçlerinin standardize edilmesi konusunda çalışmalar gerçekleştirdi.

Yusof vd. (2013) akıllı fabrikalar için akıllı iş süreçlerini analiz ettiler. Fallera and Feldmüllera (2015) kobiler için akıllı fabrika olabilme sürecini incelediler. Baygin vd. (2016) eğitimde endüstri 4.0 etkisini analiz ettiler. Giasirani and Sofos (2016) da benzer şekilde endüstri 4.0 sonrası eğitimde yapılacaklar için yol haritası çizmiştir. Sun (2012) RFID sistemlerin endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti süreçlerindeki etkisini analiz etmiştir. Zarte ve Pechmann (2016) Bilgi teknolojileri süreçlerinin analizi konusunda çalışmalar yapmıştır.

Ackermann (2013) M2M uygulamalarını incelemiştir. Bilgi yönetim sistemlerinin uzaktan kontrolü, otonom araçların yönetimi, tedarik zinciri yönetimde akıllı araçların etkisi gibi başlıkları analiz etmiştir. Biral vd. (2015) M2M teknolojisinin etkilerini ve gelecekte çözmesi muhtemel sorunları incelemiştir. Dener ve Bostancıoğlu (2015) veri aktarımı performansı konusunu araştırmışlardır. Akıllı sensör sistemlerinin veri performanslarını geliştirici modeller üzerine çalışma yapmışlardır. Alayaa vd. (2014) makineler arası iletişim için bir protokol düzenlemesi yapmışlardır. Bu protokol tüm uzaktan kontrol makineleri kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Peres vd. (2016) data formatları ve data yönetimi konusunda endüstri 4.0 üretim sistemlerine yönelik çalışmalar yapmıştır. Xinga vd. (2009) endüstri 4.0 değerlendirmesi için olgunluk modeli kurmuşlardır.

Kim vd. (2005) gemi üretim sistemleri ile ilgili bir simülasyon çalışması yapmıştır. Ignaccolo (2010) hava limanı kapasitesini analiz eden bir simülasyon modeli uygulamıştır. Shi vd. (2017) plastik cerrahide kullanılmak üzere bir model kurgulamış ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanarak sağlık sektörünü endüstri 4.0 yapısına dahil etmiştir. Wang ve Chen (2009) artırılmış gerçeklik için bir çatı model kurgulamış ve kullanılabilmesi alanlar konusunda yön göstermiştir. Hofmann ve Rüsche (2017) endüstri 4.0 bileşenlerinin gelecekte logistik sistemlere nasıl etki edeceğini araştırmıştır. Bu konuda lojistik merkezli bir model kurmuşlardır. Witkowski (2017) inovatif çözümlerin lojistik yönetimine etkisini araştırmıştır. Veri madenciliği ve nesnelerin interneti gibi bileşenlerin lojistik sektörüne etkilerini analiz etmiştir.

III. LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE ENDÜSTRİ 4.0 ETKİLERİ

Lojistik sektöründe Endüstri 4.0 etkilerini görebilmek için önceki sanayi devrimleri doğru analiz edilmesi gerekmektedir. Diğer sanayi devrimleri de tıpkı bu sanayi devriminde olduğu gibi ihtiyaçlardan kaynaklı olarak oluşmuştur. Sanayi 4.0 sürecinde makinelerin internet üzerinden birbirleriyle iletişimde olmaları “tam zamanında” lojistik hizmetlerinin daha verimli çalışabilmesi veya makine arızalarının önlenmesini sağlarken, üretimdeki atıl zamanın azaltılması ve sonuç olarak kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Yeni taşıtlar, yeni yakıt ve enerji kaynakları, altyapı ve yeni istihdam alanları başta ulaşım lojistiği olmak üzere her tür lojistiği etkileyecektir. Endüstri 4.0, lojistiğin 7 doğrusu adını verdiğimiz doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata sağlanması aşamalarının hepsini ayrı ayrı etkileyecektir. dijital dönüşümü tetikleyen teknolojiler kısaca CAMPS diye tanımlanıyor. C (Cloud) bulut bilişimi, A (Analytics) büyük veri analizini, M (Mobility) mobil dünyayı, P (Productivity) Üretkenliği, S ise (Security) siber güvenliği tanımlıyor. Yani dijital dönüşümünü gerçekleştirmek isteyen bir kurum, bulut bilişim ile başlayıp güvenlik ile dönüşümünü sonlandırmalı. Lojistik sektöründe mevcut işler ve iş yapış süreçleri komple değişecek olup lojistik sektöründe çalışan insanların nitelikleri de değişime uğrayacaktır. Veri lojistikçileri, veri madenciliği, otonom sistem kontrolörleri ve bugün adını dahi bilmediğimiz pek çok yeni iş birimi ortaya çıkacaktır. Yani veri lojistiği de en önemli iş süreçlerimizden birisi olmaya başlamıştır ve olacaktır. Sektörün önünü açacak 7 pazar trendi şöyle sıralanıyor: büyüyen müşteri tabanı, dijital müşteri tabanındaki artış, jeopolitik ve ekonomik gelişmeler, 2008 krizinden sonra farklı segmentlerin büyümesi, nesnelere interneti, internet platformlarındaki artış, 3D baskı ve sürücüsüz araçlar. Buna bağlı olarak lojistik yönetiminde yeni teknoloji kullanımı, yeni nesil mobil sistemler, dronelerin lojistik sektöründe kullanımı, akıllı kentsel lojistik, nesnelere interneti, artırılmış gerçeklik uygulamaları, optimizasyon çalışmaları bu trendlerin çözümlenmesi için geliştirilmektedir.

ISO 500, üretimden satışlarda elliilik gruplara göre dağılım

| | Üretimden satışlar (milyon tl) | Pay (%) |
|---------------|--------------------------------|------------|
| 1-50 | 241.303 | 49,2 |
| 51-100 | 63.697 | 13,1 |
| 101-150 | 41.580 | 8,5 |
| 151-200 | 32.325 | 6,6 |
| 201-500 | 110.868 | 22,6 |
| Toplam | 490.043 | 100 |

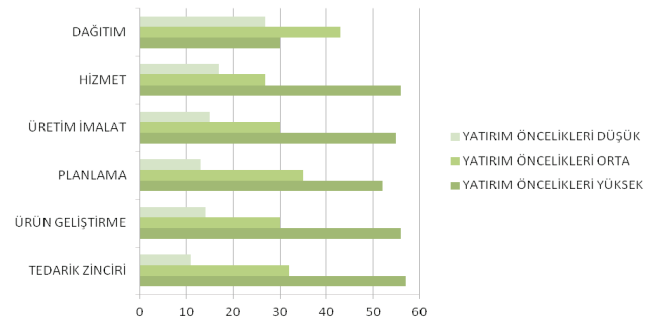
Şekil 2. Endüstri 4.0 Etkileri (TUSİAD,2017)

ISO tarafından yapılan araştırmada üretimden satış olarak adlandırılan ana kriter üzerinden yapılan analiz incelenmiştir. Üretimden satışlar, şirketin ürettiği mallardan yapılan satışlar ile malzemesini vererek dışarıya yani fason yaptırdığı mallardan satışlar ve başkalarının malzemelerini kullanarak onlar için yapılan (yani bir tür fason) üretim karşılığı elde edilen gelirleri kapsamaktadır. Bunun dışında bir firmadan alınıp, hiçbir işlem görmeden diğer firmaya satılan ürünler veya şirketin bankadaki mevduatının faiz gelirleri bu kapsama girmemektedir. Şekil 2’de görüldüğü üzere ilk 50 şirketi, toplam 490 milyar liralık üretimden satışların 241 milyar lirasını gerçekleştirerek, 2015 yılında yüzde 48,8 olan payını biraz daha artırmışlar ve yüzde 49,2’ye çıkarmışlardır. İlk 50’yi takip eden grupların paylarına baktığımızda, gruplar küçüldükçe giderek toplam üretimden satışlardaki ağırlıklarının da azaldığı görülüyor.

| Firma Sektörü | Sanayi 4.0 yatırım oranı |
|-----------------------|--------------------------|
| Sanayi ve güvenlik | 5 |
| Otomotiv | 5 |
| Kimya | 5 |
| Elektronik | 7 |
| İnşaat ve Mühendislik | 5 |
| Paketleme ve kağıt | 4 |
| Metal | 5 |
| Sanayi üretimi | 4 |
| Taşıma ve Lojistik | 5 |

Şekil 3. Türkiye’de Sektörlere Yönelik Endüstri 4.0 Yatırım Oranı Yüzdeliği (MUSİAD,2018)

MUSİAD tarafından hazırlanan raporda Türkiye’de endüstri 4.0 konusunda en çok çalışmayı yapan sektör Elektronik olmakla birlikte, lojistik sektörü otomotiv ve sanayi-güvenlik gibi büyük sektörler ile aynı derecede yatırım oranına sahiptir. Lojistik sektöründe yer alan firmaların yeni endüstri 4.0 çağına büyük oranda yatırım yapıldığı görülmektedir.



Şekil 4. Tedarik Zinciri Yönetiminde Nesnelere İnterneti Yatırım Oranları (MUSİAD,2018)

Musiad raporunda yayınlanan bir başka çalışma da Tedarik Zinciri Yönetimi süreçlerinde Nesnelerin interneti yatırımlarıdır. Bu oranlar Şekil 4’de gösterilmiştir. Bu rapora bakıldığında aslında IoT tüm süreçlerde büyük önem taşımaktadır. Buna ek olarak Tedarik zinciri yönetiminde büyük öncelik taşımaktadır. Dağıtım kanallarının etkin yönetimi için doğru yatırımlar yapılması ve IoT avantajlarından faydalanmak büyük önem taşımaktadır.

Lojistik sektöründe rekabet çok yüksek olduğu için değişimlerde kaçınılmazdır. Depo sistemlerinde “Depo Yönetim Sistemleri” etkisi hızla artmaktadır. AS/RS ve RFID teknolojileri de depo yönetim sistemi için ayrılmaz bir parça olmaktadır. Yeni sanayi devrimi sonrası depolar operasyonları otomatik hale getirebilen, online izlenebilen, anlık raporlama imkanı sunan altyapılara sahip olacaktır. Depoların yönetiminde ayrıca dronelar kullanılmaya başlanmıştır. drone kameraların depodaki malları saydığı ve belirli bir düzende kaydettiği, bu sayede çalışanların başka işlerle meşgul olması için çokça zamanın kaldığı uygulamalar mevcuttur. E-Ticaret sistemleri çok hızla değişmektedir. Online satış adetlerinin artması bize e-lojistik kavramını getirmiştir. Uluslararası pazarda küçük paketlerin hız kazandığı ve hava express kargonun hızla arttığı yeni bir döneme girmektedir. Sanal gerçeklik gözlükleri depo sistemlerinde ve eğitim süreçlerinde büyük önem teşkil etmektedir. Bir çok kargo firması sanal gerçeklik (VR) gözlüklerini kullanarak yoldaki olası tehlikeleri tespit etmek amacıyla çalışanlarına eğitim vermeyi planlıyor. Araçların, gemilerin insansız kullanımı kademeli olarak gündeme gelmiştir buna bağlı olarak yakın dönemde insansız araçlarda artış olması beklenmektedir. Veri madenciliği uygulamaları lojistik sektörü açısından büyük önem taşımakla birlikte artık talep yönetimi çalışmalarında etkinlik sağlayacaktır. Lojistik şirketleri tarafından bulut bilişim uygulamalarının da sıklıkla kullanıldığı gözlemlenmektedir. Endüstri 4.0 bileşenleri lojistik sektörü üzerinden büyük değişimlere yol açmaktadır ve yakın dönemde verimlilik ve karlılık artışı konusunda büyük ivmeler sağlanması beklenmektedir.

IV. ANKET UYGULAMASI

Anket için örneklem seçimi yapılırken ana kütle içerisinde yer alan ve Türkiye’de faaliyet gösteren lojistik firmalarından Ulaştırma Bakanlığı Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğü’nden L1 ve L2 hizmet belgelerine sahip firmalar demiryolu ve havayolu işletmecileri firmalar, lojistik 4.0 üzerine araştırma yapan uzmanlar olmak üzere evren büyüklüğü yaklaşık 500 olarak belirlenmiştir. Bu evrenden yapılan örneklem çalışmamızda +/-%10 örneklem hatası ve incelenen olayın görülüş sıklığı $p=0,5$ ve görülme-yiş sıklığı $q=0,5$

olacak şekilde 90 anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Toplamda 110 anket yapılmış olmasına rağmen, eksik ve hatalı doldurulan bazı anketler çıkarıldığında, toplamda 90 anket değerlendirilmeye uygun ve güvenilir görülmüş ve sonuçları SPSS programı ile analiz edilmiştir. Anket soruları MUSİAD, TUSİAD ve TUBİTAK Sektör analiz raporları başta olmak üzere, yapılan geniş çaplı literatür taraması ve sektörde konuyla ilgili çalışmalar yapmış akademisyenlerle yapılan görüşme ve ön anket çalışmaları sonrasında ana teknolojilerin ve soru başlıklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Soru sayısı evren büyüklüğü ve ankete katılacak kişi sayısı göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Likert değerlendirme modeli SPSS’de değerlendirme aşamasında detaylı kırılımlar elde edebilmek amacıyla tercih edilmiştir.

Anket çalışmasında toplanan veriler üzerinde güvenilirlik ve faktör analizleri yapılmıştır (bkz Tablo 1). Ölçeklerin güvenilirlik katsayıları (Cronbach alpha) 0,90 üstünde çıkmıştır. Faktör analizi aynı yapıyı ölçen çok sayıda değişkenden az sayıda ve tanımlanabilir nitelikte anlamlı değişkenler elde etmeye yönelik çok değişkenli bir istatistiktir (Büyüköztürk, 2002). 90 adet anket için faktör analizi yapıldığında soruların beklendiği gibi (Lojistik 4.0 Yatırımlarını Olumlu Karşılama, Lojistik 4.0 Yatırımlarına Olumsuz Yaklaşım, Yatırım konusunda Muhtemel Sorunlar) olmak üzere 3 faktör tespit edilmiştir. Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem uygunluk testi 0,722 olarak çıkmıştır. Barlett’s Test sonucu 2943,61 ve $df:263$ Sigma ,000 çıkmıştır. Bu sonuçlar faktör analizi testinin iyi bir şekilde çalıştığının göstergesidir. Sorunların açıkladığı varyans oranı istenilen seviyelerde çıkmıştır. Birinci grup için %24,722, ikinci grup için %20,498, üçüncü grup için 519,805, dördüncü grup için de %19 oranında çıkmıştır. Anketin araştırma sorusuna yanıt verme oranı %82 olarak belirlenmiştir. Tablo 1 de bu sonuçlar görülmektedir.

Ankete verilen cevaplar Likert Ölçeği ile değerlendirilmiştir. “1=Kesinlikle Katılmıyorum”, “2= Katılmıyorum”, “3=Ne katılıyorum, ne katılmıyorum”, “4=Katılıyorum”, “5=Kesinlikle Katılıyorum” anlamına gelmektedir. 90 kişilik anket sonucuna uygulanan faktör analizi sonucu Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem uygunluk testi 0,723 olarak çıkmıştır. Barlett’s Test sonucu 2943,61 ve $df:263$ Sigma ,000 çıkmıştır. Bu sonuçlar faktör analizi testinin iyi bir şekilde çalıştığının göstergesidir. Sorunların açıkladığı varyans oranı istenilen seviyelerde çıkmıştır. Birinci grup için %25,722, ikinci grup için %22,498, üçüncü grup için 19,805, dördüncü grup için de %20 oranında çıkmıştır. Anketin araştırma sorusuna yanıt verme oranı %84 olarak belirlenmiştir. Tablo 1 de bu sonuçlar görülmektedir.

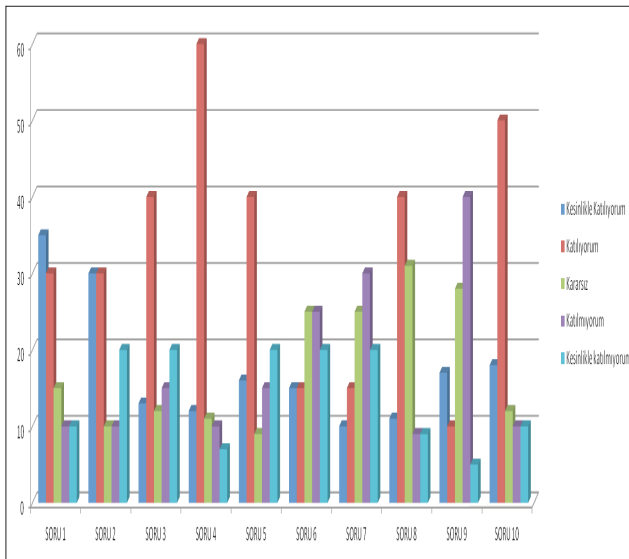
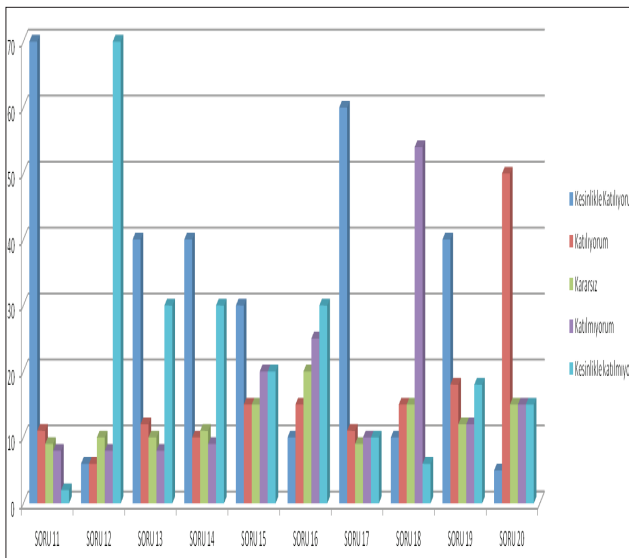
Tablo 1: Anket Uygulaması Faktör Analizi

| <i>Faktörün Adı</i> | <i>Soru No</i> | <i>Soru İfadesi</i> | <i>Faktör Ağırlıkları</i> | <i>Faktörün Açıklayıcılığı</i> | <i>Güvenilirlik</i> |
|---|----------------|--|---------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Lojistik 4.0 Yatırımlarını Olumlu Karşılama | 1 | Araçların kendi kendine insan müdahalesi olmadan karar verenler (otonom akıllı sistemler) sistemlere sahip olması ulaşım performansına artış sağlayacaktır. | 0,908 | 25,722 | 0,983 |
| | 2 | Yeni Nesil depo otomasyonu teknolojileri ile operasyonlarda verimlilik artışı sağlanacaktır. | 0,922 | | |
| | 3 | Lojistik Dataların analizi iş süreçlerinin analizi ve geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. | 0,932 | | |
| | 4 | ASRS(Otomatik yükleme ve boşaltma sistemleri) otomatik ayrıştırma sistemleri karlılık ve verimlilik artışı sağlayacaktır. | 0,951 | | |
| | 5 | Görsel benzetimin gerçek dünya ile bütünleştirilmesi (artırılmış gerçeklik) depo yönetiminde kolaylık ve verimlilik artışı sağlayacaktır. | 0,909 | | |
| | 6 | Paketleme süreçlerinde robot kullanılması kalite ve karlılık artışı sağlayacaktır | 0,919 | | |
| | 7 | Bulut bilişim sistemi uygulamaları lojistik uygulamalarında verimlilik artışı sağlayacaktır. | 0,902 | | |
| | 8 | 4.,5. Ve 6. Parti lojistik hizmetleri lojistik sektöründe yer alacak ve fayda sağlayacaktır. | 0,921 | | |
| Lojistik 4.0 Yatırımlarına Olumsuz Yaklaşım | 9 | Kendi kendine insan müdahalesi olmadan karar verenler (otonom akıllı sistemler) sektörde işsizlik oranını artıracak ve yatırım maliyetleri nedeniyle zarara neden olacaktır. | 0,763 | 22,498 | 0,931 |
| | 10 | Depo otomasyonları yatırımları kapasiteler yetersiz kaldığında verimlilik ve karlılık azalmasına neden olacaktır. | 0,877 | | |
| | 11 | Lojistik sektöründe temiz data olmadığı için datanın analiz edilmesi yanlış karar verilmesine neden olacaktır | 0,863 | | |
| | 12 | ASRS(Otomatik yükleme ve boşaltma sistemleri) lojistik süreçlerin performanslarını değiştirmeyecektir. | 0,756 | | |
| | 13 | Görsel benzetimin gerçek dünya ile bütünleştirilmesi (artırılmış gerçeklik) depo süreçlerinde kontrol amaçlı kullanımı lojistik sektörü maliyet artışına neden olacaktır. | 0,788 | | |
| | 14 | Paketleme süreçlerinde robot kullanımı daha yüksek maliyetli ürünlere neden olacaktır. | 0,733 | | |
| | 15 | Bulut bilişim sistemi uygulamaları lojistik sektörü için verimsiz bir uygulama olacaktır. | 0,792 | | |
| | 16 | 4.,5. Ve 6. Parti lojistik hizmetleri lojistik sektöründe fayda sağlamayacaktır. | 0,85 | | |
| Yatırım konusunda Muhtemel Sorunlar | 17 | Küçük ve orta ölçekli firmalar için yanlış planlanan yatırımlar büyük iflaslara ve ekonomik krizlere neden olabilir. | 0,702 | 19,805 | 0,921 |
| | 18 | Nesnelerin interneti ve robot sistemler kazaları ve kayıpları engellemekte yetersiz kalacaktır | 0,71 | | |
| | 19 | Lojistik sektöründe yapılacak yeni uygulamalar sayesinde verimlilik ve karlılık büyük oranda artacaktır | 0,721 | | |
| | 20 | İnsan hatasına bağlı kazalar ve kayıplar robot sistemler ile büyük oranda aşılabacaktır | 0,752 | | |
| | | KAİSER MEYER OLKİN ÖLÇEK GEÇERLİLİĞİ | 0,798 | | |
| | | BARLETT KÜRESELLİK TESTİ | Kikare: 2943,61 | | |
| | | | df:263 | | |
| | | | Sigma:000 | | |

Tablo 2’de görülen yapılan korelasyon analizi çalışmalarında lojistik sektöründe endüstri 4.0 yatırımları yapılmasını olumlu bulan kişilerin lojistik sektöründe yaşanabilecek sorunlara da muhtemel baktığı görüşü hakimdir. Buna karşın yatırımlara olumsuz bakan kişilerin de muhtemel sorunlara da olumsuz bakıldığı gözlemlenmiştir. Korelasyon sonucu elde edilen analiz bize sektörde yer alan uzmanların endüstri 4.0 yatırımları konusunda ileriye dönük karar alma sürecinde kararsız oldukları konusunda görüş vermektedir.

Tablo 2: Anket Uygulaması Korelasyon Analizi

| | Yatırım Olumlu Yaklaşım | Yatırım Olumsuz Yaklaşım | Muhtemel Sorunlar |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| Yatırım Olumlu Yaklaşım | 1 | -,431** | ,524** |
| Yatırım Olumsuz Yaklaşım | -,431** | 1 | -,077 |
| Muhtemel Sorunlar | ,524** | -,077 | 1 |



Şekil 4. Anket Sorular Cevap Oranları

Anket sorularına verilen cevaplar Likert ölçeğine göre değerlendirilmiş olup tüm soruların cevap dağılımı Şekil 2 de gösterilmiştir. Ankete katılanların yapmış olduğu cevaplar grafik olarak gösterilmiştir. Anket maddelerini detaylı olarak analiz ettiğimizde sektörün yeni sürece ve yatırımlara bakışı hakkında detaylı sonuçlar elde ettik.

Grafikte Soru 1 olarak geçen “Araçların kendi kendine insan müdahalesi olmadan karar verenler (otonom akıllı sistemler) sistemlere sahip olması ulaşım performansına artış sağlayacaktır.” maddesine yüzde 35 “kesinlikle katılıyorum” görüşü bildirmiş ve yüzde 10 “kesinlikle katılmıyorum” görüşü iletmiştir. Bu madde konusunda verilen cevaplar analiz edildiğinde sektördeki katılımcıların büyük kısmı araçlarda kullanılacak otonom sistemlerin zaman içerisinde başarılı olacağı olumlu görüşlere sahip olduğunu iletmiştir. Benzeri oranlar soru 2 “Yeni Nesil depo otomasyonu teknolojileri ile operasyonlarda verimlilik artışı sağlanacaktır.” için de tespit edilmiştir. Bu sorulara katılımcılar %60 üzerinde olumlu yanıt dönmüştür. Depo teknolojileri ile ilgili çalışmalar sektördeki uzmanlarca büyük bir gelişim ve iyileştirme olarak görülmektedir. Soru 3 de yer alan “Lojistik Dataların analizi iş süreçlerinin analizi ve geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.” görüşüne %13 kesinlikle katılıyorum, %40 katılıyorum, %15 katılmıyorum ve yüzde 20 kesinlikle katılmıyorum cevapları verilmiştir. Bu cevaptan lojistik sektöründe data analizi ile ilgili çalışmalara büyük önem verildiği görülmektedir. Benzer oranlar soru 4 “ASRS (Otomatik yükleme ve boşaltma sistemleri) otomatik ayrıştırma sistemleri karlılık ve verimlilik artışı sağlayacaktır.” ve soru 5 “Görsel benzetimin gerçek dünya ile bütünleştirilmesi (artırılmış gerçeklik) depo yönetiminde kolaylık ve verimlilik artışı sağlayacaktır” için de geçerlidir. Depo sistemleri ve artırılmış gerçeklik çalışmaları da sektördeki uzmanlar tarafından önemli olarak görülmektedir.

Soru 6 “Paketleme süreçlerinde robot kullanılması kalite ve karlılık artışı sağlayacaktır”, soru 7 “Bulut bilişim sistemi uygulamaları lojistik uygulamalarında verimlilik artışı sağlayacaktır” ve soru 8 “4.,5. Ve 6. Parti lojistik hizmetleri lojistik sektöründe yer alacak ve fayda sağlayacaktır.” de %25 kararsız, yaklaşık %50 e varan oranlarda katılmıyorum görüşü tespit edilmiştir. Sektörün ağırlıklı olarak paketleme sürecine yapılacak yatırımlara olumsuz baktığı buna ek olarak bulut bilişim ve 4PL-5PL-6PL gibi kavramları da henüz içselleştiremediği tespit edilmiştir.

Faktör analizinde tespit edilmiş olan lojistik yatırımlarına olumsuz bakış açısının yer aldığı önermeler de sonuçlar analiz edildiğinde bazı önemli noktalar tespit edilmiştir. Firmalar tüm anket boyunca paketleme süreci yatırımlarına, bulut bilişim yatırımlarına olumsuz yanıtlar vermiştir. Depo

otomasyonu ise büyük oranlarda destek görmektedir. Soru 17 de yer alan “Küçük ve orta ölçekli firmalar için yanlış planlanan yatırımlar büyük iflaslara ve ekonomik krizlere neden olabilir” önermesi %70 olumlu bulunmuş olup firmaların yapılacak yatırımlar konusunda doğru yönlendirmelere ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Soru 18 de yer alan “Nesnelerin interneti ve robot sistemler kazaları ve kayıpları engellemekte yetersiz kalacaktır” önermesi katılımcıların otonom sistemlere olan olumlu görüşlerine göre olumsuz görülmüştür. Sektörün genel görüşü insansız otonom araçların büyük oranda verimlilik artışı sağlayacağı ve kazaların engelleneceği yönündedir. Soru 19 da “Lojistik sektöründe yapılacak yeni uygulamalar sayesinde verimlilik ve karlılık büyük oranda artacaktır” %40 kesin katılıyorum, %18 katılıyorum cevabı vermiştir buradan yenilikçi uygulamaların performansı konusunda büyük oranda olumlu beklenti olduğu tespit edilmektedir. Soru 20 de “İnsan hatasına bağlı kazalar ve kayıplar robot sistemler ile büyük oranda aşılabacaktır” benzer oranlarda katılımcılar tarafından kabul görmüş bir süreçtir.

V.SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenleri ülkemizde her alanda kendine yer bulmuş önemli başlıklar arasında yer alıyor. Ülkemizin daha önceki sanayi devrimlerine geç dahil olması ve buna bağlı ekonomisinde yaşadığı sorunlar içinde bulunan bu yeni sanayi devrimine çok daha fazla ilgi göstermesine neden olmaktadır. Yakın dönemde çoğu akademisyen ve araştırmacı bu konu üzerine yayınlarını yoğunlaştırmış olsa da dünyaya öncülük edecek noktaya ulaşamamıştır. Bu sebeple sanayi ve hizmet sektörlerinin her alanında devlet ve özel sektörde yer alan tüm kurumlar büyük bir iş birliği ile bu sürece dahil olmalı ve kendi süreçlerinin dijitalleşmesine yatırım yapmalıdır. Endüstri 4.0 sadece nesnelerin interneti, bulut bilişim ve 3d yazıcılar gibi teknolojik bazı araç gereçlerden ibaret olmayıp aynı zamanda insanın eğitimi ve girişimci olması, inovasyonun ön planda yer alması ve dijitalleşmenin tüm iş süreçlerine dağıtılması gibi büyük kapsamda bir yaklaşımdır.

Lojistik sektörü içerdiği yoğun rekabet ve değişim ortamı nedeniyle herşeyden önce teknolojiye ve onun getirdiği yeniliklere ihtiyaç duymaktadır. Ülkemiz bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu lojistik avantajlar ile tüm taşımacılık türlerinde ve lojistik yönetiminin tüm bileşenlerinde hızla dijitalleşme sürecine girmesi gerekmektedir. Ülkemizde lojistik sektörünün Endüstri 4.0 performansını ölçen geniş çaplı bir çalışma yapılmamış olmakla birlikte Tubitak (2016) tarafından yapılan çalışmada ülke genelinde Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında bir konumda olduğu görülmektedir. Bu bilgiye ek olarak ülkemizde lojistik sektörünün çok

farklı dinamiklere sahip olduğu gerçeği de göz önüne alınmalıdır. Sektörün büyük kısmı küçük ve orta ölçekli firmalardan oluşmakla birlikte maliyet avantajı sağlamak için yatırımlar yetersiz kalmaktadır. Buna ek olarak sektörün öncü firmaları ilerleyen teknolojik gelişmelerin avantajlarından faydalanmak için büyük oranlarda yatırımlar yapmaktadır. Lojistik firmaları için bir değerlendirme yapılmak istendiğinde sektörde yer alan firmaları adet bazlı olarak değil ciro olarak sıralamak ve değerlendirme bu yönlü daha doğru olacaktır. Buna ek olarak lojistik sektöründe Endüstri 4.0 hangi bileşenleri yer alacağı konusunda da çalışma yapmak gerekmektedir. Araştırmamızda elde ettiğimiz verilerde teknolojik anlamda nesnelerin interneti, robotik, veri madenciliği, depo otomasyon sistemleri gibi teknolojiler sektörün ihtiyaçlarını karşılama konusunda yeterli gelmektedir. Endüstri 4.0 olgunluk modellerinde yer alan siber fiziksel sistemler, 3D yazıcılar ve diğer teknolojiler lojistik sektörü için etkili ve verimli olmamaktadır. Ülkemiz genelinde kamu tarafından da destek verilerek sektörün ihtiyaçlarını ölçen ve yön gösteren bir çalışma yapılması büyük önem taşımaktadır.

Yaptığımız anket çalışmasında sektörün görüşlerini aldık ve sektördeki ihtiyaçları belirlemeye çalıştık. Bu çalışmalarda sektörde Endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığı, bazı teknolojik bileşenlerin olumsuz görüşlere neden olduğunu tespit ettik. Sektör genelinde çoğunlukla küçük ve orta ölçekli firmalar yer alması firmalara endüstri 4.0 yolculuklarındaki yatırım planlarının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlarda lojistik sektörü içerisindeki temel ihtiyaçların nitelikli iş gücü, doğru yatırım ve teknoloji yönetimi yapılması, sektöre dair süreçlerin ve verilerin doğru analiz edilmesi gibi ihtiyaçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Lojistik eğitiminin yeni teknolojiler göz önüne alınarak hazırlanması gerekmektedir. Şirketlere yatırımlar yapabilmeleri için teşvikler ve vergi avantajları sağlanmalıdır. Lojistik sektöründe küresel firmalara sahip olabilmek için değişen dünyayı ve değişen teknolojileri şirketlerin doğru anlaması ve kurum kültürüne doğru aktarması şarttır. Gelecek çalışmalarda otonom sistemlerde, veri madenciliğinde ve artırılmış gerçeklik teknolojisinde lojistik uygulamaları daha detaylı araştırılması araştırmacılar için katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Ackermann R, 2013, M2M, Internet of Things and Industry 4.0 – An Industry Perspective, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Second_German-Indian-Workshop/India_01_13_Industrie40_m2m_Ackermann_SAP.pdf, (available on 28.08.2017)

- [2] Adeyeri S., Kanisuru M., Khumbulani M., Olukorede T. (2015), Integration of Agent Technology into Manufacturing Enterprise: A Review and Platform for Industry 4.0, *Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai*, United Arab Emirates (UAE), pages 1625-1635
- [3] Alayaa M., Banouara D., Monteila S., Chassota Z., Drira T. (2014), OM2M: Extensible ETSI-compliant M2M service platform with self-configuration capability, *Computer Science*, vol. 32, pp. 1079-1086
- [4] Baygin M., Yetis H., Karakose M., Akin E. (2016), An Effect Analysis of industry 4.0 to Higher Education, *2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, July 10-12, 2017, Ohrid, Macedonia
- [5] Biral A., Centenaro M., Zanella A., Vangelista L., Zorzi M. (2015), The challenges of M2M massive access in wireless cellular networks, *Digital Communications and Networks*, Vol 1, No 1, pp. 1-19
- [6] Bourke R., Mentis M. (2014), An assessment framework for inclusive education: integrating assessment approaches, *Assessment in education*, volume 21, No. 4, pages 384-397
- [7] Büyüköztürk Ş., "Faktör Analizi", *Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi*, 2002
- [8] Dener M., Bostancıoğlu C., (2015) Smart Technologies with Wireless Sensor Networks, *Social and Behavioral Sciences* Vol 195, pp. 1915 – 1921
- [9] Fallera C., Feldmüllera D. (2015), Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs, *The 5th Conference on Learning Factories 2015*, Volume 32, 2015, Pages 88-91
- [10] Filippi S., Barattin D. (2012), Classification and Selection of Prototyping Activities for Interaction Design, *Intelligent Information Management*, volume 4, Pages 147-156
- [11] Giasiranis S., Sofos L. (2016), Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of "Representation of the Information on Computers" in Junior High School, *Creative Education*, volume 7, pages 1270-1291
- [12] Hofmann E., Rüscher M. (2017), Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, *Computers in Industry*, Vol. 89, Pages 23-24
- [13] Ignaccolo M. (2010), A simulation model for airport capacity and delay analysis, *Transportation Planning and Technology*, April 2003 Vol. 26, No 2, Pages. 135–170
- [14] Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., (2013), Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0: Final report of the Industry 4.0 Working Group, 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 Kba S. (2015), Cloud based health system, *Computer Science*, volume 18, pages 989-1000 (accessed in 22.05.2017)
- [15] Kim H., Lee S., Park H., Lee G., (2005), A model for a simulation-based shipbuilding system in a shipyard manufacturing process, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 18, No 6, September 2005, Pages. 427 – 441
- [16] Lee J., Bagheri B., Kao H. (2015a), "A cyber systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing Systems", *Manufacturing Letters*, Volume 3, Pages 18–23
- [17] MUSİAD(2018), Lojistik Endüstri 4.0 raporu http://www.musiad.org.tr/F/Root/Pdf/lojistik_raporlari_2017_12_25.PDF
- [18] Pan M., Kraft M. (2015) Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-Park, *Energy Procedia*, Volume 75, August 2015, Pages 1536-1541
- [19] Peres R., Parreira-Rocha M., Rocha A., Barbosa J., Leitão P., Barata J. (2016), Selection of a Data Exchange Format for Industry 4.0 manufacturing Systems, *Industrial Electronics Society, IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE*, 23-26 Oct. 2016, Florence, Italy
- [20] Qin J., Liu Y., Grosvenora R. (2007) A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond, *Virtual Production*, Volume 52, 2016, Pages 173-178
- [21] Rosendahl R., Schmidt N., Lüder A., Ryashentseva D. (2016), Industry 4.0 value networks in legacy systems, *Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2015 IEEE 20th Conference on*, 8-11 Sept. 2015, Luxembourg, Luxembourg
- [22] Ruivo P., Oliveira T., Neto M. (2014a), ERP post-adoption: value impact on firm performance, *Information Systems and Technologies (CISTI), 2012 7th Iberian Conference on*, 20-23 June 2012, Madrid, Spain
- [23] Schouh G., Gartzten T., Marks A. (2015), Promoting work-based learning through Industry 4.0, *CIRP Conference on Learning Factories*, Volume 32, 2015, Pages 82-87
- [24] Schumacher A., Erol S, Sihna W. (2016), A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises, *Reconfigurable & Virtual Production*, volume 52, pages 161-166
- [25] Shi Y, Lin L., Zhou C., Zhu M., Xie L. Chai G. (2017), A study of an assisting robot for mandible plastic surgery based on augmented reality, *Minimally Invasive Therapy and Allied Technologies*, Vol. 26, No 1, pp.23–30
- [26] Sogoti (2014), Industry 4.0 report, <https://www.fr.sogeti.com/globalassets/global/downloads/reports/vint-research-3-the-fourth-industrial-revolution>, accessed in (23.05.2017)
- [27] Stock T., Seliger G. (2016), Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, *School of economy*, Volume 40, 2016, Pages 536-541
- [28] Sun C. (2012), Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things, *Procedia Computer Science*, Volume 1, 2012, Pages 106-111
- [29] Tekez E., Taşdeviren G. (2016), A model to assess leanness capability of enterprises, *Procedia Computer Science*, volume 100, pages 776-781

- [30] TÜBİTAK (2016), Endüstri 4.0 Yeni Sanayi Devrimi Yol Haritası, 3-4 Kasım 2016, Tubitak Ankara
- [31] Tuncel C., Polat A. (2016) Sectoral system of innovation and sources of technological change in machinery industry: an investigation on Turkish machinery industry, *Innovation and Business Management*, Volume 229, Pages 214-225
- [32] TUSIAD (2016), Tusiad industry 4.0 in turkey as an imperative for global competitiveness an emerging market perspective, http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/download/7848_180faab86b5ec60d04ec929643ce6e45 accessed in (23.05.2017)
- [33] UK Government office, Education Report of IOT technology, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf (accessed in 18.06.2017)
- [34] Wang X. ,Chen R. (2009), An experimental study on collaborative effectiveness of augmented reality potentials in urban design, *CoDesign* ,Vol. 5, No. 4, pp.229–244
- [35] Weyer S., Schmitt M., Ohmer M., Gorecky D. (2015), Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, *Multi-vendor production systems*, Volume 48, Issue 3, Pages 579-584
- [36] Witkowski K. (2017), Internet of Things, Big Data, Industry 4.0, Innovative Solutions in Logistics and Supply Chain Management, *Procedia Engineering*, Vol. 182, pages 763-769
- [37] Xinga Y., Malcolm R., Hornera W., El-Harama M., Bebbington J. (2009), A framework model for assessing sustainability impacts of urban development, *Accounting Forum*, Volume 33, Issue 3, September 2009, Pages 209-224
- [38] Yusof M., Othman M, Omar Y. and Yusof M. (2013), The Study on the Application of Business Intelligence in Manufacturing: A Review, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 10, Issue 1, No 3,317-324
- [39] Zarte M., Pechmann A. (2016), Building an Industry 4.0-compliant lab environment to demonstrate connectivity between shopfloor and IT levels of an enterprise, *Industrial Electronics Society , IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE, 23-26 Oct. 2016, Florence, Italy*