

SANAYİ İŞLETMELERİNİN TEDARİK ZİNCİRİ FONKSİYONLARININ DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ

Çiler ÇALLI¹, Didem ÖZER ÇAYLAN²

ÖZET

Amaç: Bu çalışma sanayi işletmelerinin Endüstri 4.0 unsurlarına hangi düzeyde hâkim olduğunu belirlemek, literatürde belirtilen etkilerin reel ile ilgisini anlamak ve adaptasyon sürecinde yaşananları tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem: 2019 Şubat ayında yapılan ön çalışma listesinde yer alan sanayi işletmeleriyle çevrim içi olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji deseni kullanılarak içerik analizi tekniğiyle incelenen görüşme deşifreleri MAXQDA programında kodlanarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Büyük sanayi işletmelerinin Endüstri 4.0 unsurlarından en çok hangilerini kullandıkları, adaptasyon süreçleri, yaptıkları yatırımın geri dönüşü başlıklarda bulgulara ulaşılmıştır.

Özgünlük: Literatürde dördüncü sanayi devriminin sanayi işletmelerine, özellikle satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkilerine dair kaynakların sayısının yetersiz olmasına karşın bu çalışmada Endüstri 4.0 unsurlarını uygulayan sanayi işletmelerinin satın alma ve lojistik fonksiyonu yetkili/yöneticilerinin görüşlerinin yer alması bu çalışmanın özgünlüğünü sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi İşletmeleri, Tedarik Zinciri Yönetimi, Satın Alma ve Lojistik.

JEL Kodları: D23, L60, M10, O33.

DIGITAL TRANSFORMATION OF SUPPLY CHAIN FUNCTIONS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

ABSTRACT

Purpose: This study was carried out in order to determine the level at which industrial enterprises dominate the elements of Industry 4.0, to understand the relevance of the effects specified in the literature with the real, and to determine what happened during the adaptation process.

Methodology: Semi-structured face-to-face interviews with the industrial enterprises which were included in the preliminary study list made in February 2019 were conducted online. The interview transcripts, which were analysed by content analysis technique using the phenomenology design as a qualitative research method, were evaluated by coding them in the MAXQDA program.

Findings: Findings such as which of the Industry 4.0 elements are most used by large industrial enterprises, adaptation processes, return on investment have been reached.

Originality: Insufficient number of resources in the literature on the effects of the fourth industrial revolution on industrial enterprises, especially on purchasing and logistics functions, and the opinions of the purchasing and logistics function officials/managers of industrial enterprises that implement Industry 4.0 elements provide the originality of this study.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Enterprises, Supply Chain Management, Procurement and Logistics.

JEL Codes: D23, L60, M10, O33.

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, cilercalli@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7426-387X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

²Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, İzmir, Türkiye, didem.oz@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8994-4715.

1. GİRİŞ

Her türlü işletmenin gerçekleştirdiği her türlü ekonomik faaliyet olarak değerlendirilen sanayi (Koç ve diğerleri, 2017: 16) sektör olarak 2019 verilerine göre Türkiye’de %25,3’lük istihdam yaratmıştır (TÜİK, 2020a) ve 2020 yılında gayri safi yurtiçi hâsıla içinde %25,26’lık paya sahiptir (TÜİK, 2021). En yalın şekliyle sanayi, teknolojinin ekonomik aktivite ile birleşmesidir (Günay, 2002: 11). Uygulamalı bilimin bir ürünü olan teknoloji (Günay, 2002: 10) ise “Bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi” (TDK, 2020) olarak tanımlanabilir. İlk defa 1984 yılında Perez tarafından kullanılan, “teknolojik paradigma” kavramı, yeni teknolojiler yayıldıkça gelişen ekonomideki etkilerini farklılaştırır ve sosyo-kurumsal yapıları değiştirir (Perez, 2009: 14). Teknolojik devrimle ilişkili olan tekno-ekonomik paradigma o dönemdeki hakim olan teknoloji konusundaki sağduyuyu anlatır (Börü ve Demiröz, 2019: 256). Teknolojik devrimler kendi tekno-ekonomik paradigmasını yaratır, yeni altyapıların pazarları genişletmesi ve yaygın yeni teknolojilerle birlikte tüm faaliyet ve sektörlerde verimlilikte sıçrama yaratır (Perez, 2012: 214). Perez, teknoloji devrimin başlayıp, onun tekno-ekonomik paradigmasının yayılması ile ekonominin çok ötesinde etkiler yaratan bu sürece *büyük gelişme dalgası* adını vermiştir (Börü ve Demiröz, 2019: 257). Dalgalar, her biri toplamda yaklaşık 40-60 yıl süren S eğrisi çizerek kurulma ve yayılma aşamalarından oluşan bir süreci ifade eder (Perez, 2011: 20).

Bulunan teknolojik gelişmelerin sanayide/üretimde kullanılması sonucunda ortaya çıkan sanayi devrimi kavramı olarak ilk kez Arnold Toynbee tarafından kullanılmıştır (Bezanson, 1922: 343). Buharlı motorun icadı, sömürgelerden gelen pamukların yoğun kumaş talebini karşılamasını sağlayan Edmund Cartwright’ın su gücüyle çalışan ilk dokuma tezgâhını 1785’te keşfetmesini sağlar (Britanica, 2020). Bu keşif de *birinci sanayi devriminin* başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Kagermann ve diğerleri, 2013: 13; Fırat S. ve Fırat O., 2017: 11; Genç, 2018: 237). Demiryolu ağının yayılması bu döneme bir ivme kazandırmıştır (Tutar ve diğerleri, 2018:198). Kömür, demir ve buharın yaygın kullanımı (Perez, 2009: 12) sayesinde taşımacılık mekanikleşmiştir (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192). Başlangıcı elektrikli seri üretim (Tekin, 2018: 252) ile 1870 olarak kabul edilen *ikinci sanayi devrimine* (Mokyr, 1999:1) Henry Ford tarafından kurulan montaj hattı hız kazandırmıştır. 1973 petrol krizine kadar devam eden tek tipe dayalı seri üretim (Alçın, 2016:20) sistemi, üretim maliyetlerini düşürerek verimliliği arttırmıştır (Tutar ve diğerleri, 2018:198). Elektrik, çelik, bakır, alüminyum ve petrol kaynaklarının kullanımı sayesinde demir yolları ve hava taşımacılığı artmış ve konteynır taşımacılığı başlamış olan bu dönem, yük taşımanın otomasyonu olarak adlandırılır (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192). 1969’da programlanabilir mantık kontrolü (PLC) bilgisayarların sanayide (Soylu, 2018: 44) özellikle imalat, tasarım ve planlamada (Xu ve diğerleri, 2018: 2942) kullanılması ile birlikte başlayan *üçüncü sanayi devriminde* üretim süreçleri otomasyona bağlanmıştır (Gökten, 2018: 882). Bu dönemde küresel tedarik zinciri ve yazılımlar sayesinde planlanıp kontrol edilebilen depolar, forkliftler, otomatik hatlar ya da robotlar tarafından sağlanan fabrika içi taşıma ve üretime başlamadan planlanan taşıma ve teslimat süreleriyle lojistik yönetim sistemi geliştirilmiştir (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192). Sanayi devrimlerinin teknolojinin sanayide kullanılması ile oluştuğu göz önüne alınırsa, Prof. Carlata’nın Yayılım Örüntüsü tablosuna sanayi devrimlerini yerleştirebiliriz. Aşağıda yer alan Şekil 1’de de gördüğümüz üzere genelde sanayi devrimleri teknolojik devrimlerin yayılma dönemlerinde ortaya çıkmaktadır ve bugün, içinde bulunduğumuz asır başında başlayan ve dijital devrim üzerinde yükselen dördüncü sanayi devriminin başlangıcında (Schwab, 2017: 16) ve beşinci teknoloji devriminin yayılma aşamasında bulunmaktayız (Kaya, 2017).



Şekil 1. Teknoloji ve sanayi devrimleri birleşimi (Denning, 2017 ve Sağiroğlu, 2018’deki bilgilerden birleştirilmiştir)

Bir işletmenin ana fonksiyonlarından biri olan tedarik zinciri yönetimi, Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyoneller Birliği tarafından; satın alma, dönüştürme ve tüm lojistik yönetim aktivitelerini kapsayan bütün işlemlerin planlanması ve yönetimi (CSCMP, 2021) olarak tanımlamıştır. Mal ve servislerin satın alınmasından, üretimine ve son tüketiciye gidene kadar birbirini takip eden tüm halkaları kapsayan (Türker ve diğerleri, 2005: 461) ve hammadde satıcısından müşteriye dek uzanan bilgi ve malzeme akışının temin edildiği süreçlerden oluşan (Kağnıcıoğlu, 2007: 33) TZY'nin temeli, bilgi entegrasyonudur (Lou ve diğerleri, 2011: 1).

“Araştırıp bulma, sağlama, elde etme” (TDK, 2021) anlamına gelen tedarik yani satın alma, işletmelerde dar anlamda yalnız üretim girdisi olarak düşünülür (Türker ve diğerleri, 2005: 459). Bir işletmenin rekabet gücünün önemli bir itici gücü (Glavee-Geo, 2015: 389) olan satın alma, emniyete alınmış en uygun koşullarda işletmenin ana ve yardımcı faaliyetlerinin üretimi, tamiri ve yönetimi için gerekli bilgi, mal, servis ve kapasitenin dış kaynaklardan sağlanmasının yönetimidir (Van Weele, 2009: 8). Satın alma satılan ürün maliyetinin %68'nin üretime kadar olan süreçte oluştuğu (Şahin, 2004: 8) bilincine varıldığından beri, sanayi işletmelerinde destek işlevi olarak görülmekte, önemi artarak sürdürülebilirlik hedefleri ile birlikte yer almaktadır (Bag ve diğerleri, 2020: 11). 1950'lerden önce lojistik askeri bir terim olarak düşünülmekteyken (Ballou, 2007: 333) 1980'lere kadar bitmiş mal ve hizmetlerin fiziksel dağıtımı ve depo yönetimi olarak tanımlanmış, küreselleşen dünya ve gelişen teknoloji ile lojistik tanımı çok defa değişmiştir (Gundlach ve diğerleri, 2006: 432). Satın alma ve lojistik faaliyetlerini bütünleştirme konusunda çok az çalışma yapılmıştır (Kağnıcıoğlu, 2007: 42-56). Literatürde ilk defa 1982 yılında kullanılan (Cooper ve diğerleri, 1997: 1) tedarik zinciri ve lojistikle ilgili yazılan makalelere bakıldığında, bu konuların öneminin 2010 yılından sonra anlaşıldığı görülmektedir (Suvacı, 2016: 272). Bu çalışmada işletmelerin satın alma ve lojistik fonksiyonu yetkili/yöneticileri ile görüşülerek dördüncü sanayi devrimi unsurlarını nasıl tanımladıkları, hangi işlemlerde kullandıkları, adaptasyon süreçleri ile birlikte yaptıkları yatırımların geri dönüşünün tespiti amaçlanmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde; literatürde Endüstri 4.0 ve satın alma ile lojistik fonksiyonlarına etkileri araştırılmış, üçüncü bölümde çalışmanın amacı ve yöntemi, dördüncü bölümde bulgular ve tartışma ve son bölümünde ise sonuç yer almaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

En yalın haliyle gömülü sistemlerden siber fiziksel sistemlere teknolojik dönüşüm (GTAI, 2013: 6) olarak adlandırabileceğimiz Endüstri 4.0, akıllı ürünler ve üretim süreçleri üzerine odaklanmış (Brettel ve diğerleri, 2014: 38) gelecekte başkalarıyla rekabet edebilme stratejisi (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 469) olarak tanımlanmıştır. Amaç daha esnek, daha düşük maliyetli, daha hızlı, daha kaliteli ve verimli üretimin (Kılıç ve Alkan, 2018: 32) yanı sıra çalışma hızını ve güvenilirliğini arttırmak ve sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sağlamak olarak sıralanabilir (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1679). Verimlilik artışı için üretim sisteminde; (1) bilgi teknolojilerinde küreselleşme, (2) bilginin sürekli güncel olan tek kaynaktan alınması, (3) otomasyon ve (4) işbirliği gibi ön koşullar gereklidir (Schuh ve diğerleri, 2014: 52). 2015 yılında McKinsey 122 tedarik zincirinde yaptığı araştırmaya göre dördüncü sanayi devrimi gelirde %23, verimlilikte ise %26'lık bir artış sağlayacaktır (Szozda, 2017: 406). Üretimde esnekliğin, hızın, kalitenin (Soyak, 2017: 75) verimliliğin ve birliğin artmasının (Oesterreich ve Teuteberg, 2016: 135) ve daha iyi müşteri ilişkileri kazandırmasının (Dev ve diğerleri, 2020: 2) yanı sıra işlemlerin basitleşerek, stokların iyileşmesi ve tedarik zincirinin şeffaflaşması (Özkan ve diğerleri, 2018: 10-11) maliyet (Stăncioiu, 2017: 76) ve teslimat sürelerinde düşüş ile birlikte küçük parti boyutlarıyla özelleştirme (Shafiq ve diğerleri, 2015: 1149) dördüncü sanayi devriminin getireceği fırsatlar olarak sayılabilir. Bunun yanında, Benedikt ve Osborne'nun (2013: 48) yaptığı çalışmalarda 702 meslek grubu içerisinde dördüncü sanayi devriminden en çok etkilenen iş grubunun taşımacılık, lojistik ve üretim alanlarında kas gücü ile çalışan mavi yakalıların olduğu görülmüştür. Almanya'da yapılan bir çalışma sonucuna göre, bir işletmenin dördüncü sanayi devrimi vizyonunu gerçekleştirme ve uygulaması için gerekli sürenin 4 ila 10 yıl arasında (ortalamada yaklaşık 7 yıl) olması beklenmektedir (Glas ve Kleemann, 2016: 61). Başka bir çalışma ise birçok dördüncü sanayi devrimi unsurunun uygulama testi yapıldığı halde, tam olarak dördüncü sanayi devrimine geçiş yapılamadığı ve teknoloji hazır olsa dahi büyük işletmelerde dördüncü sanayi devrimi uygulamasının 5 ila 10 yıl gibi bir süre alacağı ortaya çıkmıştır (Patel ve diğerleri, 2019: 26). Bu çalışma ile Türkiye'de Endüstri 4.0'ı uygulayan sanayi işletmelerinin yatırımlarının geri dönüş süreleri ile birlikte literatürde henüz pek yer almayan adaptasyon süreçleri ve yaşadıkları zorluklar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Merkezleri Almanya, Avusturya ve İsviçre'de olan, satın alma 4.0 uygulanmaya başlanan, değişik büyüklükte ve sektörde olan yirmi beş işletme ve iki üniversitenin temsilcileriyle yapılan çalışmada (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 10) tüm katılımcılar dijitalleşme ve dördüncü sanayi devrimi ile birlikte satın almanın tamamen değişeceğini düşünmekle (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 18) birlikte, katılımcıların %72'si dördüncü sanayi devriminin uygulamasında aktif bir rol oynadığını, %28'i ise itici güç olduğunu açıklamıştır (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 22). Dördüncü sanayi devrimi farklı tedarik zinciri kaynaklarından aldığı

gerçek zamanlı zengin bilgiyi etkili tedarik zinciri tasarım kararları için kullanılabilir hale getirerek (Kamble ve diğerleri, 2018: 421) satın alma verimliliğini artırıp maliyeti düşüren tam satın alma kontrol sistemi sağlayabilir (Xie ve diğerleri, 2020: 712). Yeni sistemler sayesinde satın alma ve dağıtım artan bir şekilde kişiselleşecektir (Lasi ve diğerleri, 2014: 240).

Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının lojistikte kullanılmalarının esas gayeleri; maliyetlerin ve çevreye yapılan olumsuz etkinin düşürülmesi, yeni iş örneklerinin planlaması ve izlenebilirliğin artırılmasıdır (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1690). “Akıllı lojistik” olarak da bilinen “Lojistik 4.0”ı, esnekliğin ve piyasa değişkenlerine uyumun arttığı, maliyetlerin düştüğü ve müşteri gereksinimlerinin optimum miktar ve hızda cevaplandığı yeni bir lojistik düzen olarak da tanımlanabilir (Bakan ve Şekkeli, 2018: 19). 1980’lerden beri kullanılan RFID sisteminde görüntü olmadığı için bazı karışıklıklar olabilir. Gelişen teknoloji ile birlikte artırılmış gerçeklik, RFID sistemi ile birleşerek okutulan malın görüntüsünü de görmemizi sağlayan bir sisteme dönüşmüştür (Ginters ve Martin-Gutierrez, 2013: 4-9). Nesnelerin interneti ve büyük veri teknolojileri de lojistik sektöründe ağırlıklı olarak kullanılmaktadır (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1692). Endüstri 4.0 unsurlarının satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkileri şu şekilde özetlenmiştir.

Akıllı/Özerk Robotlar: Robotlar bir işletmede ek masrafları olmayan sınırsız iş gücü yaratma potansiyeline sahiptir (Merlino ve Spröge, 2017: 314) ve robot kullanımı ürün stok kontrolünü geliştirerek sipariş doğruluğunu artırır (Keow ve Nee, 2018: 28). Robot kullanımının satın alma uzmanlarının iş yüklerini azaltarak onların katma değeri yüksek işlere odaklanmasını sağlarken işten çıkarmalara ise “mutlaka” yol açmayacağı yer almaktadır (Viale ve Zouari, 2020: 193)

Simülasyon: Simülasyon, alternatiflerin karşılaştırmalı analizi ve değerlendirilmesi için bize etkili bir yaklaşım sunar (Okada ve diğerleri, 2016: 373) makine kurulum sürelerini düşürür ve kaliteyi artırır (Kamble ve diğerleri, 2018: 417; Soylu, 2018: 48) zaman, malzeme, enerji ve finansal tasarruf sağlar (Straka ve diğerleri, 2020: 28) ancak simülasyon bir optimizasyon tekniği olmadığı için en iyi neticeyi vereceği ve alınanların da aynen olacağına güvenmesi yoldur (Yavuz, 2005: 4).

Yatay ve Dikey Entegrasyon: Yatay entegrasyonda, malzemeden ürün çıkana kadar ki döngünün lojistiğine kadar değer yaratma bölümleriyle entegre edilirken; dikey entegrasyonda ise değer yaratma ve üretim sistemlerinin farklı toplama seviyeleriyle birlikte ürün, ekipman ve insan ihtiyaçlarını bütünleştirir (Lu, 2017: 7).

Nesnelerin İnterneti (IoT): Sensör ağlar yardımı ile toplanan gerçek zamanlı bilgiler sayesinde; ulaşım yönetiminde iyileşme, çevresel etkilerin aza indirilmesi ve tarafların ulaştırma hizmetinden sağladıkları faydayı maksimum kılmak amaçlanmaktadır (Özdemir ve Özgüner, 2018: 44). Nesnelerin interneti insanlarla birlikte (Betti ve diğerleri, 2020: 142) tedarik zinciri için bilgi paylaşımını ve güvenliği artırır (Wamba ve Queiroz, 2020: 1).

Siber Güvenlik: Modern üretim tekniklerinden kaynaklanan siber fiziksel güvenlik sorunlarının üstesinden gelerek, kritik verileri doğrudan makinelere merkezileştirmiş bir kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreciyle direkt makineye iletir (Wegner ve diğerleri, 2017: 69). Siber güvenliğin bilgi işlem tedarik sürecine katılımı 2016 yılından bu yana kayda değer bir gelişme göstermiştir (Maurer ve diğerleri, 2021: 29).

Bulut Bilişim: Bulut bilişim TZY’indeki tüm halkalar arasında eş zamanlı iletişim yaratarak, işletmelerce oluşacak talepler için üretim işletmelerin stok düzeylerinde düşüş yaratabilecektir (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350). Bulut bilişim, lojistikte manuel işlemlerin otomasyonu ile beraber zaman ve maliyeti düşürmüş verimliliği arttırmıştır (Yılmaz ve Duman, 2019b: 196).

3 Boyutlu (3D) Yazıcılar: Yedek parçanın depolanması ve buna sermaye bağlanmasına gerek kalmayarak (Yılmaz ve Duman, 2019b: 197) tedarik riskini azaltacaktır (Ivanov ve diğerleri, 2018: 833). Ayrıca TZY’nin müşteri odaklılık, uyum, hızlı yanıt, verimlilik gibi belli başlı birçok kavramını doğrudan destekler özelliğindedir (Akyüz, 2019: 124).

Arttırılmış Gerçeklik: Deponun ve aracın doğru ve optimum kapasite ile yerleşim planı yapılmasını sağlayabilir (Yılmaz ve Duman, 2019a: 3-4)

Büyük Veri: Tedarik zinciri maliyetlerinde azalma, değişen ortamda daha hızlı yanıt verme, verimlilik elde etme, operasyon planlama ve satış becerilerini geliştirerek daha güçlü tedarikçi ilişkileri sağlamaya yardımcı olan büyük verinin (Gunasekaran ve diğerleri, 2017: 311) analizleri işletme performansını artırıcı etkiye sahiptir (Ji-fan Ren ve diğerleri, 2017: 5021). Pellengahr ve diğerlerinin (2016: 25) yaptığı çalışma sonuçlarında büyük verinin satın alma için kilit rol oynadığı ve özetlenen verilerin karar verme sürecinin temelini oluşturduğu görülmüştür. Büyük veri sayesinde tedarik maliyetinin düşürülmesi için yeni fırsatlar keşfedilebilir ve satın alma randımanı %10’dan %30’a arttırılabilir (Khuan ve Swee, 2018: 54).

Siber Fiziksel Sistemler (CPS): Üretimin her seviyesini birbirine özerk ve işbirlikçi unsurlar ve alt sistemlerle bağlar (Monostori ve diğerleri, 2016: 624). Lojistik sistemler, siber fiziksel sistemlerin kullanımı için bilgi ve mal akışı, temel fonksiyonların karmaşasını çözmek ve süreç adaptasyonu bakımından iyi alanlar sağlamaktadır (Prasse ve diğerleri, 2014: 55).

Akıllı Fabrikalar: Akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler ana destek olup tüm ekipman, insan, mal ve ürün, operasyon ve süreçlerin olduğu eş zamanlı çalışan, biri fiziksel diğeri sanal olan iki takım sistem vardır (Davies ve diğerleri, 2017: 1289; Zhang ve diğerleri, 2017: 141). Akıllı üretim, tedarik zincirine; etkinliği ve kaliteyi artırma, belirgin maliyet düşüşü, esneklik, genişletilmiş sorumluluk gibi faydalar sağlamaktadır (Menon ve diğerleri, 2018: 181).

Blok zincir (Blockchain): Blok zincir teknolojisi ile tek bir kuruluş tarafından yönetilmeyen, paylaşılan ve güvenilir bir bilgi sistemi olduğundan bu veriler her adımda herkes tarafından kullanılabilir ve dolayısıyla hem işletmeler hem de tüketiciler için şeffaflığı artırır (Betti ve diğerleri, 2020: 140). Blok zincir özellikli akıllı sözleşmelerin kullanılması sayesinde satın alma süreçlerindeki yolsuzluk azalacaktır (Akaba ve diğerleri, 2020: 9).

Küpper ve diğerleri (2016) üretim yöneticileri ile Pellengahr ve diğerleri (2016: 25) satın alma yöneticileri ile endüstri 4.0 üzerine nicel çalışma, Viale ve Zouari (2020: 193) ise vaka analizi kullanarak nitel çalışma yapmışlardır. Yarı yapılandırılmış birebir satın alma ve lojistik yöneticileri ile görüşüldüğü bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojiyi kullanarak alanındaki bir boşluğu doldurmuştur.

3. YÖNTEM

Bu çalışmanın yapıma amacı, dördüncü sanayi devrimi unsurlarını adapte eden işletmeler dördüncü sanayi devrimini nasıl tanımlıyorlar, adaptasyon süreci ve yaşanan zorluklar nelerdir sorularına yanıt aramaktır.

Sosyal bilimcilerin ilk kullanımlarının 1960'lara uzandığı nitel araştırma yöntemi (Tanyaş, 2014: 25) yorumlayıcı ve natüralist bir yaklaşım içermesi (Denzin ve Lincoln, 2008: 4), insan deneyimlerinin derinlemesine incelenmesini sağlaması (Kıral, 2020: 172), tanımlayıcı olması ve sonuçtan çok süreçle ilgilenmesi (Bogdan ve Bilken, 1992: 5-6) nedenleriyle kullanılmış ve araştırma deseni olarak fenomenoloji seçilmiştir. Araştırma konusunu deneyimlemiş kişilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler ZOOM iletişim programı aracılığı ile internet üzerinden yüz yüze yapılarak toplanan veri MAXQDA programında analiz edilmiştir.

Katılımcılar yaşları itibariyle; ikisi X kuşağına, kalanı Y kuşağına mensuptur, katılımcıların arasında Z kuşağından bir yetkili/yönetici bulunmamaktadır. Katılımcıların ikisi 5 sene ve altında; üçü 5-10 sene arasında; kalan dördü de 10 sene ve üstünde aynı işletmede çalışmaktadır. Katılımcıların pozisyonları; 1 grup tedarik zinciri müdürü, 2 tedarik zinciri müdürü, 2 lojistik müdürü, 1 tedarikçi müdürü, 1 tedarikçi performans geliştirme sorumlusu, 1 tedarik kalite mühendisi ve 1 satın alma uzmanı şeklindedir. Çalışan sayısı bakımından büyük işletme statüsüne giren işletmelerin beşi çok uluslu, biri yabancı ortaklı ve üçü de yerli sermayeye sahiptir. İşletmelerin 5'i yaşları bakımından 50 ve üzeri, geri kalanı da 40 yıl altıdır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmanın amacına istinaden hazırlanan araştırma soruları doğrultusunda yapılan görüşmelerin analizi sonucunda ulaşılan beş temadan sadece satın alma ve lojistik ile ilgili olanlar detaylandırılacaktır.

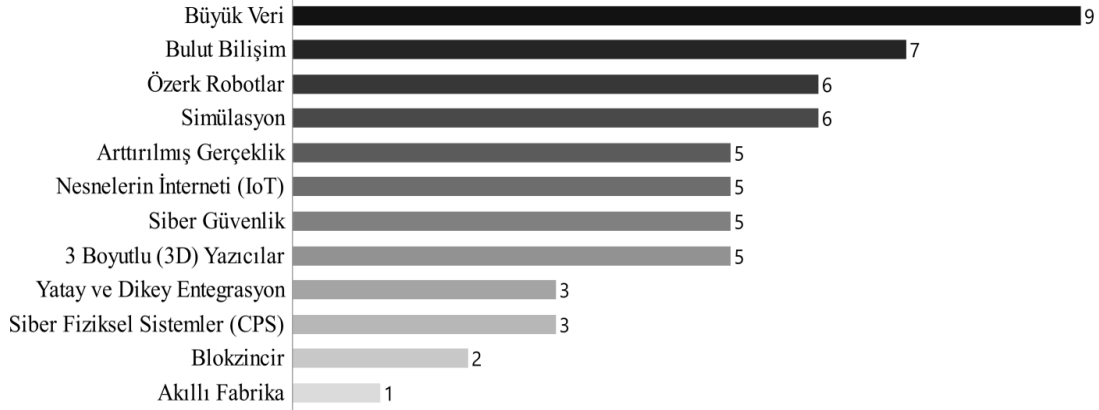
4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Tanımına İlişkin Bulgular

Yapılan görüşmelerde katılımcılar dördüncü sanayi devrimi için "*sürekli gelişmeye devam eden süreç*", "*dijitalleşme*", "*ileri teknoloji*" veya "*teknolojik gelişim*" gibi kavramlar kullanılmıştır. Katılımcılar dördüncü sanayi devrimi demek yerine *endüstri 4.0* demeyi tercih etmişler ve görüşmelerde katılımcılar tarafından toplamda 54 kez *endüstri 4.0*, 3 kez de *dördüncü sanayi devrimi* kelime öbeği kullanılmıştır. Dördüncü sanayi devriminin "*tam anlaşılmadığını*" düşünenlerin yanı sıra "*en yüksek teknolojiyi en iyi şekilde kullanma*" olarak da tanımlamış, "*iyileştirme*" olarak gören katılımcı devrim yerine "*değişiklik*" demenin daha doğru olacağını düşündüğünü iletmiştir. Dördüncü sanayi devrimini "*teknoloji kullanımı*" olarak gören katılımcılardan çok uluslu bir işletmede 18 yıldır çalışan şu an da tedarik zinciri müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-9 dördüncü sanayi devrimini "*dijital dönüşümden platforma giden yolculuk*" olarak tanımlamıştır. Dijital dönüşüm yıkıcı veya artımlı bir değişim sürecidir, dijital teknolojilerin benimsenip kullanılmasıyla başlar ve organizasyonun bütünsel dönüşümüne yol açar (Henriette ve diğerleri, 2016: 3).

4.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Unsurlarına İlişkin Bulgular

TÜSİAD'ın BCG (2016: 25) ile birlikte hazırladığı "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0" isimli raporunda belirttiği dördüncü sanayi devrimin unsurlarından hangilerinin satın

alma ve lojistik fonksiyonlarında kullanıldığının sorulduğu soruya verilen yanıtlarda bu dokuz unsura ilaveten literatürde de isimleri geçen “siber fiziksel sistemler (CPS)”, “blok zincir (blockchain)” ve “akıllı fabrikalar (smartfactory)” unsurları da katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Şekil-3’de dördüncü sanayi devrimi unsurlarından bahseden katılımcı sayıları bulunmaktadır.



Şekil 3. Dördüncü Sanayi Devrimi unsurlarının katılımcılar tarafından kullanım sıklığı

Büyük veri için tüm katılımcılar işletmelerinin satın alma ve lojistik fonksiyonlarında kullanıldığını belirtmişlerdir. 1985 yılından beri faaliyet gösteren %100 yerli sermayeye sahip işletmede grup tedarik zinciri müdürü olarak çalışan Katılımcı-4 on sene önce kurdukları OLAP küpleri ile veriyi özetleyerek kullandıklarını belirtmiştir. İlk defa Dr. Codd tarafından kullanılan OLAP küpleri özet veri sayesinde karar verme sürecine katkı sağlamaktadır (Çubukçu, 2020: 65). Büyük veri kullanımı, özellikle satın almanın anlamlı bilgi yaratmak ve gerçek zamanlı cevap verebilmek için dijitalleşmesini desteklemektedir (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 8).

Dijital dönüşüm sürecinde büyük veriden sonra en çok kullanılan unsur **bulut bilişim**dir. 6 katılımcı hâlihazırda kullandıklarını 1 katılımcı da ileride kullanmayı planladıklarını belirtmiştir. Bulut bilişim kullanan işletmelerden ikisi Microsoft Azure ile birlikte çalıştıklarını belirtmiştir. Bulut bilişimin, tedarikçi ile bilgi paylaşımı ve herhangi bir yerden işletme bilgilerine ulaşabilme gibi birçok nedenle katılımcılar tarafından kullanıldığı ve çeşitli zamanlarda yedeklerinin aldırıldığı belirtilmiştir. Microsoft Azure seçilen araç ve kapsamda birden fazla bulutta, işletme içinde ve uçta çalıştırılabilir (Microsoft, 2021).

Özerk robotlar için 6 katılımcı etiketlemeden paletlemeye, stok sayımından depo-üretim hattı arasında ürün taşımaya kadar birçok alanda kullandıklarını belirtmiştir. %100 yerli sermayeye sahip ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren 15 senelik bir işletmede tedarik zinciri müdürü olarak çalışan Katılımcı-1 “Ürünlerimizi şu an dünyada en büyük robotlama, paletleme teknolojisi ile yapar bir hale geldik. Robot teknolojisini kullanarak bu alanda çok hızlı, çok daha hijyen bir şekilde bir paletleme ve sevkiyat sistemi kurduk” diye belirtmiştir. Krug ve diğerleri (2016: 546) tedarik zincirinde özellikle lojistik fonksiyonunda çalışanlarda hem zihinsel hem de fiziksel rahatsızlıklara yol açabilecek sıkıcı ve yorucu işlerin otomasyonu için kısmi çözümler sağlayan otonom/özerk robotları bir adım ileri götürerek basit sipariş toplamayı insan güvenliğine uygun bir şekilde kendi kendine yapabilen robot sistemi oluşturmuşlardır.

Katılımcı-2 simülasyonu şu an için üretimde kullandıklarını, Katılımcı-4 henüz kullanmaya başlamama nedeni olarak lisanslama maliyetlerinin yüksekliğini göstermiştir. Aktif olarak kullanan dört katılımcıdan detaylı bilgi veren yabancı ortaklı işletmede tedarikçi performans geliştirme sorumlusu olarak çalışan Katılımcı-7 “...tedarikçilerimizle biz çok sıkı çalışmak durumundayız parçaların kalitesi,...ile ilgili bir sürü test yapılması gerekiyor ki parça kabul alabilsin...bunlar için artık gitmeden uzaktan testler de yapabiliyoruz, veya tedarikçilerimiz bu testleri bizimle beraber aynı anda simülasyon üzerinden yapabiliyor...” diyerek tedarik zincirinde simülasyon kullanımının farklı bir yönü ile birlikte hammadde tedarikinde sorun olduğunda üretim hattında üretilen ürünü değiştirme işleminin şu an tecrübeli çalışanlar ve fazla stok tutulmasından kaynaklı çözümünü simülasyon yardımı ile yapılabileceğini de belirtmiştir. “Dijital ikiz” konusuna değinen iki katılımcıdan (Katılımcı-5 ve Katılımcı-4) daha detaylı bilgi veren Katılımcı-4 aynı sektörde olmadıkları bir Türk işletmesi için “...çok katma değerli bir şey yapmış üretim tarafında kullanmış simülasyon modelini, bunu da canlıya taşımış. Digital twin dediğimiz dijital ikiz yaratmış simülasyon tarafında, ben veri tarafında dijital ikiz yaratmış oldum...” sözlerini dile getirmiştir. Baghci ve diğerleri (1998: 1387) çalışmalarında, tedarik zincirinde stratejik kararlar almadan önce IBM Tedarik Zinciri

Simülatörü'nün kullanımının onlarca/yüzlerce milyon dolarlık tasarruf sağladığını tecrübe ettiklerini belirtmişlerdir.

Arttırılmış gerçeklikle ilgili “üretim tesisleri için teknolojinin efektif çalışması konusunda aksaklıklar var” diyerek teknolojinin biraz daha gelişmesini bekleyen Katılımcı-9'un yanı sıra Katılımcı-8 önümüzdeki dönemde depoda kullanacaklarını belirtmiştir. Eğitimlerde kullandıklarını belirten Katılımcı-7 ve Katılımcı-2'den daha detaylı bilgi veren Katılımcı-7 “...iş başında özellikle Covid-19 pandemisi döneminde bir ustabaşı ile siz birebir çalışamayacağınız mesafeden dolayı, bunu önce arttırılmış gerçeklikle sanal bir ortamda birebir uyguluyoruz” demiş ve verdikleri eğitimler için “taktıkları VR gözlükler ve eldivenlerle beraber bir parçayı istenen tork ile sıkıyorlarmış, istenen yere taşıyorlarmış gibi birebir arttırılmış gerçekliği kullanıyoruz” diye eklemiştir. Müşterilerin daha fazlasını istediği modern tedarik zincirinde arttırılmış gerçeklik belirleyici güçlerden biri olacaktır. Örneğin depodan mal toplanması için ilgilinin doğru ürünü bulup yükleme alanına teslim etmesi gerekir arttırılmış gerçeklik sayesinde ürünün tam olarak nerede olduğu görülebileceği için bu işlem çok daha hızlanabilir (Merlino ve Sproge, 2017: 311).

Katılımcılardan biri henüz aktif olarak kullanmaya başlamadıklarını, ikisi pilot uygulamalar yapıldığını, diğer ikisi ise aktif olarak nesnelerin internetini (IoT) kullandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcı-4 “...el terminallerinden üretilen aynı zamanda “beacon”lar (işaretleyici) vardır, beaconlar bluetoothlarla haberleşen şeylerin cihazların envanter yönetimi tarafında ve kaynakların görünürlülüğü tarafında kullanılıyor” demiş ve sevkiyatta otomatik iş emirleriyle bastıkları çıkış sevkiyat listelerini istenen yerden, ilgili paletin alınıp karma palet yapılıp yapılmadığını, doğru bölünüp bölünmediğini forkliftlere kurdurdukları beaconlar sayesinde konum bilgisi olarak kontrol edebildikleri belirtmiştir. Nesnelerin birbirleriyle bağlanmasını sağlayan ve 2013 yılında tasarlanan beacon nesnelerin interneti (IoT) unsurunun en güncel teknolojisi olmuştur (Dong ve diğerleri, 2019: 4251). Depo duvarlarına yerleştirilmiş işaretleyicilerden gelen bilgiyi alabilen anten dizisiyle donatılmış forklift, depodaki konumunu belirleyebilir (da Costa Soares, 2021: 1).

Siber güvenlik için “olmazsa olmazımız” diyen Katılımcı-7 2017 yılında Renault Bursa fabrikasının 2,5 vardiya üretimi durdurmasına yol açan siber saldırıyı (Cumhuriyet, 2017) hatırlatarak “...siber güvenlik bizim de tüm sektörlerin de en öncelikli maddesi haline geldi..” demiştir. İki katılımcı siber güvenlik için ayrı birimleri olduğunun altını çizmiştir. Dijital dönüşümde en büyük çekincelerden biri olan siber güvenlik için işletmelerin önlem almakla birlikte ayrı bir birim kurmakta ne kadar haklı olduklarını IBM raporu göstermektedir. IBM (2020: 29) raporuna göre 2019 senesinde en çok siber saldırıya uğrayan sektörler arasında imalat sektörü beşincilikten sekizinciliğe düşmüştü ancak aynı raporun son sayısına göre imalat sektörü en çok siber saldırıya uğrayan ikinci sektör olmuştur (IBM, 2021).

3 Boyutlu (3D) yazıcılar katılımcılar tarafından yeni ürün kalıpları için kullanıldığı belirtilmiş ve Katılımcı-1 “...üç boyutlu yazıcılarla modellemesini yapıp, görüp sonrasında satın alma yapabiliyoruz..” diye açıklamıştır. Çok uluslu büyük bir işletmede 3,5 yıldır çalışan ve şu anda tedarikçi müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-2 üç boyutlu yazıcıyı işletmelerinde nasıl kullandıklarını “..teknik dayanım olarak beklentimizi karşılamayabilir, mesela 10 bekliyorsam 6-7 karşılıyor ama ben alıyorum üç boyutlu yazıcıdan çıkan parçayı bir montaj denemesi yapabiliyorum, çok çok büyük avantajlar sağlıyor..” sözleriyle belirtmiştir. Attaran'a (2017: 681) göre, üç boyutlu yazıcılarla yapılan üretimin geleneksel üretime göre hız, maliyet kalite gibi temel avantajları bulunmaktadır. Bunun aksine Taşkın ve Çallı'ya (2015: 7) göre ölçek ekonomisine göre daha maliyetli ve yavaş olmalarının yanı sıra şu an için üretimde kullanılabilecek malzeme sayısının limitli olması üç boyutlu yazıcıların zayıf yönlerini oluşturmaktadır.

Yatay ve dikey entegrasyon ile ilgili Katılımcı-4 “..yatay ve dikey entegrasyonda zaten yatay katmanda tedarik zincirinde görünürlük kontrol kulesi yaklaşımından yola çıkarak ERP, WMS, TMS bir de bizim bu araç takip sistemlerinin tüm yazılımı ile insan kaynakları yazılımını birbirine entegre ettik...” demiştir. Katılımcı-7 ise dikey entegrasyonla ilgili şunları dile getirmiştir;

..yaklaşık olarak 3 yıldır yapmış olduğumuz çevik dönüşüm çalışmasının bilimsel olarak maddelenmiş hali, burada ne yapıyoruz? ..hiyerarşik düzen dediğimiz düzen bizde kırılıyor, artık bizde unvanlar ortadan kalkıyor ekip lideri yönetici, müdür değil roller yer alıyor....ben ekip lideri değilim ben Katılımcı-7'yim bu bu işlerde yetkinim...bir rolüm ve yaptığım işlerden beslenen bir yetkinlik grubum oluşuyor.

Kontrol kulesi tedarik zinciri boyunca tedarikçiler, sözleşmeli üreticiler, nakliyeciler ve üçüncü taraf lojistik satıcılarının malların çıkış noktasından varış noktasına hareketlerini gerçek zamanlı izlemeleri için uçtan uça bütüncül görünüm sağlar (Liotine, 2019: 57). İnsanlar, ürünler, ekipman gibi değer unsurlarının üretim hattı veya işletme içiyle entegrasyonu olan dikey entegrasyon bu etkileşime ek olarak pazarlama, satış ve satın alma gibi görevlerin de entegre edilmesini içerir (Tung, 2018: 72).

Siber fiziksel sistemlerin kullanımı için çok uluslu bir işletmede tedarik kalite mühendisi olarak çalışan Katılımcı-3 “..yanlışlıkla bir forkliftin arkasına ya da treylerin içine yanlış malzeme yükleyip onu farklı bir

üretim holüne taşıdığımızda uyarı veriyor ve bu sayede siz kayıpları engelliyorsunuz” diye belirtmiştir. Katılımcı-4 ise “...insanların hangi raftan, hangi depo lokasyonundan ürünlerini toplayacağına arka tarafta algoritmaların çalışıp sizin bizim sezgisel yaptığımız işlere kendilerinin karar vermesi ve uygulayıcılara, operatörlere otomatik iş emirlerinin iletilmesi ,..., arka tarafta bir tool kullanıyoruz burada, karar destek sislerini kullanıyoruz...” sözleriyle dile getirmiştir. Siber fiziksel sistemler gerçek zamanlı bilgi izleme gerektirir (Lee ve diğerleri, 2018: 2756). Bilişim teknolojileri ile siber fiziksel sistemlerin lojistiğe entegre edilmesi görünürlüğü ve yönetebilirliği belirgin bir şekilde iyileştirerek daha verimli hale getirebilir. Bu alandan gelen bilgiler de daha yüksek düzeyde teknolojik ilerleme için kritik girdi oluşturabilir (Ramingwong ve diğerleri, 2021: 204).

Blokszincirin satın alma fonksiyonunda güvenlik amaçlı kullanımını Katılımcı-7 şöyle anlatmıştır;

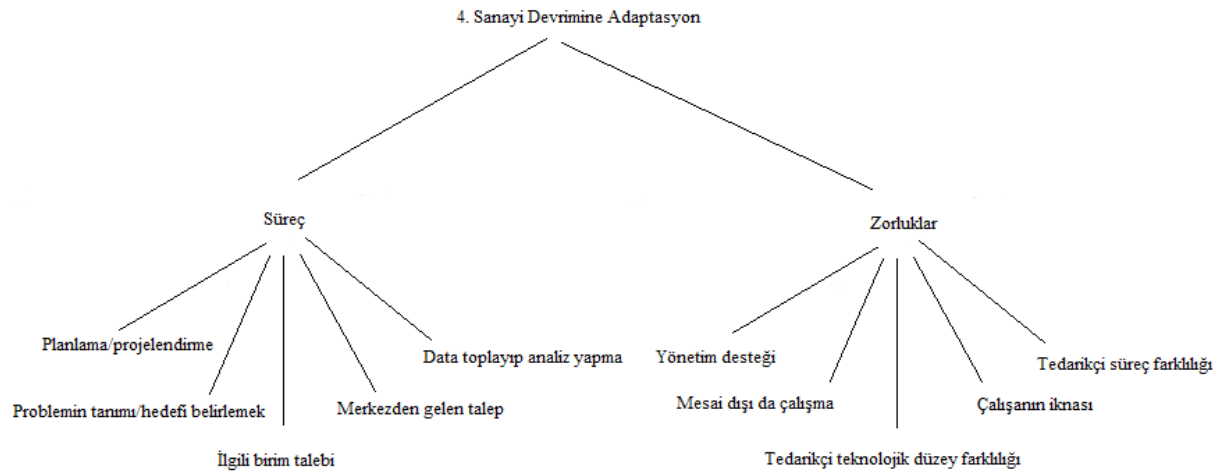
...şu an bir parçanın menşei kriptolanmış olarak bize Endüstri 4.0 kapsamında iletiliyor, hem bize hem tüm paydaşlarına. Böylece (dış ticarete bir terim vardır GTİP denilen) parçanın menşeiini belirten %10 İtalyan, %80 Fransız, %5 Türk gibi, bunun şeffaf bir şekilde takibi ve değiştirilmesinin engellenmesinin etkisini yine Endüstri 4.0 ile tedarik zincirinde görüyoruz.

Blok zincir, bilgilerin saklanabileceği merkezi olmayan bir veri tabanı olarak görülebilir (Perboli ve diğerleri, 2018: 62019). İşletmeler müşterilerine tedarik zinciri boyunca neler olup bittiğini tanımlama ve izleme ile desteklenen tamamen özelleştirilmiş hizmetler sunabilirler (Sauer ve diğerleri, 2021: 327).

Akıllı fabrikaların satın alma ve lojistik kullanımları konusunda Katılımcı-4’ün kurduğu tam otomatik depo ile ilgili şunları söylemiştir: “...şu an otomatik depomu kendi bilgisayarımın yönetebiliyorum. İlgili bu siparişleri buradan indir, buradaki dinamik rafa yolla, bu araca yüklensin, ilgili araca yüklendikten sonra da otomatik ETA bilgisini aktarabiliyorum. Dijitalleşme bence budur.” Akıllı fabrikalarda işlemlerin sorunsuz yürütülebilmesi için malların açıkça tanımlanabilmesi gerekmektedir ve bu tanımlamada RFID çipler kullanılabilir. Örneğin; bir kamyon akıllı fabrikaya yaklaştığında tahmini varış süresi hesaplanan süre ile karşılaştırılır, bir gecikme algılanırsa atanan zaman aralığı serbest bırakılır ve yaklaşan başka bir kamyonun kullanımına sunulur (Zander ve diğerleri , 2020: 471).

4.3. Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyonuna İlişkin Bulgular

Görüşmeler esnasında adaptasyon süreçlerinin nasıl geliştiği ve yeni adaptasyon yapacak işletmelere önerileri nelerdir şeklindeki sorulardan oluşturulan adaptasyon teması iki kategoriye ayrılmaktadır. (1) Süreç ve (2) Zorlukları aşmaya yönelik öneriler temaları ve en sık dile getirilen beş kod aşağıdaki Şekil-4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Dördüncü Sanayi Devrimi adaptasyonu

Süreç kategorisinde kodlar en sık dile getirilmesine göre değil süreç akışına göre sıralanacaktır.

Adaptasyon süreci merkezden ya da ilgili birimden (ki bu birim yenilikler için oluşturulmuş bir birim de olabilir, satın alma pazarlama gibi bir birim de olabilir) gelen talep ile başlamaktadır. Bu talepleri, Katılımcı-

3 "...merkezi bölümlerden (divizyonlar) departmanlar tarafından yönlendiriliyor ve talep ediliyor, ...bizim merkezimizden gelen direktifler neticesinde çalışmalar başlıyor..." ve Katılımcı-7 "...ilgili ekipler bu konuda böyle bir teknoloji olduğunu böyle bir duyum aldıklarını söylüyor..." şeklinde dile getirmiştir. Böyle bir birime sahip olmayanlar için de Katılımcı-9 "...ama burada bir yol arkadaşı bence (kendi bünyenizde böyle bir yapılanma yoksa) şart. Önce neredeyim tanımı yapılması lazım..." ve Katılımcı-5 "...ilk önce hedefini belirle, amacı belirle..." sözleriyle problemin tanımının ve hedefin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Problem tanımlanıp hedef belirlendikten ya da merkez/ilgili birimden gelen talep alındıktan sonra planlama projelendirme aşamasına geçiliyor, bununla ilgili Katılımcı-8 "...bizim merkezimizden gelen direktifler neticesinde çalışmalar başlıyor ve bunlar projelendiriliyor..." şeklinde dile getirirken planlama projelendirme sürecini Katılımcı-8

...biz zaten bunun bir simülasyonunu yapıyoruz, yani şöyle yapıyoruz bilhassa manuel olarak tabii bu çok yerde dönebilir. Kendimi bir düzeltiyim orda. Biz tabii adam saat bazında ne kadar bir tasarruf yapacağımızı daha projeye başlarken öngörüyoruz. Biraz o yeşil ışık yakalım yakmayalım bu projeye cevabı da oradan çıkıyor aslında. Adam saat olarak ciddi bir katma değer görüyorsak zaten hiç beklemiyoruz. Ama bunun dışında özellikle satın alma tarafında kalan işlerde bu yapacağımız gelişmeler ilk etapta kısa vadede bir dönüş sağlamayabilir bunun da farkındayız ama ilerleyen dönemde baktığınız zaman bize bir katma değer yaratabiliriz. Bunların hepsini aslında bir faktör olarak düşünüp günün sonunda bir matris üzerinden çalışarak biz bu işin dönüşünü kaç yılda görürüz bir plana oturtuyoruz.

şeklinde detaylı vermiştir. Sonraki aşama olan proje takımlarının kurulmasını Katılımcı-3

...bunun için ayrı özel bir departman kurulmuyor fakat her departmandan bu tarz faaliyetleri dijitalizasyon çatısı altında toplayıp belli sürelerde belli çıktılar alınması isteniyor. Genelde işte bölüm ya da divizyon yöneticilerinin seçtiği, atadığı ve konuda çalışmak isteyen arkadaşların oluşturduğu proje takımlarıyla yapılıyor bu iş...

şeklinde belirtmiştir. Katılımcı-9 ise

...supplychaine özel özellikle dönüşüm stratejisi ile beraber supply chain innovators diye bir ekip kurduk. Tamamen gönüllülerden oluşuyor. Teknolojiye ilgili, bu konuda araştırma yapmak isteyen, bundan heyecan duyan, sürecin içerisindeki arkadaşlar bunlar. Onlar düzenli olarak markette available, farklı sektörlerde kullanılan teknolojileri araştırıp bulup ekiple paylaşım yapıyorlar. Ve bu ekibin amacı hem herkesin bu konuda bilgi düzeyini hizalamak ve kendi alanı ile düşünmesini, fırsatlar bulmasını sağlamak hem de ekibin kendisinin şirket içerisinde supplychain içerisinde süreçlerinde yapılabilecek olan çalışmalar ve bunu nasıl implemente edilebilir konusunda proje geliştirmesiydi. Biz adaptasyonu böyle gerçekleştirdik.

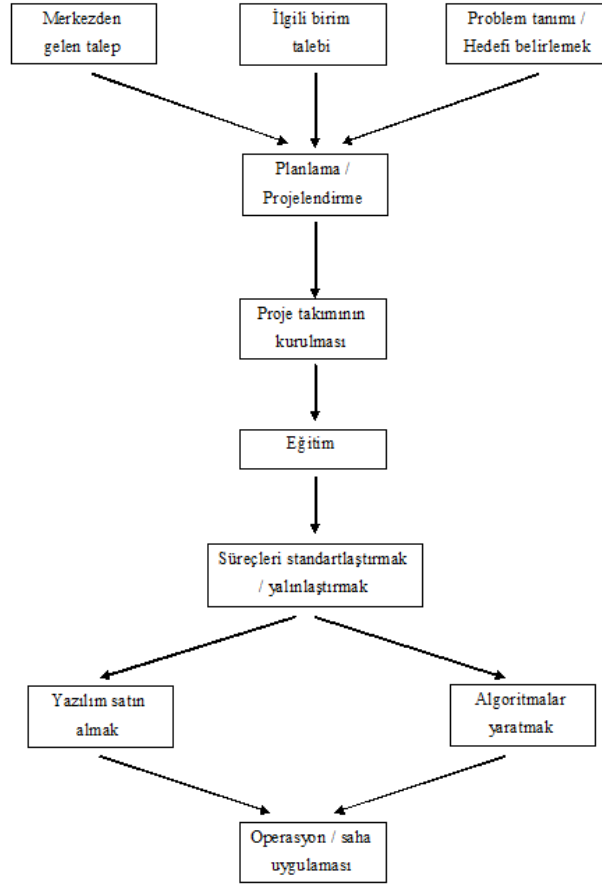
diyerek proje takımlarının oluşturulma süreç ve görevlerini anlatmışlardır. Proje takımı kurulduktan sonra ekibin eğitim alma aşamasını Katılımcı-8

...ilgili iş biriminden destek verecek arkadaşlarımızın da bir six sigma eğitimi görmesi gerekiyor öncesinde. Yani süreci nasıl yalınlaştırabiliriz, nasıl daha sistematik bir hale getirebiliriz. Bunun A'sını B'sini C'sini bir öğrenelim ki ondan sonra aslında bu iş birimine derdimizi ifade edelim ve devamında beraberce ortaya bir sonuç çıksın diye bir ilerleyiş var bizde...

sözleriyle anlatmış eğitimin devamında süreçlerin yalınlaştırılması ve standartlaştırılması aşaması geldiğini de belirtmiştir. Katılımcı-1 "...yazılım satın alması gerekiyorsa yazılım satın alması yapıyoruz..." diyerek ve Katılımcı-4 "...verilerin iletişimi manasında kendimiz algoritmalar yazdık..." şeklindeki söylemleriyle içerde algoritmaların yazılımını ve eğer yazılım ihtiyacı doğarsa dışarıdan tedarik edilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır.

Katılımcı-4 bundan sonraki aşamayı, operasyon yani saha uygulama aşaması olarak tanımlamış ve uygulamalarla sürecin test edildiğini anlatmıştır. Bu aşamada Katılımcı-3'ün anlattıklarına göre eğer süreçlerin izin vermesi bağlamında sadece data toplanabilir ya da toplanan bu datalardan analiz de yapılabilir.

Şekil-5'de katılımcıların adaptasyon sürecinde geçirdikleri aşamalar bir bütün olarak verilmiştir.



Şekil 5. Dördüncü Sanayi Devrimi adaptasyon süreç modeli

Adaptasyon süreci sırasında yaşanan zorluklar da gözden kaçırılmaması gereken bir husustur. Bu kategoride beş adet kod oluşturulmuştur, bunlardan ikisi çalışanla yani uygulayıcılarla ilgilidir. İşletmeye yeni bir uygulama bir proje geldiği zaman mesai dışı çalışmak gerektiğini Katılımcı-4 "...zaman meyvumu olmayacak. Herkes çünkü haftanın 185 saati çalışıyor. 185 saatin haricinde bizim yaptığımız gibi Cumartesi ve Pazar günleri çalışacaklar, çalışmadan olmuyor biz 4-5 senede bu noktalara geldik..." sözleri ile dile getirmiş, çalışanın ikna olması gerektiğini Katılımcı-9 "...hepsinin ötesinde de bu işi insanla yapıyorsunuz. Yani herkesi dâhil edip insanları gerçekten bu konuya ikna etmelisiniz. Tepeden inme olacak bir iş değil. Herkesi ikna ederek dâhil ederek başlamanız lazım..." diyerek vurgulamıştır.

Kalan üç kategoriden ikisi tedarikçilerle ilgilidir. Katılımcı-3 tedarikçi teknolojik düzey ve süreç farklılığını

...şimdi çalıştığımız endüstri nedeniyle bizim tedarikçilerimizin teknolojik seviyeleri çok farklılık gösterebiliyor. Basit bir vida tedarikçisi ile işte kompleks bir mekatronik parçayı tedarik eden tedarikçiler arasında çok farklılık olabiliyor. Gerek işletme tarzında, gerek işte kendi proseslerinde ya da algılarında çok farklılık oluşuyor...

sözleriyle dile getirmiştir. Katılımcı-4 projenin başarısı için "...üst yönetimin öncülüğü olmayan hiçbir proje anlamlı olmuyor. Üst yönetimin arkadan gelip, ben arkadan geliyorum sizi destekliyorum demesi ile değil, üst yönetimin önde koşmuş olduğu sizin de ardından onun heyecanı ile, hızlı tempoyla beraber hareket ettiğiniz süreçler oluyor..." sözleriyle üst yönetimin öncülüğünün ve/veya desteğinin zorlukları aşmada ne kadar önemli olduğunu vurgulamıştır.

Oswald ve Krmar'a (Klein, 2020: 1014) göre; işletmenin iş modellerini, organizasyon yapısını ve çalışma biçimi gibi işletmenin genelini etkileyecek dijital dönüşüm süreci zorluklarla doludur. Dördüncü sanayi devrimi adaptasyonunun devamlılığı için yalın altı sigma kültürü ile uyumlu bir şekilde yapılması gerektiğini savunan Butt (2020: 16-20) stratejik dördüncü sanayi devrimi yol haritası aşamalarını; tanımlama, ölçme, değerlendirme, optimize etme, geliştirme, meşru kılma ve uygulama şeklinde sıralamıştır.

4.4. Dördüncü Sanayi Devrimi Yatırımlarının Geri Dönüşüne İlişkin Bulgular

Katılımcılara adaptasyon için yapılan harcamaların ne kadar sürede geri döneceğini düşündükleri soruya alınan yanıtlar çeşitlidir. Katılımcı-9 "...biz şöyle söyleyeyim, satın alma ile ilgili örneğin satın alınan otomasyonu ile ilgili geri dönüşü çok kısa sürede oldu..." derken, Katılımcı-1 "...yaptığımız endüstri 4.0 yatırımlarında bahsettiğim ekipmanın geri dönüş süresi gerçek anlamda 20 yıl..." demiş, ayrıca Katılımcı-3, Katılımcı-5 ve Katılımcı-7 de geri dönüş süresinin ortalama 5 yıl olacağını dile getirmişlerdir. Bu tarz objektif geri dönüş hesaplamalarının yanı sıra subjektif geri dönüşlerinin de olduğunu Katılımcı-1 şu sözleriyle açıklamıştır; "...bunu belki herkes analiz edemeyebilir hani bunun bir geri dönüş süresi yok çünkü. Kalitenin geri dönüş süresini nasıl söyleyeceksiniz... kalite açısından geri dönüşü bizim için 1 yıl oldu, müşteri beklentisini karşılama açısından 1 yıl oldu, müşterilerimize de bunu sunup, bunun getirdiği faydaları ortaya koymanın geri dönüşü bizde 1 yıl oldu diyebilirim..." demiş ve "...çünkü aynı zamanda biz personel de eğitiyoruz değil mi! Endüstri 4.0 yaptık, onunla ilgili personel onu kullanmaya başladı, ona adapte oldu. Bu da bir eğitim. Bunun geri dönüşü yok ki. O personel orada eğitildikçe siz başka alanlarda başka faydalar elde ediyorsunuz..." şeklinde hesaplanmayan ama yatırım sonrası katma değer sağlayan geri dönüşler de olabileceğini eklemiştir.

Katılımcı-5 "...keza bu endüstri 4.0 ile ilgili yapılan projelerin hayata geçme oranı ve başarılı olma oranı da düşüktür, %50'si başarılı olamaz..." derken Katılımcı-9 "...arındırılmış şekilde bunun faydasını net hesaplamak her zaman mümkün değil..." demiştir. Katılımcı-3 "...şimdiye kadar bahsettiğim unsurlar genelde monitörizasyon ve dokümantasyonu iyileştirici unsurlardır ki bunların yatırımı çok çok düşük meblağlar. Herhangi bir geri dönüşünü bile hesaplamıyoruz..." derken bu tarz maliyetlerin harcama olmadığını, yatırım olarak görüldüğünü belirtmiş ve bu söylemi Katılımcı-1 de "...geri dönüş süresine bakarak yatırım yapmadık yapmıyoruz da. Bizim için bunun teknoloji kullanımında bir fayda vereceğini gördüğümüz an biz bu yatırımları yapıp teknolojik dönüşüm adımlarını atıyoruz..." sözleriyle desteklemiştir. Katılımcı-5

...hatta firmaların genelde şöyle bir yorumu oluyor, biz genelde 500bin TL verdik bir program satın aldık ya da bir süreç satın aldık. Şimdi bu 5 olan çalışan sayısını 2'ye düşürsün. Böyle bir hayalle giriyorlar ama bu böyle olmuyor, olmayacak da, olmamalı da zaten. Amaç zaten o programı alırken o insanları azaltmak olmamalı. O insanların başına düşen ya da birim başına düşen iş hacmini arttırmak olmalı..

diyerek asıl amacın ne olması gerektiğini vurgulamıştır.

Katılımcılara satın alma ve lojistik için ayrılan yatırım payı sorulduğunda;

- Katılımcı-1 "...satın alma tarafı için %1 civarında olabilir..." derken,
- Katılımcı-8 "...toplam senelik organizasyon maliyetim içerisinde %15'i sadece buralara, hem global hem de lokal anlamda yapacağımız gelişmeler ve çözümlere ayırdığımız paradır..." demiş,
- Katılımcı-7 "...%15-%20 civarı diye tahmin edebilirim..." ve
- Katılımcı-2 "...dediğim gibi ben %30 civarı bekliyorum yani satın alma artı lojistik..." şeklinde yorum yapmıştır.

Verilen yanıtlardan dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu için yapılan bütçeden satın alma ve lojistik fonksiyonlarına ayrılan payın minimum %1 maksimum %30 oranında olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ

Her gün yeni bir teknolojik gelişmeye uyandırdığımız günümüz koşulları, insanlar gibi kurum ve işletmeler için de zorlayıcıdır. Arz artık, müşterilerin talep ve ihtiyaçları doğrultusunda ve kişiselleştirilmiş bir şekilde sunulmaktadır. Müşteriye en hızlı ve en doğru ürünü sağlamak için hayati rol oynayan tedarik zinciri yönetimi içindeki satın alma ve lojistik fonksiyonlarının yeni teknolojilere uyumu sağlanmalıdır. Böylece rekabet edebilen işletme, varlığını daha kolay sürdürebilecektir.

Bu çalışmada; Türkiye'deki sanayi işletmelerinin dördüncü sanayi devrimine bakış açıları, uygulayan işletmeler özelinde Endüstri 4.0 unsurlarını nasıl kullandıkları, adaptasyon süreçleri ve yaşadıkları zorluklarla birlikte yaptıkları yatırımın geri dönüşünün literatürle karşılaştırması yapılmış ve çıkan bulgular değerlendirilmiştir.

Yapılan görüşmeler sonucunda katılımcıların akademisyenlerin aksine dördüncü sanayi devrimi yerine endüstri 4.0 demeyi tercih etmeleri Almanya'nın yol haritasındaki ismin daha çok benimsendiğini göstermektedir. Dijital dönüşümü yıkıcı veya artımlı bir değişim süreci olarak tanımlayan Henriette ve diğerleri (2016: 3) gibi katılımcılar da dördüncü sanayi devrimini, dijital dönüşümden platforma giden yolculuk olarak tanımlamaktadır. Katılımcıların satın alma ve lojistik fonksiyonlarında en çok kullandıkları dördüncü sanayi devrimi unsurları sırasıyla; büyük veri ve bulut bilişim olarak tespit edilmiştir. Pflaum ve

diğerlerine (2018: 3924) göre bu tür bilgi teknoloji altyapıları sayesinde kuvvetli veri odaklı tedarik zinciri servisleri oluşmaktadır. Dolayısıyla gerçek zamanlı veri sağlayarak karar verme sürecini destekleyen büyük veri ve bulut bilişim satın alma ve lojistik fonksiyonlarının daha güçlü, daha bağımsız olmalarını sağlamaktadır. Dördüncü sanayi devrimi adaptasyonunun devamlılığı için yalın altı sigma kültürü ile uyumlu bir şekilde yapılması gerektiğini savunan Butt (2020: 16-20) stratejik dördüncü sanayi devrimi yol haritası aşamalarını; tanımlama, ölçme, değerlendirme, optimize etme, geliştirme, meşru kılma ve uygulama şeklinde sıralamıştır. Bununla bağlantılı olarak bu süreç işletme yapısına göre değişiklik gösterse de genel itibarıyla katılımcılar tarafından problemin tanımlanıp hedefin belirlenerek planlama/projelendirme yapılması, takımlar oluşturularak gerekli eğitimler ve yazılımlar alındıktan sonra uygulamaya başlanması şeklinde sıralanmıştır. Adaptasyon zorlu bir süreç olduğu için yönetim desteği hatta öncülüğü, mesai dışı çalışma ve kullanıcıların ikna edilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde başarılı bir adaptasyon süreci geçirilebilir. Adaptasyon sonucunda yapılan yatırımların geri dönüş süresi işletme yapısına göre değişse de ortalama 5 sene olarak belirtilmiştir. KOBİ'lerin dördüncü sanayi devrimi unsurlarının faydalarına ikna olmamalarının nedenlerinden biri de teknolojinin yüksek yatırım maliyetleri ve geri dönüş oranı sorusudur (Pech ve Vrchota, 2020: 3). Ancak büyük işletmeler; geri dönüşü kolay hesaplanamayan bu bütçeleri harcama değil yatırım olarak gördükleri için adaptasyon sürecine daha hızlı girmektedirler.

Araştırmanın kısıtları: Nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji seçilen bu çalışmada dijital dönüşüme başlayan sanayi işletmelerinde dijital dönüşüm takımlarında olan ve satın alma ve lojistik fonksiyonlarına hâkim yönetici ve yetkililerle görüşmelerin yapılması bu çalışmanın en büyük kısıtını oluşturmuştur. Covid-19 salgını ve sonrasında dışarı çıkma yasakları nedeniyle görüşmeler çevrimiçi yapılmış ve katılımcıların yoğunluğu nedeniyle ortalama 25 dakika süren görüşmeler üzerinden kodlama yapılabilmektedir. Salgın nedeniyle evden çalışan, hasta olduğu için karantinada olan katılımcı adayları ile görüşme sağlanamamış olması diğer bir kısıt olmuştur. Çalışmanın güçlü yanı ise, literatüre kapsamlı bir araştırma değerlendirmesi sunmasıdır.

Görüşmelerde satın alma ve lojistik dışında değinilen insan kaynakları, pazarlama gibi fonksiyonlarda dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu ve devrimin etkilerinin incelenmesi gelecekte araştırılması mümkün konulardandır. Bu konuya ilgi duyan işletmeler içinde piyasayı, akademiye ve rakiplerini takip ederek yenilikleri, teknolojik gelişmeleri araştırmak ve olumlu etkilerini işletmeye adapte etmek için bir birim oluşturulabilir. Ayrıca işletmeler insan kaynakları kuruluşları, danışmanlıklar ve eğitim kurumlarıyla işbirliği yaparak konu hakkında hem çalışanlarına eğitim verilmesini hem de ileride potansiyel çalışanı olacak yeni nesile staj ya da bilgilendirme toplantıları aracılığı ile ulaşmayı sağlayabilirler.

Çalışmanın sonucunda görülen o ki; Covid-19 pandemisi gibi ani gelişen ve öngörü yapılamayan bir dönemde bile büyük veri ve bulut bilişimle istenen raporlara ulaşılabilir, yatay dikey entegrasyon ve nesnelerin interneti (IoT) ile ürün takibi yapılabilir ve herhangi bir sorunda yeni aksiyon alınabilir, simülasyon ve artırılmış gerçeklik ile planlama yapılabilir, üç boyutlu yazıcı ile kritik parçalar üretilebilir, akıllı robotlar ile insanların çalışmadığı durumlar telafi edilebilir ve siber güvenlik ile işletmenin güvenliği sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Akaba T.I., Norta A., Udokwu C. ve Draheim D. (2020). "A Framework for the Adoption of Blockchain-Based e-Procurement Systems in the Public Sector", *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology* (I3E 2020), 3-14.
- Akyüz, A.G. (2019). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Üç Boyutlu Baskı Teknolojisi: Potansiyel Etkiler, Fırsatlar ve Zorluklar", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 20(2), 119-134.
- Alçın, S. (2016). "A New Theme for Production: Industry 4.0", *Journal of Life Economics*, 3(2), 19-30.
- Attaran, M. (2017). "The Rise of 3-D Printing: The Advantages of Additive Manufacturing Over Traditional Manufacturing", *Business Horizons*, 60(5), 677-688.
- Bag, S. Wood, L.C., Mangla, S.K. ve Luthra, S. (2020). "Procurement 4.0 and Its Implications on Business Process Performance in A Circular Economy", *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 1-14.
- Baghçi, S., Buckley, S.J., Ettl, M. ve Lin, G.Y. (1998). "Experience Using The IBM Supply Chain Simulator", *Proceedings of The 1998 Winter Simulation Conference*, 1387-1394.
- Bakan İ. ve Şekeli Z. (2018). "Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0", *Journal of Life Economics*, 5(2), 17-36.
- Ballou, R.H. (2007). "The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management", *European Business Review*, 19(4), 332-348.
- Benedikt, C. ve Osborne, M. (2013). "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?", *Oxford Martin Programme on Technology and Employment*, 114, 1-77.
- Betti, Q. Montreuil, B., Khoury, R. ve Hallé, S. (2020). "Smart Contracts-Enabled Simulation for Hyperconnected Logistics", *Decentralised Internet of Things: A Blockchain Perspective*, Editörler: Khan, M.A., Quasim, M.T., Algarni, F., Abdullah A., 109-149.
- Bezanson, A. (1922). "The Early Use of the Term Industrial Revolution", *The Quarterly Journal of WEconomics*, 36(2), 343-349.
- Bogdan, B. ve Bilken, S.K. (1992). "Foundations of Qualitative Research in Education, Quality Research for Education: An Introduction to Theories and Methods, Allyn and Bacon, Boston.
- Börü, F. ve Demiröz, D.M. (2019). "Beşinci ve Altıncı Kondratieff Dalgalarının Teknolojik ve Sosyoekonomik Etkileri", *Istanbul İktisat Dergisi*, 69(2), 247-283.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. ve Rosenberg, M. (2014). "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", *International Journal of Information and Communication Engineering*, 8(1), 37-44.
- Britannica T. Editors of Encyclopaedia (2020). "Edmund Cartwright", Britannica, <https://www.britannica.com/biography/Edmund-Cartwright> (Erişim Tarihi: 31.01.2020).
- Butt, J. (2020). "A Strategic Roadmap for The Manufacturing Industry to Implement Industry 4.0", *Designs*, 4(2), 1-31.
- Cooper, M., Lambert, D. M. ve Pagh, J.D. (1997). "Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics", *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1-14.
- CSCMP, (2021). "Supply Chain Management Definitions and Glossary", https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx, (Erişim Tarihi: 06.03. 2021).
- Cumhuriyet, (2017), "Siber saldırı, Oyak Renault Bursa fabrikasında da üretimi durdurdu", <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/siber-saldiri-oyak-renault-bursa-fabrikasinda-da-uretimi-durdurdu-740429>, (Erişim Tarihi: 08.07.2021).
- Çallı, Ç. (2021), "Dördüncü Sanayi Devriminin Etkisindeki Sanayi İşletmelerinin Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonlarına Yönelik Bir Araştırma", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Çiçekli, S. (2018). "Sanayi 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri, Kalkınmada Anahtar Verimlilik", <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>, (Erişim Tarihi: 15.02.2020).
- Çubukçu, M. (2020). "İşletmelerde Bilgi Yönetiminin Stratejik Önemi ve Uygulamada OLAP Modelleri", *SSAD Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 57-89.
- Da Costa Soares, T.F. (2021). "Vehicle Tracking in Warehouses via Bluetooth Beacon Angle-of-Arrival, Yüksek Lisans Tezi, Universidade do Porto Faculdade de Engenharia, Porto.
- Davies, R., Coole, T. ve Smith, A. (2017). "Review of Socio-Technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0", *Procedia Manufacturing*, 11, 1288-1295.

- Denning, S. (2017). "From a Casino Economy to a New Golden Age: Carlota Pérez At Drucker Forum 2017", *Forbes*, <https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2017/11/25/from-a-casino-economy-to-a-new-golden-age-carlota-perez-at-drucker-forum-2017/?sh=5d90c673b4ed>. (Erişim tarihi: 05.02.2020).
- Denzin, N.K. ve Lincoln, Y.S. (2008). "The Landscape of Qualitative Research", Sage Publications, California.
- Dev, N.K., Shankar, R. ve Qaiser, F.H. (2020). "Industry 4.0 and Circular Economy: Operational Excellence for Sustainable Reverse Supply Chain Performance", *Resources, Conservation and Recycling*, 153 (Ocak 2019), 1-15.
- Dong, H.J., Abdulla, R., Selvaperumal, S.K., Duraikannan, S., Lakshmanan, R. ve Abbas, M.K. (2019). "Interactive on Smart Classroom System Using Beacon Technology", *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(5), 4250-4257.
- Fırat, S.U. ve Fırat, O.Z. (2017). "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2), 211-223.
- Genç, S. (2018). "Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye", *Sosyoekonomi*, 26(36), 235-243.
- Ginters, E. ve Martin-Gutierrez, J. (2013). "Low Cost Augmented Reality and RFID Application for Logistics Items Visualization", *Procedia Computer Science*, 26, 3-13.
- Glas, A.H. ve Kleemann, F.C. (2016). "The Impact of Industry 4.0 on Procurement and Supply Management: A Conceptual and Qualitative Analysis", *International Journal of Business and Management Invention*, 5(6), 55-66.
- Glavee-Geo, R. (2015). "The History and Development of Purchasing Management and Its Theoretical Framework A Review of Transaction Cost Economics", *Handbook of Research on Global Supply Chain Management* (ss 379-401), Business Science Reference, Hershey, PA.
- Gökten, D.P.O. (2018). "Karanlıkta Üretim: Yeni Çağda Maliyetin Kapsamı", *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897.
- GTAI (2013). "Industrie 4.0 Smart Manufacturing for The Future", <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/industrie-4-0>, (Erişim Tarihi: 18.02.2020).
- Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Dubey, R., Wamba, S.F., Childe, S.J., Hazen, B. ve Akter, S. (2017). "Big Data and Predictive Analytics for Supply Chain and Organizational Performance", *Journal of Business Research*, 70, 308-317.
- Gundlach, G.T., Bolumole, Y.A., Eltantawy, R.A. ve Frankel, R. (2006). "The Changing Landscape of Supply Chain Management, Marketing Channels of Distribution, Logistics and Purchasing", *Journal of Business and Industrial Marketing*, 21(7), 428-438.
- Günay, D. (2002). "Sanayi ve Sanayi Tarihi", *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Henriette, E., Feki, M. ve Boughzala, I. (2016). "Digital Transformation Challenges", *Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*, 1-7.
- IBM (2020). "X-Force Tehdit İstihbaratı Endeksi", <https://www.ibm.com/downloads/cas/A4L7A60P>, (Erişim tarihi:12.05.2021).
- IBM (2021). "IBM X-Force Threat Intelligence Index", <https://www.ibm.com/tr-tr/security/data-breach/threat-intelligence>, (Erişim tarihi:12.05.2021).
- Ivanov, D., Dolgui, A. ve Sokolov, B. (2018). "The impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics", *International Journal of Production Research*, 57(3), 829-846.
- Ji-Fan Ren, S., Fosso Wamba, S., Akter, S., Dubey, R. ve Childe, S.J. (2017). "Modelling Quality Dynamics, Business Value and Firm Performance in a Big Data Analytics Environment", *International Journal of Production Research*, 55(17), 5011-5026.
- Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). "Securing The Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0", *Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.4(0)*.
- Kağınçioğlu, C.H. (2007). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi", T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A. ve Gawankar, S. A. (2018). "Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying The Current Trends and Future Perspectives", *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408-425.
- Kaya, Ş. (2017). "Aşamalı Devrimler Teorisi", *Hürriyet Gazetesi*, <https://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/sahver-kaya/asamali-devrimler-teorisi-40550313>, (Erişim tarihi: 04.02.2020).
- Keow, A.K.S. ve Nee, A.Y.H. (2018). "Robotics in Supply Chain. Emerging Technologies for Supply Chain Management", WouPress, California.

- Khuan, L.S. ve Swee, F.S.H. (2018). "Technologies for Procurement: Current Trends and Emerging Trends, Important Emerging Technologies for Supply Chain Management", WOU Press, Penang.
- Kılıç, S. ve Alkan, R.M. (2018). "Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri", *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29-49.
- Kıral, B. (2020). "Nitel Bir Veri Analizi Yöntemi Olarak Doküman Analizi". *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 8(15), 170-189.
- Klein, M. (2020). "İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları- Kavramsal Bir Model Önerisi", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 194(7), 997-1019.
- Koç, E., Kaya, K. ve Şenel, M.C. (2017). "Türkiye'de Sanayi Sektörü ve Temel Sanayi Göstergeleri – Ekonomik Güven Endeksi", *Engineer and Machinery* 58(688), 15-37.
- Krug, R., Stoyanov, T., Tincani, V., Andreasson, H., Mosberger, R., Fantoni, G. ve Lilienthal, A.J. (2016). "The Next Step in Robot Commissioning: Autonomous Picking and Palletizing", *IEEE Robotics and Automation Letters*, 1(1): 546-553.
- Küpper, D., Kuhlmann, K., Köcher, S., Dauner, T. ve Burggraaff, P. (2016). "TheFactory of Future", BCG. <https://www.bcg.com/publications/2016/learning-manufacturing-operations-factory-of-future> (Erişim tarihi:10.03.2021).
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T. ve Hoffmann, M. (2014). "Industry 4.0.", *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- Lee, C., Lv, Y., Ng, K.H., Ho, W. ve Choy, K.L. (2018). "Design and Application of Internet of Things Based Warehouse Management System for Smart Logistics", *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753-2768.
- Liotine, M. (2019). "Shaping the Next Generation Pharmaceutical Supply Chain Control Tower with Autonomous Intelligence", *Journal of Autonomous Intelligence*, 2(1), 56-71.
- Lou, P., Liu, Q., Zhou, Z. ve Wang, H. (2011). "Agile Supply Chain Management Over The Internet of Things", *International Conference on Management and Service Science*.
- Lu, Y. (2017). "Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues", *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Maurer, C., Kim, K., Kim, D. ve Kappelman, L.A. (2021). "Cybersecurity: Is It Worse Than We Think?", *Communications of the ACM*, 64(2), 28-30.
- Menon, S., Shah, S. ve Coutroubis, A. (2018). "Competitive and Digital Global Supply Chains", *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*, 178-183.
- Merlino, M. ve Sproge, I. (2017). "The Augmented Supply Chain", *Procedia Engineering*, 178, 308-318.
- Microsoft (2021). "What is azure?", <https://azure.microsoft.com/tr-tr/overview/what-is-azure/> (Erişim tarihi:17.07.2021).
- Mokyr, J. (1999). "The Second Industrial Revolution, 1870-1914", *Storiadell'economia Mondiale*, 219-245.
- Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., Sauer, O., Schuh, G., Sihn, W. ve Ueda, K. (2016). "Cyber-Physical Systems in Manufacturing", *CIRP Annals*, 65(2), 621-641.
- Mrugalska, B. ve Wyrwicka, M.K. (2017). "Towards Lean Production in Industry 4.0", *Procedia Engineering*, 182, 466-473.
- Oesterreich, T.D. ve Teuteberg, F.R. (2016). "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.
- Okada, T., Sato, H. ve Namatame, A. (2016). "An Agent-Based Model of Smart Supply Chain Networks", *Intelligent and Evolutionary Systems*, 5, 373-384.
- Özdemir, A. ve Özgüner, M. (2018). "Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Etkileri: Lojistik 4.0", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 6(4), 39-47.
- Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S. (2018). "Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye", *Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(2)1-30.
- Öztürk, M.G., Köseoglu, A. M. ve Zorlu, G. H. (2018). "Inventory Control Methods in Companiesby Using Industry 4.0", *Pressademia*, 7(1), 348-351.
- Patel, B.D., Chauhan, A., Mishra, S. ve Jain, S. (2019). "Procurement Optimization In I4.0 Environment- A Review", *Pramana Research Journal*, 9(1), 21-27.
- Pech, M. ve Vrchota, J. (2020). "Classification of Small and Medium Sized Enterprises Based on the Level of Industry 4.0 Implementation", *Applied Sciences*, 10(15), 5150.

- Pellengahr, K., Schulte, A.T., Richard, J. ve Berg, M. (2016). "Pilot Study on Procurement 4.0 – *The Digitalisation of Procurement*", https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b2/einkauf_finanzen_supply_chain_management/dienstleistungen/procurement-engineering/einkauf-4-0.html, (Erişim tarihi:21.08.2019).
- Perboli, G., Musso, S. ve Rosano, M. (2018). "Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases", *IEEE Access*, 6, 62018-62028.
- Perez, C. (2009). "Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms", *Governance An International Journal Of Policy And Administration*, 20, 1-26.
- Perez, C. (2011). "Finance and Technical Change: A Long-Term View", *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 3(1), 10-35.
- Perez, C. (2012). "Technological Revolutions and The Role of Government in Unleashing Golden Ages", *Journal of Globalization Studies*, 3(2), 211-218.
- Pflaum, A., Prockl, G., Bodendorf, F. ve Chen, H. (2018). "The Digital Supply Chain of the Future: From Drivers to Technologies and Applications. Minitrack Introduction", *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences 2018*. 3924-3925.
- Prasse, C., Nettstraeter, A. ve Hompel, M.T. (2014). "How IoT Will Change The Design and Operation of Logistics Systems", *2014 International Conference on The Internet of Things, IOT 2014*, 55-60.
- Ramingwong, S., Ramingwong, L., Thaiupathump, T. ve Chompu-Inwai, R. (2021). "Readiness Model for Integration of ICT and CPS for SMEs Smart Logistics", *Implementing Industry 4.0 in SMEs*, PalgraveMacmillan UK, Londra, 187-209.
- Saatçioğlu, Ö.Y., Kök, G. ve Özispa, N. (2018). "Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 1675-1696.
- Sağıroğlu, C. (2018). "Üretimde Dijital Dönüşüm", *Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı*, <https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/2018/01/EPID-BS-UretimdeDijitalDonusum.pdf>. (Erişim tarihi: 22.03.2021).
- Sauer, P.C., Orzes, G. ve Davi, L. (2021). "Toward SME 4.0: The Impact of Industry 4.0 Technologies on SMEs' Business Models", *Implementing Industry 4.0 in SMEs*, PalgraveMacmillan UK, Londra, 293-343.
- Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A.R. ve Prote, J.P. (2014). "Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in The Context of Industrie 4.0", *Procedia CIRP*. 19(C), 51-56.
- Schwab, K. (2017). "Dördüncü Sanayi Devrimi", Çev. Zülfü Dicleli, Optimist, İstanbul.
- Shafiq, S.I., Sanin, C., Szczerbicki, E. ve Toro, C. (2015). "Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized Form of Cyber Physical System for Industrie 4.0", *Procedia -Procedia Computer Science*. 60, 1146-1155.
- Soyak, A. (2017). "Teknolojiye Dayalı Sanayileşme: Sanayi 4.0 ve Türkiye Üzerine Düşünceler", *Marmara Sosyal Araştırma Dergisi*, 11(Ağustos), 68-83.
- Soylu, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 32, 43-57.
- Stăncioiu, A. (2017). "The Fourth Industrial Revolution Industry 4.0", *Fiabilitateşi Durabilitate*, 1(19), 74-78.
- Straka, M., Khouri, S., Lenort, R. ve Besta, P. (2020). "Improvement of Logistics In Manufacturing System By The Use Of Simulation Modelling: A Real Industrial Case Study", *Advances in Production Engineering and Management*, 15(1), 18-30.
- Suvacı, B. (2016). "Sosyal Bilimler Veri Tabanında Yayımlanan Lojistik ve Tedarik Zinciri Makalelerinin Bibliyometrik Profili", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(25), 263-281.
- Szozda, N. (2017). "Industry 4.0 and Its Impact on The Functioning of Supply Chains", *Scientific Journal of Logistics*, 13(4), 401-414.
- Şahin, S. (2004). "Satın Alma ve Risk Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Yeri", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tanyaş, B. (2014). "Nitel Araştırma Yöntemlerine Giriş: Genel İlkeler ve Psikolojideki Uygulamaları", *Eleştirel Psikoloji Bülteni*, 5, 25-38.
- Taşkın, K. ve Çallı, L. (2015). "3D Yazıcı Endüstrisinin Oluşturacağı Yeni Pazarlar ve Pazarlama Uygulamaları", *ICEB 2015*: 1-12.
- TDK (2020). Güncel Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/>. (Erişim tarihi: 08.02.2020).
- TDK (2021). Güncel Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>. (Erişim tarihi: 13.03. 2021).

- Tekin, Z. (2018). "The Examination of Applications of Industry 4.0 in Enterprises by Content Analysis Method", *Pressacademia*, 7(44), 251-255.
- Tung, C.M. (2018). "Vertical Integration for Smart Manufacturing – The Dynamic Capability Perspective", *Journal of Advances in Technology and Engineering Research*, 4(2), 70-78.
- Tutar, H., Terzi, D. ve Tınmaz, G. (2018). "Türkiye'nin Vizyon 2023 Stratejisi ile Almanya'nın "2025" Strateji Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeler İtibarıyla Karşılaştırılması", *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 2(3), 195-212.
- TÜİK (2020a). "Cinsiyete ve Ekonomik Faaliyetlere Göre İstihdamın Yüzde Dağılımı, 2014-2019", <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=istihdam>, (Erişim tarihi:10.02.2020).
- TÜİK (2021). "Gayri Safi Yurtiçi Hasıla", <https://www.sbb.gov.tr/temel-ekonomik-gostergeler/#1594716589132-d3a64e97-2238>, (Erişim tarihi:15.03.2021).
- Türker, M., Balyemez, F. ve Biçer, A. A. (2005). "Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi", *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 459-465.
- TÜSİAD ve BCG (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0", <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf> (Erişim tarihi:30.01.2020).
- Van Weele, A. J. (2009). "Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Strategy", *Planning and Practice*, Cengage Learning EMEA, Hampshire.
- Viale, L. ve Zouari, D. (2020). "Impact of Digitalization on Procurement: The Case of Robotic Process Automation", *Supply Chain Forum*, 21(3), 185-195.
- Wamba, S. F. ve Queiroz, M. M. (2020). "Industry 4.0 and The Supply Chain Digitalisation: A Blockchain Diffusion Perspective", *Production Planning & Control*, 0(0), 1-18.
- Wegner, A., Graham, J. ve Ribble, E. (2017). "A New Approach to Cyber Physical Security in Industry 4.0", *Cyber Security for Industry 4.0*, Editörler: Thames L., Schaefer D., Springer Cham., 59-72.
- Xie, Y., Yin, Y., Xue, W., Shi, H. ve Chong, D. (2020). "Intelligent Supply Chain Performance Measurement in Industry 4.0." *Systems Research and Behavioral Science*. 37(4), 711-718.
- Xu, L. Da Xu, E.L. ve Li, L. (2018). "Industry 4.0: State of The Art and Future Trends", *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Yavuz, A. (2005). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Simülasyon Kullanımı", *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 1-9.
- Yılmaz, Ü. ve Duman, B. (2019a). "Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Lojistik Faaliyetleri Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi", *International Journal of Human Studies*, 2(3), 1-7.
- Yılmaz, Ü. ve Duman, B. (2019b). "Lojistik 4.0 Kavramına Genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişimi", *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 186-200.
- Zander, B., Lange, K. ve Haasis, H. (2020). "Impacts of a Smart Factory on Procurement Logistics", *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics*, 459-485.
- Zhang, Z. Li, X., Wang, X. ve Cheng, H. (2017). "Decentralized Cyber-Physical Systems: A Paradigm for Cloud-Based Smart Factory of Industry 4.0. Cyber Security for Industry 4.0 Analysis for Design and Manufacturing", Springer International Publishing AG., Birmingham, 127-172.