

Citation: Yıldız A. (2018), Endüstri 4.0 İle Bütünleştirilmiş Dijital Tedarik Zinciri, BMIJ, (2018), 6(4): 1215-1230 doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v6i4.322>

ENDÜSTRİ 4.0 İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ

Aytaç YILDIZ¹

Received Date (Başvuru Tarihi): 02/11/2018

Accepted Date (Kabul Tarihi): 13/12/2018

Published Date (Yayın Tarihi): 04/01/2019

ÖZ

Son yıllarda rekabet ortamlarının zorlaşması, küreselleşme, teknolojinin hızlı gelişimi, tedarik zincirindeki ağların karmaşıklığının artması ve ürün yaşam sürecinin kısılması gibi gelişmeler, işletmelerin tedarik zinciri stratejilerini gözden geçirmelerine sebep olmuştur. Bundan dolayı, bu koşullarda rekabet etmek isteyen işletmeler, tedarik zincirlerini etkili ve verimli bir şekilde yönetmelidirler. Tedarik zincirinin etkin olarak yönetilebilmesi için de tedarik zinciri ortakları arasında gerçek zamanlı bilgi paylaşımı ve koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. Tedarik zinciri sürecinde satın alma, üretim ve dağıtım süreçlerinin organize edilmesi, stok yatırımlarının yönetilmesi, tedarikçiler ile bağlantıların iyileştirilmesi, müşteri geribildirimlerinin hızlı alınması ve isteklerine hızlı cevap verilmesi gibi faaliyetlerin etkili ve verimli bir şekilde yapılabilmesi geleneksel tedarik zincirlerinin dijitalleşmesi ile mümkün olacaktır. Bu çalışmada, işletmelerin tedarik zincirleri faaliyetlerini kolaylaştıran ve verimli hale getiren dijital tedarik zincirinin genel yapısının anlatılması amaçlanmaktadır. Bu amaç için, dijital tedarik zincirinin genel yapısı, endüstri 4.0 ile olan ilişkisi, geleneksel tedarik zincirinden dijital tedarik zincirine dönüşüm, dijital tedarik zincirinin özellikleri, temel karakteristikleri ve faydaları ile ilgili genel bir literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca, nesnelerin interneti ve bulut bilişimin dijital tedarik zinciri süreçlerindeki önemi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0; Dijital Tedarik Zinciri; Nesnelerin İnterneti; Bulut Bilişim

JEL Kodları: M11, O31, O32

DIGITAL SUPPLY CHAIN INTEGRATED WITH INDUSTRY 4.0

ABSTRACT

In recent years, developments such as increasingly competitive environments, globalization, rapid growth of technology, increased complexity of networks in the supply chain and shortening of the product lifecycle have led companies to overview supply chain strategies. Therefore, companies that want to compete in these conditions must effectively and efficiently manage their supply chains. In order to manage the supply chain effectively, real-time information sharing and coordination among supply chain partners are required. Productive and efficient operation of activities such as organization of purchase, production and distribution processes in the supply chain process, management of stock investments, improvement of connections with suppliers, rapid retrieval of customer feedback and quick response to requests will be possible by means of the digitalization of traditional supply chains. In this study, it is aimed to explain the general structure of the digital supply chain, which makes the supply chain activities of companies easier and more efficient. For this purpose, a general literature review was conducted on the general structure of the digital supply chain, the relationship with the industry 4.0, the transformation from the traditional supply chain to the digital supply chain, the basic characteristics, features and benefits of the digital supply chain. In addition, the importance in the digital supply chain of the internet of things and cloud computing was examined.

Keywords: Industry 4.0; Digital Supply Chain; Internet of Things; Cloud Computing

JEL Codes: M11, O31, O32

¹ Doç. Dr, Bursa Teknik Üniversitesi, aytac.yildiz@btu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-0729-633X>

1. GİRİŞ

İşletmelerin günümüz pazarlarında başarılı olabilmeleri, müşterileri için önemli bir değer olan ürün ve hizmetleri düşük fiyatta, yüksek kalitede ve hızlı olarak sunmalarına bağlıdır (Akben ve Avşar, 2017). Çünkü küresel piyasaların ortaya çıkması nedeniyle dünyada keskin bir rekabet ortamı oluşturulmuş oldu. İşletmeler artık kendi kendilerine yeterli değildirler ve diğer işletmelerle bir zincir halindedirler. Bu zincirler, daha rekabetçi hale gelmek ve ortaklarının istediği hedeflere ulaşmak için süreçlerini koordine etmeye çalışmaktadırlar. Bu zincirlerden biri olan tedarik zinciri, müşteri siparişini yerine getirmek isteyen bir takım süreçler (tedarikçiler, müşteriler, fabrikalar, distribütörler ve perakendeciler) grubundan oluşmaktadır. Tedarik Zinciri Operasyon Referans Modeli'ne (SCOR) göre plan, kaynak, üretim, teslim, geri dönüş ve etkinleştirme, tedarik zincirinin ana süreçleridir (Abdel-Basset vd., 2018). Belirli bir ürünün üretimi ve dağıtımını için kurulan işletmeler ve tedarikçileri arasındaki iletişim ağı bir tedarik zinciri olarak tanımlanmaktadır. Müşterilere bir ürün veya hizmet sunmak için atılan gerekli adımları temsil etmektedir (Büyüközkan ve Göçer, 2018a). Tedarik zinciri yönetimi (TZY) ise doğru ürünü doğru zamanda doğru fiyata doğru zamanda doğru müşteriye doğru durumda doğru fiyata ulaştırmak anlamına gelmektedir.

Müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarmak ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamak için tedarik zinciri faaliyetlerinin yönetim sürecidir (Abdel-Basset vd., 2018). Optimize edilmiş tedarik zincirleri daha düşük maliyetlere ve daha hızlı üretim döngülerine yol açmaktadır (Büyüközkan ve Göçer, 2018a). Bu yüzden, alıcı-tedarikçi ilişkilerini yönetmek, işletmelerin başarısı için her zaman çok önemli olmuştur (Büyüközkan ve Göçer, 2018a; Obal ve Lancioni, 2013). Bu ilişkileri doğru bir şekilde yönetebilmek için, alıcılar ve tedarikçiler güven ve işbirliklerini en üst düzeye çıkarmalı, riski en aza indirmeli ve hedef belirleme ve gerçekleştirme konusunda işbirliği yapmalıdırlar (Obal ve Lancioni, 2013). Bununla birlikte, geleneksel tedarik zinciri, bugünün ve yarının iş gereksinimlerinde ihtiyaç duyulan belirli özelliklerin eksikliğine sahiptir (Büyüközkan ve Göçer, 2018a). Geleneksel tedarik zinciri yönetim sistemlerinde; aşırı stoklama, teslimat gecikmeleri ve stoksuzluk gibi çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar, genellikle gerçek tedarik zincirlerinde mevcut olan karmaşıklık ve belirsizlik gibi çeşitli faktörlerle ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yöneticilerinden daha ucuz, daha iyi ve daha hızlı ürün istenmesine rağmen geleneksel tedarik zincirleri daha maliyetli, karmaşık ve savunmasızdır (Abdel-Basset vd., 2018). Müşteri deneyimini iyileştirirken tedarik süreçlerini ve envanter maliyetlerini düşürerek, tedarik zinciri performansını optimize etmek için müşterilerin, distribütörlerin, üretimin ve tedarikçilerin verilerini gerçek zamanlı olarak

bütünleştirebilme olanağı ve hatta tedarikçi performanslarının takip edilmesi gibi faaliyetler artık daha önemli hale gelmiştir (Akben ve Avşar, 2017). Sıralanan bu faaliyetlerin hepsi açık ve kapsamlı iletişim kanalları gerektirmektedir. Ancak geleneksel tedarik zincirindeki bu iletişim kanalları, günümüzün dijital çağında değişti. Artık alıcı-tedarikçi ilişkileri yüz yüze iletişimlerden ziyade dijital iletişime daha bağımlı hale gelmiştir. Ayrıca, hizmet yazılımları ve sosyal medya gibi yeni teknolojilerin sürekli olarak ortaya çıkması, işletmelerin kendileri ve tedarik zinciri ortakları arasındaki iletişimi daha da etkili hale getirerek (Obal ve Lancioni, 2013) tedarik zincirlerini dijital hale getirmiştir (Abdel-Basset vd., 2018). Tedarik zincirinin dijitalleşmesinde ise Endüstri 4.0 devriminin çok büyük etkisi olmuştur (Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0, bir üretim sistemini ve tedarik zincirini büyük ölçüde bağlı unsurların siber-fiziksel etkileşimlerine dayanan akıllı bir üretim sistemine dönüştürmektedir. Bu dönüşüm, iş sürecinin ve faaliyetlerin üretim sistemini daha esnek, ekonomik ve çevre dostu hale getirmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 tabanlı sürdürülebilirlik odaklı konsept, endüstriyel yöneticilere sadece çevre koruma ve kontrol girişimlerini dahil etmemekle kalmayıp aynı zamanda kaynak verimliliği, çalışan ve toplum refahı, tedarik zincirlerindeki daha akıllı ve esnek süreçlerin ölçülmesi gibi süreç güvenliğini de kolaylaştırmaktadır. Organizasyonel bağlamda, yöneticiler değer zincirlerinde modern teknolojik gelişmeyi ve süreç yeniliklerini benimsetmeyi istemektedirler. Modern bilgi teknolojisi Endüstri 4.0 girişimleriyle birleştirildiğinde; yeşil, yalın, dağıtılmış üretim gibi süreç yenilikleri, endüstriyel tedarik zincirlerinde sürdürülebilir bir kültüre yol açmaktadır. Günümüzün senaryosunda, endüstriyel sistemler tedarik zinciri operasyonlarının esnekliğini geliştirerek sürdürülebilirliği bir araya getirmektedir. Böylelikle, Endüstri 4.0, endüstriyel sistemlerin daha iyi veri alışverişi ve kontrolü için küresel bir siber-fiziksel makine, ekipman, sensör ve tesis ağı geliştirmesini sağlar. Bir tedarik zinciri bağlamında müşteri gereksinimlerini karşılarken, malzeme, mal ve ekipman arasında yüksek düzeyde organize edilmiş bağlantıları kolaylaştırır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması, üretim durumu, enerji tüketimi, malzeme akışı, müşteri siparişleri ve tedarikçilerin verileri gibi önemli üretim parametrelerinin gerçek zamanlı izlenmesini ve kontrol edilmesini de sağlar (Luthra ve Mangla, 2018).

2. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ

Deloitte Consulting'ün varsayımlarına göre, küresel nüfusun bugün internete erişim oranı, yaklaşık % 76, sosyal medya kullanımı ise % 50 civarındadır. Buna ek olarak, 10 internet kullanıcılarından 9'u online ürün satın alıyor, sofistike büyük veri analitiği şirketlerin % 43'ü tarafından kullanılıyor ve 2020'ye kadar 44 zettabayt veri üretilmesi bekleniyor. Varsayıma

göre, bulut depolama alanı üretilen tüm verilerin % 37'sine ulaşacak ve internete bağlı 26 milyar cihaz olacaktır. Bu rakamlar, yıllar geçtikçe faaliyetler ve süreçlerde dijitalleşme oranlarının artacağını göstermektedir.

Yeni teknolojik çözümlerin ortaya çıkmasından bu yana, işletmeler de ortaya çıkan yenilikleri kullanmak için kendilerini dönüştürerek dijital hale gelmeye çalışmaktadırlar (Büyüközkan ve Göçer, 2018b). Çağımızın iş yapış şeklinin mutlak gerekliliği olan dijitalleşme pek tabiidir ki hem esneklik hem de verimlilik sunan yeni nesil tedarik zincirlerinin gelişimini önemli oranda etkilemektedir (Günel, 2015). Gelişmekte olan dijital platformlar daha da önem kazanmakta, rekabet kurallarını değiştirmekte ve tedarik zinciri yönetiminde paradigma değişiminin önünü açmaktadır (Pflaum vd., 2018). Buna bağlı olarak tedarik zincirleri de evrim geçiriyor ve yeni bir şeye dönüşüyor. Klasik bir tedarik zincirinin sadece bir yerden diğerine mal taşıdığı günler artık geride kalmıştır. Günümüzde tedarik zincirleri, hepsinin koordine edilmesi ve izlenmesi gereken önemli miktarda karmaşık faaliyet gerektirmektedir (Büyüközkan ve Göçer, 2018a). Gelişmekte olan dijital veri merkezleri, fiziksel kutuları ve fiziksel kamyonları değiştirerek fiziksel depoların yerini almaktadır. Bununla birlikte, dijital olmayan yapıda ise üretim, teslimat ve operasyonlar çoğunlukla bağımsız olarak gerçekleştirilmektedir (Büyüközkan ve Göçer, 2018b). Artık, her iş dijital hale geldikçe, tedarik zincirini daha değerli, erişilebilir ve uygun maliyetli hale getirerek tedarik zincirini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Dijital teknolojilerin yeni tedarik zinciri fırsatları oluşturması için yeni bir bakış açısı gereklidir. Organizasyonlar tedarik zincirini sadece fiziksel ürün ve hizmet akışları şeklinde değil aynı zamanda yetenek, bilgi ve finansı birleştiren bir dijital tedarik ağı olarak yeniden tasarlamalıdır (Raj ve Sharma, 2014).

Karar vermeyi desteklemek için bilgi akışlarından değerli bilgiler elde etmede iş analitiği uygulaması her zaman etkili ve başarılı tedarik zinciri yönetiminin ayrılmaz ve hayati bir bileşeni olmuştur. Ancak, çeşitli yıkıcı dijital bilgi teknolojilerinin benimsenmesi ve yayılması nedeniyle işletmeler için oluşturulan bilgi ve veri miktarı sürekli artmaktadır. Veri hacmini artıran hızlandırıcılar; nesnelerin interneti (IoT), sensör teknolojisi, etkin izleme, bulut bilişim, sosyal medya beslemeleri ve bilgisayarlı mobil cihazlarıdır (Roßmann vd., 2018). Bu teknolojiler Şekil 1'de gösterildiği gibi tedarik zinciri üzerinde dönüşümsel bir etkiye sahip olarak tedarik zincirini dijital hale getirmektedir (Raj ve Sharma, 2014). Geleneksel tedarik zincirindeki bir dizi ayrı adımlar (duvarlar) tedarik zincirinin bu şekilde dijital dönüşmesinden sonra parçalanır ve zincir kusursuz bir şekilde çalışan entegre bir sisteme dönüşür (Büyüközkan ve Göçer, 2018a).



Kaynak: Raj, S., & Sharma, A. (2014). Supply chain management in the cloud. Accenture Global Management Consulting, 1-12.

Şekil 1: Geleneksel Tedarik zincirinin Dijital Tedarik Zincirine Dönüşümü

Bu sofistike teknolojilerin TZY alanındaki uygulamaları, servis parçaları yönetiminden, lojistik sistemlerde kargo kaybı, online ürün satışlarının tahmini, şehir ulaşımına ya da afet esnekliğine kadar uzanmaktadır (Roßmann vd., 2018).

Şu anda birçok tedarik zinciri sistem hibritdir; yani tedarik zincirleri kağıt tabanlı ve bilgisayar teknolojilerinin bir karışımı olarak kullanılmaktadır. Ancak gerçek dijital tedarik zinciri (DTZ) geleneksel hibrit sistemin ötesine geçerek sistem entegrasyonu ve kilit bileşenlerin bilgi üretme yeteneklerini kullanmaktadır (Abdel-Basset vd., 2018). DTZ ile ilgili literatürde birçok tanımlama bulunmakla birlikte aşağıda bu tanımlamalardan bazılarına yer verilmiştir.

Abdel-Basset vd., (2018) dijital tedarik zincirini; ayrılmış, bölgesel ve tek işletme uygulamalarından tedarik zincirlerinin geniş ve sistematik uygulamasına kadar genişleyen modern ve birbirine bağlı bir sistem olarak, Akben ve Avşar (2017) temelde web üzerinde etkin olan yeteneklere dayanan bir tedarik zincirini tanımlayan terim, Büyüközkan ve Göçer (2018b) dijital donanım, yazılım ve ağlar için büyük veri, mükemmel işbirliği ve iletişim yeteneğine sahip akıllı, en uygun teknoloji sistemi olarak tanımlamışlardır. Raab ve Griffin-Cryan (2011), geleneksel tedarik zincirinin, elektronik süreçler ve kağıt tabanlı belgelerin bir karışımına dayandığını, DTZ'nin ise yaygın bilgi birikimi, üstün işbirliği ve dijital platformlar üzerinden iletişim kurma, daha fazla güvenilirlik, çeviklik ve etkililik ile sonuçlanma kabiliyetine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bhargava vd., (2013) DTZ'nin küresel olarak dağıtılan organizasyonlar arasındaki etkileşimleri destekleyen ve tedarik zincirlerindeki ortakların faaliyetlerini (bir ürünü satın almak, üretmek, saklamak, taşımak ve satmak) düzenleyen sistemlerden (yazılım, donanım, iletişim ağları) oluştuğunu belirtmektedirler. Schmidt vd., (2015) DTZ'yi talebin uçucu olduğu ve risklerin yüksek olduğu bir dünyada tedarik zincirindeki atık gibi "acı" alanlarını hafifletmek için tedarik zinciri süreçlerini destekleyen ve senkronize eden (depo ve nakliye sistemleri, Radyo Frekanslı Tanımlama –RFID-, gelişmiş

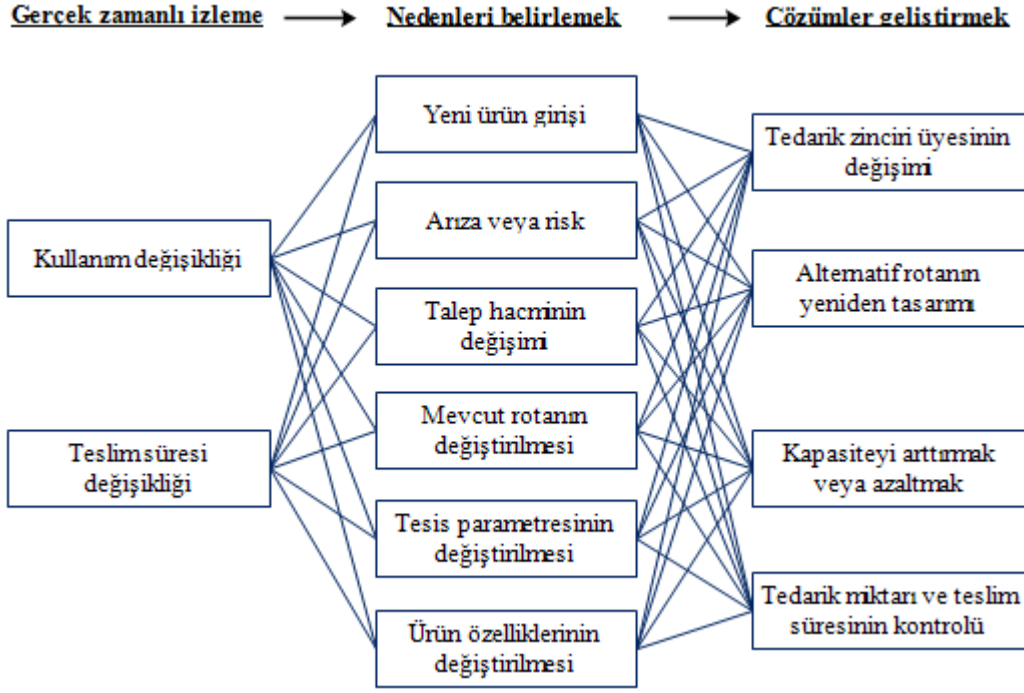
toplama teknolojileri ve yenilikçi planlama ve programlama sistemleri gibi) en uygun teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Raj ve Sharma, (2014) dijitalleşmenin, hizmet zincirlerini daha değerli, erişilebilir ve uygun maliyetli hale getirerek tedarik zincirlerini dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmektedir.

DTZ, dijital medyanın orijinal noktadan (içerik sağlayıcısı) hedefe (tüketiciye) elektronik ortamda iletilmesi sürecini kapsamaktadır. Dijital bir tedarik zinciri sistemi, küresel dağıtım organizasyonları arasındaki etkileşimi destekleyen, tedarik zincirindeki ortakların faaliyetlerini düzenleyen (donanım, yazılım, iletişim ağı) sistemlerden oluşmaktadır. Başka bir deyişle büyük veri, IoT vb. ileri bilişim teknolojileri kullanılarak oluşturulan tedarik zinciridir. Dijital tedarik zinciri yönetimi, kaynakların (stratejik tedarik ve tedarik yönetimi), üretim (imalat ve servis operasyonları) ve teslimat süreçlerinin (talep yerine getirilmesi) entegrasyonu için bilişim teknolojilerinin kullanımına odaklanmaktadır (Akben ve Avşar, 2017). DTZ, ürün veya hizmetlerin fiziksel mi yoksa dijital mi olduğuyula ilgili değil, tedarik zincirinin nasıl yönetildiği ile ilgilidir. Hizmetlerin daha katma değerli, erişilebilir ve uygun maliyetli, istikrarlı ve çevik faaliyetlerle sonuçlandırılması yoluyla işletmeler arasındaki etkileşimi destekler ve senkronize etmektedir (Büyüközkan ve Göçer, 2018b).

3. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNİN ÖNEMİ VE FAYDALARI

DTZ'nin temel faydası, müşteri memnuniyetinde olağanüstü performans kapasitesini ortaya çıkarma yeteneğidir. Müşteri ihtiyaçları hakkında daha doğru bilgilerle tasarlanmış, verimlilikle inşa edilen ve gerçek müşterilere hızlı ve kolay erişime sahip konumlara sahip ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını sağlar (Guarraia vd., 2015; Yıldız vd, 2018).

DTZ, çevresel değişikliklere karşı; lojistik esneklik ile alternatif rotaların yeniden atanması, kapasite esnekliği ile kapasitenin kontrol edilmesi, (kapasite genişletme, fazla mesai ve ek vardiyalar), tedarik zinciri üyelerini kanal esnekliği ile değiştirme, tedarik miktarını ve teslim sürelerini kontrol etme gibi özelliklere sahiptir. Şekil 2'de gösterilen DTZ'nin sahip olduğu esneklikler tedarik zinciri faaliyetlerinin geleneksel bir tedarik zincirinden daha verimli ve serbest bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır (Oh ve Jeong, 2019).



Kaynak: Oh, J., & Jeong, B. (2019). Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 55, 217-233.

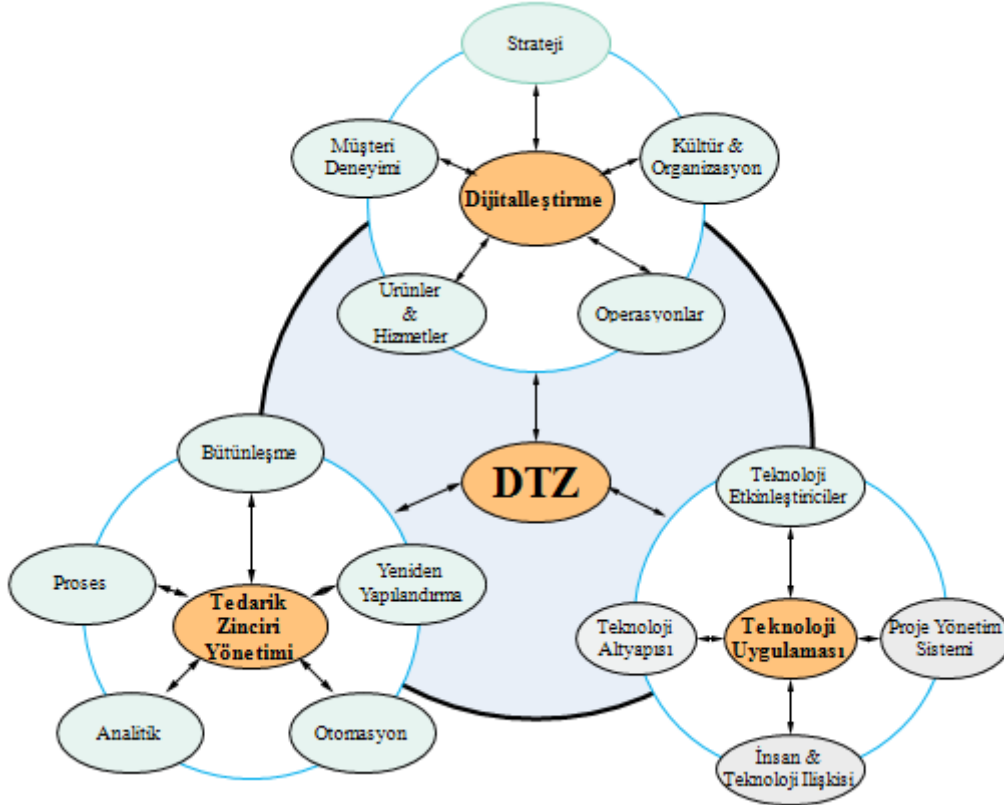
Şekil 2: Dijital Tedarik Zinciri İçin Modelin Nedenleri ve Çözümleri

DTZ'nin faydaları, şirketler ve tedarikçileri, çalışanları ve müşterileri de dahil olmak üzere, ekosistemdeki birçok aktör için avantajlı olan hizmetlerin maliyet etkinliğini ve değer oluşturan aktiviteleri içermektedir. DTZ, zincirdeki aktörler arasındaki iletişimi geliştirmek için tedarikçiler (finansal, üretim, tasarım, araştırma) arasındaki stratejik ve operatif bilgi alışverişini karakterize edilir. Genel olarak, bilgi sistemleri arasındaki elektronik bağlantılar aracılığıyla, şirketler ve tedarik zincirindeki müşterileri kapsayan kaynaktan ödeme süreçlerinin otomatik ve dijitalleştirilmiş işlemlerini mümkün kılan, şirketlerarası koordinasyon sağlanır. Bu tedarik zinciri bilgi paylaşımı ve işlenmesi, cihazlardan, sensörlerden ve sosyal medya uygulamalarından çok miktarda veri içermektedir (Korpela vd., 2017).

DTZ, işletmelerin zaman, para ve kaynakları kurtarmasına yardımcı olabilir. İşletmeler DTZ ve yüksek derecede dijitalleştirilmiş operasyonlar ile yıllık verimlilik artışlarını % 4,1, gelirlerini ise % 2,9 oranında artırabilirler (Büyüközkan ve Göçer, 2018b). Farklı sektörlerden birçok şirket, iş operasyonlarını ve tedarik zincirlerini dijital hale getirme konusunda derinlemesine yatırım yapmaktadırlar. Örneğin, DHL gibi büyük lojistik servis sağlayıcısı gelecekte lojistik endüstrisini etkileyebilecek eğilimleri izlemekte, başka bir lojistik servis sağlayıcısı olan DB Schenker, dijital bir hareketlilik laboratuvarına yatırım yapmakta, THY, Lufthansa ve Emirates gibi güçlü kargo operasyonlarına sahip havayolları, kağıtsız e-navlun tekliflerini müşteriler için veri temizliği ile genişletmekte, bir tarım şirketi olan Monsanto, tarım

operasyonlarını dijital hale getirmek için sensör teknolojisine yatırım yapmakta, küresel perakendeciler Amazon ve Alibaba, malların taşınması ve teslimatı için dronlara ve robotiğe yatırım yapmaktadırlar (Büyüközkan ve Göçer, 2018a).

Bu örneklerden yola çıkarak diğer şirketlerin tedarik zinciri yöneticilerinin de tedarik zincirlerinin mevcut dijitalizasyon durumunu değerlendirmeleri, teknoloji uygulaması için bir vizyon oluşturmaları ve DTZ ortamında tedarik zinciri yönetimi için bir dönüşüm yol haritası geliştirmeleri işletmelerin verimliliklerini ve kazançlarını artırmaları için önem taşımaktadır. Bunun için mevcut tedarik zincirinin alanlarının detaylandırılması, parçalarının ayrıştırılması ve yapılarının oluşturulması gerekmektedir. Her ne kadar tipik bir tedarik zincirindeki DTZ'nin uygulanması sadece bu aşamalara odaklanmasına rağmen daha kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Şekil 3'te DTZ'nin gelişimi için bir entegrasyon çerçevesi gösterilmektedir.



Kaynak: Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.

Şekil 3: DTZ'nin Gelişimi İçin Entegrasyon Çerçevesi

4. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

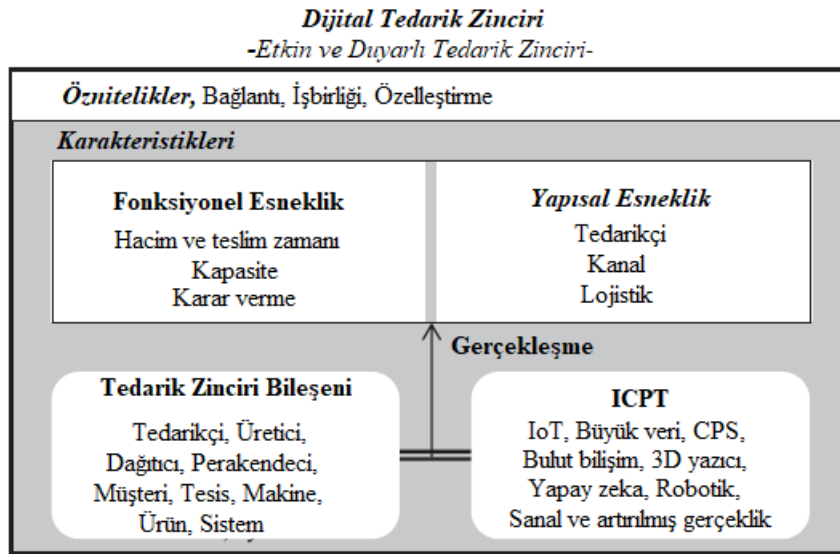
Kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemleri, dağıtılmış üretim ortamları, siparişler ve gönderi lojistiği, sosyal medya beslemeleri, müşteri satın alma modelleri, ürün yaşam döngüsü işlemleri ve küresel konumlandırma sistemleri (GPS), RFID takibi, mobil cihazlar, gözetim

videoları ve diğerleri gibi teknoloji odaklı veri kaynakları dahil olmak üzere muazzam miktarda veri derlenmiştir. Bu nedenle, organizasyonlar şu anda büyük hacim, hız, çeşitlilik ve doğruluk ile karakterize edilen büyük veri setlerini ele alıyorlar. Veriler ne kadar büyükse, yönetilmesi ve analiz edilmesi ve yararlı iş analizleri sunması o kadar zorlu hale gelmektedir. Büyük veri analitiği alanındaki son çalışmalar, veriye dayalı tedarik zinciri kararlarını vermede kullanılan araç ve tekniklerle ortaya çıkmıştır. Sonuçları gerçek zamanlı analiz etmek ve yorumlamak, işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için daha iyi ve hızlı kararlar vermelerine yardımcı olabilir. Ayrıca kuruluşların tedarik zinciri tasarım ve yönetimin maliyetlerini düşürerek ve riskleri azaltarak iyileştirmelerine yardımcı olacaktır. Operasyonel verimliliğin artırılması için farklı tedarik zinciri bileşenleri boyunca entegre üretim ve dağıtım süreçleri, büyük veri bilgi ve teknolojilerinin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Üreticiler, lojistik, tedarikçiler ve perakendeciler, müşterilerine ve hizmetlerine değer katmak için bütünsel bir yaklaşım geliştirmelidir (Govindan vd., 2018).

Endüstri 4.0'la aynı prensiplere sahip olan DTZ; Siber Fiziksel Sistemler (CPS), Artırılmış Gerçeklik (AR), Büyük Veri (BD), Bulut Bilişim (CC), Robotik (R), Sensör Teknolojisi (ST), Nesnelerin İnterneti (IoT), İnsansız Hava Aracı (İHA), 3D Baskı (3DP), Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), Yapay Zeka (AI) gibi geniş teknik bileşenleri kapsamaktadır (Şekkeli ve Bakan, 2018). Bu tür teknolojilerin birleşimi, güçlü veri güdümlü tedarik zinciri hizmetlerinin oluşturulmasını sağlayan tamamen yeni bilgi teknolojisi (BT) altyapıları anlamına gelmektedir (Pflaum vd., 2018). Tedarik zincirinin etkin yönetimi için çok önemli bir rol oynayan BT; farklı süreçleri, tedarikçileri ve müşterileri, veri ve bilgi iletişiminin toplanmasını ve transferini geliştirerek ve daha sonra tedarik zinciri performansını iyileştirerek entegre etme yeteneğine sahiptir (Abdel-Basset vd., 2018).

Geçtiğimiz on yıl içinde, küresel üretim ve tedarik zinciri, piyasadaki ürünlerin hızlı bir şekilde özelleştirildiği, çok kısa bir yaşam döngüsü ile hizmet odaklı olduğu, yeni üretim teknolojilerinin ortaya çıktığı ve bilgi-iletişim ile birleştirildiği gelecekteki üretim ortamlarının zorluklarıyla karşılaşmıştır. ICPT (Bilgi, İletişim ve Üretim Teknolojisi) ile entegre edilen DTZ, tedarik zincirindeki ürünleri ve envanteri takip edebilir, operasyonların gerçek zamanlı bilgilerini toplayabilir, karar verme problemlerini optimize edebilir ve işletmelerinin rekabetçiliğini sağlamak için bir kişiselleştirme hizmeti için müşterilerle etkileşime girebilir. ICPT ile tedarik zinciri dijital ve esnek tedarik zinciri haline gelir. ICPT'nin en önemli rollerinden biri, tüm tedarik zinciri üyelerini bir bilgi ve iletişim ağına bağlamaktır. ICPT sahip olduğu; bağlantı, işbirliği ve özelleştirme öznelikleri ile DTZ'ye aşağıda belirtilen faydaları

sağlamaktadır. **Bağlantı:** Tüm üyeler ve bileşenler bilgi ve iletişim ağları aracılığıyla sanal veya kablosuz olarak bağlanır. Bu bağlantı, tedarik zincirinin gerekli tüm bilgileri gerçek zamanlı bir tabandan paylaşmasını ve iletmesini sağlar, böylece kendi başına akıllı, çok işlevli, bilgilendirici ve paylaşılabilir bir kaynak haline gelebilir. Bağlantı, tüm bileşenler bağlı olduğundan ve gerçek zamanlı olarak birbirlerine geri bildirim sağlayabildiğinden, DTZ'yi geleneksel tedarik zincirinden farklı kılar. Anahtar teknolojiler IoT, CPS, CC, BD analizi ve sensörlerdir. **İşbirliği:** Birbirleriyle iletişim kurma, işbirliği yapma ve koordinasyon yeteneğidir. İşbirliği, DTZ üyelerinin daha iyi bir işbirliğine kavuşmasını, birbirlerini anlamasını ve evrimsel bir süreçten geçmesini sağlamakta ve bu da DTZ'nin bir esnekliğini daha da arttırmaktadır. Anahtar ICPT'ler CPS, CC, AI ve R'dir. **Özelleştirme:** Temel hedef olarak rekabet gücünün itici gücüdür. 1990'lardan beri, tedarik zincirleri, müşteri talebini rekabetçi tutmak için daha düşük maliyetlerle daha yüksek kar elde etmeyi amaçlamaktadır. 3D teknolojileri ile özelleştirilmiş ürünler üretilerek müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verme olanağına sağlanabilir. Şekil 4'te bu niteliklere ve özelliklere sahip olan bir dijital tedarik zincirinin temel bir taslağı verilmiştir (Oh ve Jeong, 2019).



Kaynak: Oh, J., & Jeong, B. (2019). Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 55, 217-233.

Şekil 4: ICPT İle Entegre Edilen Dijital Tedarik Zincirinin Ana Hatları

Aşağıda DTZ'nin önemli bileşenlerinden olan IoT ve bulut bilişimin dijital tedarik zincirindeki öneminden bahsedilmiştir.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Küresel tedarik zinciri ağlarındaki bilgi akışını kolaylaştırmak için kullanılabilen, gelişmekte olan internet tabanlı bilgi mimarisidir. Nesnelerin dijital işlevselliğe sahip olduğu ve otomatik olarak tanımlanıp izlenebileceği

varsayımı ile IoT, tedarik zincirinin ve kalite faktörlerinin nasıl yönetileceğini çarpıcı bir biçimde kolaylaştırabilir (Xu, 2011). IoT teknolojileri veri oluştururken ve veri ayrıntılarının ve veri kalitesinin geliştirilmesine yardımcı olurken, hizmetlerin interneti, blok zincirleme, bellek hesaplama, veri gölleri kullanım noktasında daha yüksek veri kullanılabilirliğine katkıda bulunarak şirketler arasındaki bilgi sistemlerinin yatay entegrasyonu açısından önem kazanmaktadır (Pflaum vd., 2018). IoT yazılım, donanım, veri tabanları, sanal ve fiziksel nesnelere ve insanlığa hizmet etmek için birbirine bağlanan ve birlikte çalışan sensörler olarak tanımlanmıştır. IoT her zaman, her yerde, herhangi bir şey ve herhangi bir medya iletişimi sağlar. IoT'un akıllı cihazları, tedarik zinciri şirketlerinin bilgi edinme sürecinden kaynaklanan maliyetleri azaltmalarını sağlar ve tedarik zinciri yönetiminde zincirini daha akıllı hale getirir. IoT tedarik zincirinde envanterin gerçek zamanlı görünebilirliğini oluşturarak envanter yönetimini geliştirir. Geleneksel tedarik zinciri yönetiminde talep üzerine bilgi, paylaşılacak yerine yalnızca bir iş ortağına iletilmektedir. Ancak, RFID etiketlerinin yeni teknolojileri, üretim ve son kullanma tarihi, garanti süresi gibi her türlü bilginin kaydedilmesini ve tüm iş ortaklarıyla paylaşılmasını sağlayarak tedarik zincirinin yönetiminin etkin bir şekilde yönetilmesine olanak verir. Tüm taşıma bilgileri (taşıma koşulu, varış yeri vb.) akıllı nesnelere kullanılarak sağlanır ve böylece ürünlerin izlenip kaydedilme şansı artar. Aynı zamanda iade maliyeti en aza indirilerek müşteri memnuniyeti artırılır. Şekil 5'te RFID sistemi ile bütünleştirilmiş bir tedarik zinciri yönetim sisteminin genel şekli gösterilmektedir.



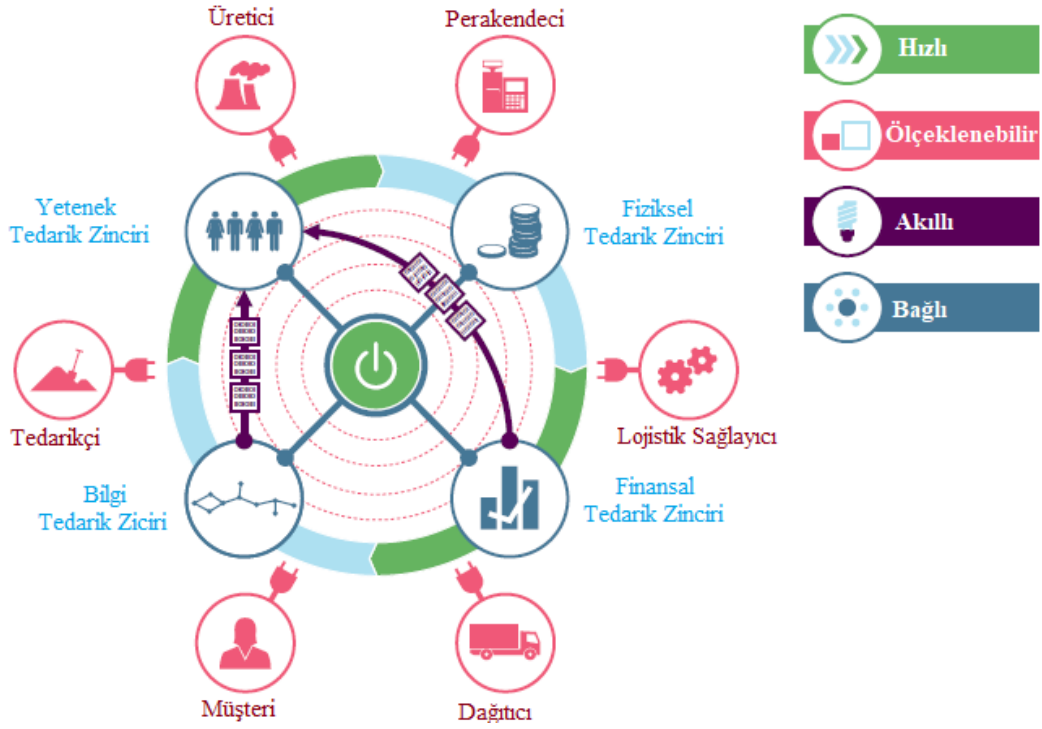
Kaynak: Abdel-Basset, M., Manogaran, G., & Mohamed, M. (2018). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: a framework for building smart, secure and efficient systems. Future Generation Computer Systems.

Şekil 5: RFID Sistemli Tedarik Zinciri Yönetim Sistemi

Şekil 5'te, her tedarikçi sisteme giriş yapar ve ürün ya da hizmet ile ilgili tüm bilgileri girer ve bu bilgiler sisteme kaydedilir. Sisteme giriş yapan yönetici, tedarikçi ve ürünü hakkında

gerekli tüm bilgileri alabilir. Etiket ID ile eklenmiş her ürün, RFID okuyucu tarafından taranır ve etiket ID'yi veri tabanına gönderir. Böylelikle RFID teknolojisi kullanılarak ürünlerle ilgili üretim, son kullanma tarihi ve garanti süresi gibi tüm bilgiler mevcut hale gelir (Abdel-Basset vd., 2018).

Bulut Bilişim: Üretilen ürünlerin veya hizmetlerin, kaynağından nihai kullanıcıya ulaşmasına kadar olan süreç olarak bilinen tedarik zinciri, teknolojik gelişmelerin doğal bir sonucu olarak dijitalleşerek farklı bir boyut kazanmıştır. Bunlardan en önemlileri dijital medyanın orijinal noktadan hedefe elektronik ortamda iletilmesi sürecini kapsayan dijital tedarik zinciri ve bilgisayar ağı, sunucu, depolama uygulamaları ve hizmetleri gibi yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının paylaşıldığı bir havuz olan bulut bilişimdir. DTZ ve bulut bilişim ikilisi son zamanlarda iş dünyasında önemi fark edilen alanlardır. İşletmeler hem rekabet avantajı elde etmek hem de çeşitli alanlarda avantaj kazanmak için süreçlerini sürekli yenilemek zorunda olduklarından dijital tedarik zinciri yönetimi ve bulut bilişimi sistemlerine adapte ederek hem operasyonel maliyetlerini azaltabilir hem de performanslarını artırabilirler (Akben ve Avşar, 2017). Bulut bilişim, dijital bilgi ürünlerinin yaşam döngüsü boyunca bilgi yönetimini destekleyen kuruluşlar için popüler bir dış kaynak kullanım çözümüdür. Niteliksel bir bakış açısıyla, bir prototipte bulut bilişimin **esneklik** (çok sayıda dijital ürün kataloğunu, işletmeler ve ortakları tarafından değer ve tedarik zincirleri oluşturarak yönetebilme, işletmeler ve iş ortaklarının, kataloglarını oluşturarak/silerek değişikliklere hızla tepki verebilme), **bağımsızlık** (dijital ürünleri bir zincirdeki diğer ortaklarla değiştirmek için bir değer veya tüm tedarik zincirinin dağıtım ayrıntılarını bilmeme özgürlüğü), **kontrol ve planlama** (yönetimin tedarik zinciri mimarisi ve paketleme/lojistik hizmetlerini, kesintisiz dijital ürün ve meta veri akışını kontrollü bir şekilde oluşturma), **güvenlik** (paketleme hizmetinin kriptografik bir şema kullanarak dijital ürünlere gizlilik ve bütünlük sağlama) gibi avantajları bulunmaktadır (Vazquez-Martinez vd., 2018). Bulut bilişim tarafından etkinleştirilen dijital tedarik zincirleri, birlikte ve hızlı bir şekilde çalışırken, Şekil 6'da gösterildiği gibi benzeri görülmemiş bir görünürlük ve esneklik sağlayan dört farklı özelliğe sahiptir Bu özellikler aşağıda özetlenmiştir.



Kaynak: Raj, S., & Sharma, A. (2014). Supply chain management in the cloud. Accenture Global Management Consulting, 1-12.

Şekil 6: Bulut Bilişim Etkileşimli Dijital Tedarik Zincirlerinin Dört Belirgin Özelliği

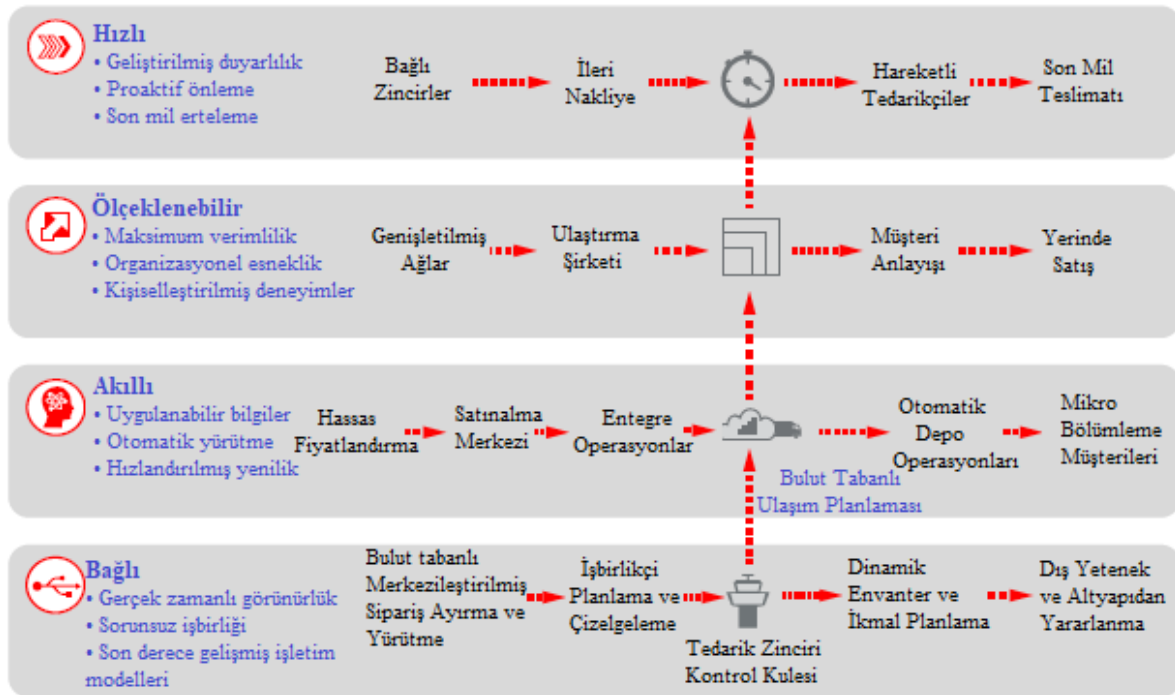
Bağlı: Daha önce görülmemiş gerçek zamanlı bir görünürlük ve dokunma/etkileme kabiliyeti sağlayarak, akıllı bir tedarik ağına ve gelişen işletim modellerine yol açar. Şirketler bu avantajdan yararlanarak tedarikçileri, satıcıları ve müşterileri ile kolayca bağlantı kurabilir. Ayrıca dinamik hazırlık, gelişmiş sunucu kullanımı ve veri merkezi verimliliği gibi altyapı avantajları da sağlar. Geçmişte yapılan çalışmalar, bulut çözümlerinin, enerji kullanımı ve karbon emisyonlarını, şirket içinde kurulu olan ilgili uygulamalarla karşılaştırıldığında % 30'dan fazla azaltabileceğini göstermiştir.

Akıllı: Tedarik ağı bağlandıktan sonra, doğru zamanda doğru karar verebilmek için bilişsel ekipman ve akıllı uygulamalardan yararlanır. Bu “akıllı” teknolojiler, tedarik zinciri yöneticilerinin “hareket halindeyken” proaktif kararlar alabilmelerini sağlarken, temel görevler için kararların alınmasını sağlar. Tahmine dayalı, potansiyel riskleri tespit edebilir ve proaktif eylemler ve hasar sınırlaması ile ilgili kararlar için alternatif seçenekler sunabilir. Bulut bilişim özellikli istihbaratın bir örneği olan Taleris (GE Havacılık ve Accenture arasındaki ortak girişim), çoklu uçak parçaları, bileşenleri ve sistemleri üzerine kurulu çeşitli sensörlerden gelen verileri analiz etmek ve uçak bakımı ve operasyonları hakkında önleyici önerilerde bulunmak için tahmine dayalı analitik teknolojisini kullanmaktadır.

Ölçeklenebilir: Artık bağlı ve akıllı olan tedarik zinciri, farklı iş ortaklarına ve tedarikçilere ihtiyaç duyulduğunda ölçeklendirme yapabildiği gibi, şirketler müşterileri veya daha yeni pazarları hedeflemek için faaliyetlerini ölçeklendirebilir. Bulut tabanlı bilgi işlem tedarik zinciri çözümleri, esnek kullanıma dayalı bir model üzerinde çalıştığı için, müşteri talepleri ve piyasa koşullarının değişkenliğini dikkate almak için ağ, depolama ve kapasiteyi hızla değiştirilebilir.

Hızlı: İlk üç avantajdan yararlanan şirketler, tedarik zinciri ağlarını, başarıyla hızlandırabilirler. Daha hızlı planlama ve yürütme kabiliyetleri pazarda zamanın azalmasını sağlarken, pazar koşullarına daha fazla esneklik ve yanıt verme yeteneği, kaynaklara daha iyi erişim sağlamaktadır (Raj ve Sharma, 2014).

Bu dört belirgin özelliğin perakende sektöründeki tedarik zincirini etkinleştirdiği bir uygulama Şekil 7’de verilmiştir (Hanifan vd., 2014).



Kaynak: Hanifan, G., Sharma, A., & Newberry, C. (2014). The digital supply network: a new paradigm for supply chain management. Accenture Global Management Consulting, 1-8.

Şekil 7: Perakende Sektöründeki Bir Dijital Tedarik Zinciri

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Endüstri 4.0 devrimine geçilmesiyle 3D yazıcı, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, yapay zekâ, büyük veri, simülasyon vs. yöntemler yoluyla kendi kendine düşünebilen ve karar verebilen akıllı fabrikalar kurulması, akıllı tedarik zincirleri oluşturulması ve bu yolla akıllı ürünlerin üretilmesi ve dağıtılması hedeflenmektedir. Bu

endüstriyel devrim işletmelere istihdam, ekonomik büyüme, istikrar, etkinlik, iş güvenliği, verimlilik, sürdürülebilir rekabet avantajı vs. büyük vaatler sunmaktadır. Yaşanan bu devrim, gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alan Türkiye açısından da oldukça kritik bir öneme sahiptir. Eğer Endüstri 4.0 doğru uygulanır ve doğru yönetilirse ülke açısından önemli fırsatlar yakalanacaktır. Endüstri 4.0 başta rekabet avantajı olmak üzere verimlilik artışı, yüksek performans, stratejik üstünlük elde etmek gibi birçok konuda ülkeye büyük kazanımlar sağlayacaktır. Endüstri 4.0'ın etkisi altında olan ve işletmelerin tedarik zinciri faaliyetlerini verimli hale getiren dijital tedarik zincirinin de yenilikçi bilişim teknolojilerinin endüstriyel süreçlerle bütünleşmesini öngören çözümler sunacağı düşünülmektedir. Genel olarak dijitalleşmenin küresel tedarik zincirleri için giderek daha önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Böylelikle, yeni bilgi ve iletişim teknolojileri tedarik zincirlerinin artan kırılganlık ve hızla değişen ekonomik ortamlarla başa çıkmasını sağlayacaktır. Tedarik zincirinin dijitalleşmesi sürecinde, tedarik zinciri süreçlerinin yeniden yapılandırılması, gereksiz aşamaların ortadan kaldırılması ve karar verme süreçlerinin hızının artırılması daha iyi kararların verilmesine yardımcı olacaktır.

Bu yüzden bu çalışmada da bir farkındalık oluşturmak için; DTZ ile ilgili genel bir literatür araştırması yapılmış ve DTZ'nin önemi, özellikleri, faydaları, bilgi teknolojilerinin DTZ'deki önemi ve yeri açıklanmıştır. Çalışmada yapılan literatür araştırmasından çıkarılan sonuca göre; DTZ rekabette olan artan şeffaflığın artırılması, uygulamadaki çabukluktan dolayı ilgili maliyetlerin azaltılması, pazarda oluşan şeffaflık ve sağlıklı veri bankası, ilgili dökümanların tüm katılımcı şirketlerle paylaşılması, tüm katılımcı şirketlere eşit yaklaşım, denetim kolaylığı tedarikçilerin yeni pazarlara açılımının kolaylaşması, satış maliyetlerinin azaltılması ve şeffaf rekabet gibi avantajlar sunarak hem şirketlerin hem de tedarikçilerinin küresel rekabet ortamında ayakta kalmasını sağlayacaktır. Bu yüzden, tedarik zinciri yönetimi bölümlerinin kendi içlerindeki proseslerinden, iç müşterilerinin talep yönetimine, tedarikçilere iletilen sipariş mektubuna kadar olan proseslerin dijital ortama alınmasından, tedarikçilerle olan işbirliğinin dijital ortamda yürütülmesine kadar, mümkün olan süreçlerin tümünün dijital ortamlara taşınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., & Mohamed, M. (2018). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: a framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer Systems*, in prees.
- Akben, İ., & Avşar, İ. İ. (2017). Dijital tedarik zinciri ve bulut bilişim. *1. Uluslararası El Ruha Sosyal Bilimler Kongresi- El-Ruha*, 8-12 Kasım 2017, Şanlıurfa, 104-113.
- Bhargava, B., Ranchal, R., & Othmane, L. B. (2013, February). Secure information sharing in digital supply chains. In *Advance Computing Conference (IACC)* (pp. 1636-1640).
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). An extension of ARAS methodology under interval valued intuitionistic fuzzy environment for digital supply chain. *Applied Soft Computing*, 69, 634-654.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.
- Govindan, K., Cheng, T. C. E., Mishra, N., & Shukla, N. (2018). Big data analytics and application for logistics and supply chain management. *Transportation Research Part E*, 114, 343-349.
- Guarraia, P., Gerstenhaber, G., Athanassiou, M., & Boutot, P. H. (2015). The intangible benefits of a digital supply chain. *Bain & Company* 1-2.
- Günel, T. (2015). Dijital tedarik zinciri ve elektronik ihaleler. *Satınalma Dergisi*, 3(28).
- Hanifan, G., Sharma, A., & Newberry, C. (2014). The digital supply network: a new paradigm for supply chain management. *Accenture Global Management Consulting*, 1-8.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017, January). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. In *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Obal, M., & Lancioni, R. A. (2013). Maximizing buyer-supplier relationships in the digital era: concept and research agenda. *Industrial Marketing Management*, 42(6), 851-854.
- Oh, J., & Jeong, B. (2019). Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 55, 217-233.
- Pflaum, A., Prockl, G., Bodendorf, F., & Chen, H. (2018). The digital supply chain of the future: from drivers to technologies and applications. minitrack introduction. In *The 51st Hawaii International Conference on System Sciences. HICSS 2018 Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3924-3925).
- Raab, M., & Griffin-Cryan, B. (2011). Digital transformation of supply chains. *Creating Value-When Digital Meets Physical, Capgemini Consulting*.
- Raj, S., & Sharma, A. (2014). Supply chain management in the cloud. *Accenture Global Management Consulting*, 1-12.
- Roßmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (2018). The future and social impact of big data analytics in supply chain management: results from a delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, 130, 135-149.
- Schmidt, B., Rutkowsky, S., Petersen, I., Klötzke, F., Wallenburg, C. M., & Einmahl, L. (2015). Digital supply chains: increasingly critical for competitive edge. *European AT Kearney, WHU Logistics Study*.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018). Endüstri 4.0'ın etkisiyle lojistik 4.0. *Journal of Life Economics*, 5(2), 17-36.
- Vazquez-Martinez, G. A., Gonzalez-Compean, J. L., Sosa-Sosa, V. J., Morales-Sandoval, M., & Perez, J. C. (2018). CloudChain: A novel distribution model for digital products based on supply chain principles. *International Journal of Information Management*, 39, 90-103.
- Xu, L. D. (2011). Information architecture for supply chain quality management. *International Journal of Production Research*, 49(1), 183-198.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.
- Yıldız, A., Karakoyun, F., & Parlak, İ. E. (2018). *Mühendislik Alanında Akademik Araştırmalar*. Endüstri 4.0 temelli dijital tedarik zinciri, 1, 416-426, Gece Kitaplığı, Ankara.