

Endüstri 4.0 Uygulamalarının Örgütsel Çeviklik Üzerindeki Etkisi: Kavramsal Bir Çalışma

Salih Zeki İMAMOĞLU¹
Hüseyin İNCE²
Hülya TÜRKCAN³



Geliş Tarihi/ Received	Kabul Tarihi/ Accepted	Yayın Tarihi/ Published
21/05/2020	15/12/2020	15/01/2021

Citation/Atf: İmamoğlu S, Z., İnce, H ve Türkcan, H., (2021), Endüstri 4.0 Uygulamalarının Örgütsel Çeviklik Üzerindeki Etkisi: Kavramsal Bir Çalışma, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 35(1): Sayfa: 103-124, <https://doi.org/10.16951/atauniiib.740820>

Öz: Dinamik çevre koşulları ve artan rekabet ortamında firmalar için hayatta kalmak gittikçe daha zor hale gelmektedir. Böyle bir ortamda firmaların değişim ve gelişimlerin farkında olarak buna ayak uydurmaları ve hızla aksiyon alabilmeleri önem arz etmektedir. Bunu mümkün kılan ise sahip oldukları örgütsel çevikliklerdir. Endüstri 4.0 firmalar için bir dijital dönüşüm başlatmıştır ve Endüstri 4.0 uygulamaları firmaların çevredeki değişimlere uyumunun yanı sıra değişimlere proaktif bir şekilde cevap verebilmelerini de sağlamaktadır. Dolayısıyla Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliğin gelişmesinde önemli bir rolü olduğu söylenebilir. Ancak bu ilişkiyle ilgili yapılmış çalışmalar kısıtlıdır. Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çeviklik üzerindeki etkisi ve önemini açıklamaktır. Bu doğrultuda, Endüstri 4.0 ile örgütsel çeviklik kavramları kapsamlı olarak incelenmiş ve ilgili literatür göz önüne alınarak açıklanan argümanlarla Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliği geliştirmedeki rolü detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Endüstri 4.0 Uygulamaları, Örgütsel Çeviklik.

The Effect of Industry 4.0 Implementations on Organizational Agility: A Conceptual Study

Abstract: It has become more and more difficult for firms to survive in dynamic environment and increasingly competitive conditions. In such an environment, it is important for firms to adapt it by being aware of the changes and developments, and to take action quickly. What makes this possible is the organizational agility they have. Industry 4.0 has initiated a digital transformation for firms, and Industry 4.0 implementations enable the firms to respond to the changes proactively, as well as to adapt to environmental changes. Therefore, it can be said that Industry 4.0 implementations have an important role in improving organizational agility. However, studies on this relationship are limited. The aim of this study is to explain the impact and importance of Industry 4.0 implementations on organizational agility. In this regard, the concepts of organizational agility and Industry 4.0 are comprehensively reviewed and the role of Industry 4.0 implementations in improving organizational agility is considered in detail with arguments presented taking into account the relevant literature.

Keywords: Industry 4.0, Industry 4.0 Implementations, Organizational Agility.

¹Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0002-7160-2370>

²Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0002-5953-6497>

³Arş. Gör., Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0001-7452-0461>

EXTENDED SUMMARY

The age of digitalization directs firms to integration and digital solutions in their internal structure, processes and relations with stakeholders in accordance with the requirements of this age (Nagy et al., 2018: 1). Because being behind the age is a situation that threatens the existence of the firms. For this reason, the 4th industrial revolution has forced today's business world and organizations to an important transformation.

Industry 4.0 is based on the idea of fully automated and intelligent production systems where key components in the production process communicate and interact through a network (Piccarozzi et al., 2018: 1). In Industry 4.0, production process, product development, distribution and after-sales services, is interconnected with the help of network connections and sensors (Mohelska and Sokolova, 2018: 2226). Additionally, it is characterized as a destructive revolution not only in production systems but also in the structure, relations, functioning and processes of the enterprise (Tay et al., 2018: 1379). Since its components, big data, internet of things, cloud computing, augmented reality, additive manufacturing, cyber-physical systems and smart factory, provide important advantages for firms, Industry 4.0 has initiated a digital transformation in the firms' production systems, processes, structures, applications, ways of doing business and relationships. Because in today's conditions where the market is global and dynamic, it is impossible not to be affected by this revolution, and its implementations has become a necessity for firms to protect their existence. For this reason, although the concept of Industry 4.0 is a very new concept, it attracts great attention by researchers.

Organizational agility enables the firms to sense changes in the environment and respond quickly to these changes (Overby et al., 2006: 121) so that they can adapt to the changing environment and survive. Darvishmotevali and Tajeddini, (2020: 76) stated that firms with high organizational agility can easily detect and predict environmental changes, reduce unnecessary activities, reduce costs and increase investment opportunities, recognize the importance of innovation, and quickly integrate resources and capabilities.

Industry 4.0 has many advantages for firms. Industry 4.0 implementations make it possible to simplify business processes, customized production, reduce costs, increase interaction within and outside the firm, and be quick in production processes and decision making (Mohamed, 2018: 261). All these advantages not only enable the firms to easily perceive environmental changes and realize the opportunities, but also to organize all kinds of resources in the most efficient way and to respond quickly and accurately in a way that results in their favor. As a matter of fact, it can be said that all kinds of implementations and systems, which enable the firms to be open to changes in the environment, to easily recognize opportunities and to take action quickly against changes, improve organizational agility. Accordingly, it is made inferences that Industry 4.0 applications have an

important role in developing organizational agility, but it is observed that there is no comprehensive study in the literature about this relationship.

The aim of this study is to examine and assess the effects of Industry 4.0 implementations on organizational agility, and also contribute to the development of related literature. Accordingly, the concept of Industry 4.0, which is a very new concept, has been comprehensively examined, the concept of organizational agility has been reviewed and the role and importance of Industry 4.0 implementations in improving organizational agility has been explained in depth.

1. Giriş

Dijitalleşme çağı, firmaları çağın gereklerine uygun olarak iç yapısında, süreçlerinde ve paydaşlarıyla ilişkilerinde entegrasyona ve dijital çözümlere yönelmektedir (Nagy vd., 2018: 1). Çünkü çağın gerisinde kalmak, firmaların varlıklarını tehdit eden bir durumdur. Bu sebeple 4. sanayi devrimi, günümüz iş dünyasını ve örgütlerini önemli bir dönüşüme mecbur bırakmıştır.

Endüstri 4.0, fiziksel ve siber sistemleri birbirine entegre ederek (Xu vd., 2018: 2945), bu sistemlerin bir ağ aracılığı ile iletişim ve etkileşimde bulunduğu (Piccarozzi vd., 2018: 1), dijitalleşmenin ve otomasyonun hakim olduğu üretim sistemleri fikrine dayanmakta, ancak sadece üretim sistemlerinde değil işletmenin yapısında, ilişkilerinde, işleyişinde ve süreçlerinde meydana getirdiği dijital dönüşüm ile (Tay vd., 2018: 1379) yıkıcı bir devrim olarak nitelendirilmektedir. Bu devrim, firmaları her açıdan derinden etkilemekle birlikte, uygulamalarının sağladığı avantajlarla dijital çağda rekabetçiliğin temel aracı olarak öne çıkmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamaları, iş süreçlerinin basitleştirilmesini, özelleştirilmiş üretimi, maliyetlerin azaltılmasını, firma içinde ve dışında etkileşimin artmasını, üretim süreçleri ve karar vermede hızlı olmayı mümkün hale getirmektedir (Mohamed, 2018: 261). Bu sebeple, Endüstri 4.0 kavramı araştırmacılar tarafından yoğun ilgi görmektedir.

Örgütsel çeviklik, firmanın çevredeki değişimleri ve fırsatları algılayıp (Overby vd., 2006: 121; Zitkiene ve Deksnys 2018: 118), mevcut kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmak suretiyle (Kanten vd., 2017: 698) bu değişimlere hızlı bir şekilde karşılık vermesini (Overby vd., 2006: 121; Ravichandran, 2018: 25) ve fırsatları lehine olacak şekilde kullanabilmesini sağlamakta (Akkaya ve Tabak, 2018: 187), böylece dinamik çevre koşullarında firmanın ayakta kalmasını mümkün hale getirmektedir (Nafei, 2016: 297). Bu sebeple firmanın çevresindeki değişimlere açık olmasını, fırsatları kolayca fark edebilmesini ve değişimlere karşı hızlıca aksiyon alabilmesini sağlayan ve kolaylaştıran her türlü uygulama ve sistemlerin örgütsel çevikliği artırdığı söylenebilir. Bu doğrultuda Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliği geliştirmede önemli bir rolü olduğu düşünülmekle birlikte, bu konuda literatürde yapılmış kapsamlı bir çalışma olmadığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çeviklik üzerindeki etkilerini incelemektir. Böylece ilgili literatürün gelişmesine katkı

sağlamak hedeflenmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0 uygulamalarının firmalar açısından önemi konusunda kapsamlı bir bakış açısı sunulduğundan, hem gelecek çalışmalar hem de firma yöneticileri için aydınlatıcı olması beklenmektedir.

Bu çalışmada öncelikle Endüstri 4.0 kavramı kapsamlı olarak incelenmiş, ardından örgütsel çeviklik kavramı açıklanmıştır. Daha sonra Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliği geliştirmedeki rolü gerekli teorik altyapı ve literatür bilgisiyle ele alınmıştır. Son olarak, bu kavramsal çalışma kısaca değerlendirilmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. Endüstri 4.0

2.1. Endüstri 4.0 Kavramı

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışını önemli ölçüde etkilemiştir (Xu vd., 2018: 2942). Çünkü bu gelişmeler, müşteri istek ve ihtiyaçlarında değişimlere yol açmış ve işletmeler pazardaki değişimlere daha hızlı uyum sağlamak zorunda kalmıştır (Saucedo-Martínez vd., 2018:789). Nitekim Endüstri 4.0, makul maliyetle kişiselleştirilmiş ve özelleştirilmiş üretimi mümkün kılmaktadır (Vaidya vd., 2018: 237). Ancak Endüstri 4.0 bunun ötesinde çok daha kapsamlı bir kavramdır ve işletmeleri ilgilendiren üretim süreçleri, veri yönetimi, verimlilik ve tüketicilerle ilişkiler gibi pek çok unsuru da kapsamaktadır (Piccarozzi vd., 2018:1).

Endüstri 4.0, dördüncü sanayi devrimidir ve bütün sanayi devrimleri gibi endüstride önemli değişimlere yol açmanın yanı sıra firmalar için yeni çözümler de sunmaktadır. Tüm endüstriyel devrimler pazardaki karmaşıklığın artması, artan nüfusun artan talepleri ve verimliliği artırma gibi faktörlerden kaynaklanmıştır (Rajpurohit ve Verma, 2016: 535). Sanayi devrimleriyle ilgili kısa bir özet geçmek bu noktada faydalı olacaktır. Birinci sanayi devrimi 18. yüzyıl sonlarında su ve buhar gücü kullanan mekanik üretim sistemlerinin tanıtılmasıyla başlamıştır (Xu vd., 2018: 2942). İkinci sanayi devrimi, endüstriyel süreçlerde elektrik kullanımıyla 19. yüzyıl sonlarında ortaya çıkmıştır (Dalenogare vd., 2018: 384). Bilgi ekonomisi olarak da bilinen üçüncü sanayi devrimi, bilgi teknolojilerinin devreye girmesiyle 1970'lerin başında başlamış ve böylece üretimde dijital teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır (Kılıç ve Alkan, 2018: 31-32). Dördüncü sanayi devrimi ise, 2011 yılında Hannover Fuarı'nda Endüstri 4.0 kavramının tanıtılmasıyla başlamış ve 2013 yılında imalat sektöründe devrim yaratma rolüne sahip bir Alman stratejik girişimi olarak sonuç raporu resmi olarak açıklanmıştır (Xu vd., 2018: 2941). Yani ilk üç sanayi devrimi gözlemlenen durumlarla başlarken, dördüncü sanayi devrimi bir öngörü ile başlamıştır (Rajpurohit ve Verma, 2016: 535).

Endüstri 4.0, üretim sürecindeki temel bileşenlerin ağ üzerinden iletişim gerçekleştirdiği, tamamen otomatik ve akıllı üretim sistemlerine dayanmaktadır (Piccarozzi vd., 2018:1). Endüstri 4.0'da ürün geliştirmeden üretim, dağıtım ve satış sonrası hizmetlere kadar tüm üretim sürecinin ağ bağlantıları ve sensörler yardımıyla birbirine bağlanması söz konusudur (Mohelska ve Sokolova, 2018:

2226). Ayrıca makineler, ürünler ve insanlar doğrudan iletişim kurup iş birliği yapabilirler (Agrawal vd., 2018:163). Ancak Endüstri 4.0 kavramı zaman içinde gelişen bir kavramdır ve giderek üretim odaklı bir kavram olmaktan daha kapsamlı bir kavram haline gelmiştir (Madsen, 2019: 5). Endüstri 4.0 sadece üretim süreçlerinde değil, işletmenin bütününde dijitalleşme ve otomasyonun yer almasını ifade etmektedir (Tay vd., 2018:1379).

2.2. Endüstri 4.0'ın Temel Özellikleri

Endüstri 4.0 temelinde, insanlar, makineler, teçhizatlar, lojistik sistemleri ve ürünler doğrudan birbirleriyle iletişim kurmakta ve işbirliği yapmaktadırlar. Yani, üretim ve lojistik süreçleri, üretimin daha verimli ve esnek hale getirilmesi için işletme sınırlarında ve ötesinde akıllıca entegre edilmiştir ve esnek değer zincirlerini oluşturmuşlardır. Endüstriyel faaliyetler ile bilişim teknolojilerinin birbirine entegre edilmesiyle, dijitalleşme ve otomasyonun işletmede hakim olması fikrine dayanan Endüstri 4.0'ı açıklayan 3 temel özelliği (yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve uçtan uca mühendislik) bulunmaktadır (Kagermann vd., 2013: 6).

Yatay entegrasyon, üreticiler ile müşterilerin birbirleri ile bağlantılı ve tam entegre olması anlamına gelmektedir. Yatay entegrasyon, çeşitli bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonu ile bilgi ve malzeme gibi çeşitli özellikteki unsurların firma içindeki üretim, lojistik ve pazarlama gibi bölümlerinde ve şirketler arasında paylaşımını sağlamak ve bunu optimize etmektedir (Bartodziej, 2017: 36). Böylece firmanın tüm birimlerinin birbirleriyle ve ortak ya da paydaş olduğu diğer firmalarla her türlü unsurun akışı en kolay ve en verimli şekilde gerçekleşebilmektedir.

Dikey entegrasyon, akıllı lojistik, akıllı pazarlama, akıllı servisler ve diğer tüm akıllı sistemlerin tümleşik bir yapı olarak bir arada yer alması anlamına gelmekte ve farklı seviyelerdeki bilgi teknolojisi sistemlerinin entegrasyonunu ifade etmektedir (Kagermann vd., 2013: 20). Bu bilgi teknolojisi sistemleri sensör seviyesinde, üretim seviyesinde, üretim yönetimi seviyesinde ve kurumsal planlama seviyesinde olabilir (Xu vd., 2018: 2952). Bu sayede, firmanın sahip olduğu tüm bilgi teknolojisi sistemleri arasında sürekli bir etkileşim mümkün hale gelmektedir (Soylu, 2018: 48).

Uçtan uca mühendislik, üretimin tüm değer zinciri boyunca mühendislik sistemlerinde yapılan entegrasyonu ifade etmektedir (Xu vd., 2018: 2952). Bu entegrasyon türünde, müşteri istekleri de dikkate alındığından ürün özelleştirmeyi desteklemektedir. Böylelikle, müşterilerin tercih ettikleri ürünün tek tek işlevlerini ve bileşenlerini kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere karıştırıp eşleştirmeleri mümkün olacaktır (Kagermann vd.,2013: 31). Ayrıca yatay entegrasyon ve dikey entegrasyon, mühendislik sistemlerinde yapılan uçtan uca entegrasyon için temel oluşturmaktadırlar (Wang vd., 2016: 2).

2.3. Endüstri 4.0'ın Tasarım İlkeleri

Endüstri 4.0'a ilişkin farkındalığın son zamanlarda artmasına rağmen, nasıl uygulanacağına ve tasarlanacağına dair soru işaretleri devam etmektedir. Bu

nedenle, işletmelerin Endüstri 4.0 ile ilgili düşüncelerindeki belirsizliğin ve risklerin üstesinden gelmek için işletme stratejilerine ve operasyonlarına destek sağlayacak ve rehberlik edecek yöntem ve ilkelerin özümsemesi gerekmektedir. Endüstri 4.0'ın işletmelerde uygulanabilmesi için 6 tasarım ilkesi (birlikte çalışabilirlik, sanallaştırma, merkezi olmayan yönetim, gerçek zamanlı yetenek, hizmet yönelimi ve modülerlik) önerilmektedir (Hermann vd., 2015: 11);

- Birlikte çalışabilirlik, sistemi oluşturan tüm unsurların ortak çabasını ve iş birliğini ifade etmektedir (Rejikumar vd., 2019: 2516).

- Sanallaştırma, siber-fiziksel sistemlerin sensörlerden alınan veriler ile fiziksel süreçleri izleyebilmesi olarak açıklanmaktadır (Hermann vd., 2015: 12).

- Merkezi olmayan yönetim, sistemin siber-fiziksel sistemler sayesinde kendi kendine karar verebilmesidir (Rajpurohit ve Verma, 2016: 535).

- Gerçek zamanlı yetenek, verilerin gerçek zamanlı olarak toplanması, analiz edilmesi ve analizlerin sunulması şeklinde tanımlanmaktadır (Soylu, 2018: 45).

- Hizmet yönelimi, hizmetlerin sistem içinde ya da dışında sunulabilmesidir (Rajpurohit ve Verma, 2016: 536).

- Modülerlik ise, değişen gereksinimlere göre kolay bir şekilde adapte olabilme olarak ifade edilmektedir (Hermann vd., 2015: 13).

Endüstri 4.0'ın işletmelerde uygulanabilmesi için önerilen bu tasarım ilkeleri, Endüstri 4.0 bileşenleri ile uygulamaya geçirilebilmektedir.

2.4. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri

Endüstri 4.0, fiziksel nesnelere ile siber sistemleri entegre eden ve verileri eş zamanlı olarak bu entegre sistemde işleyebilen yeni nesil üretim sistemlerini geliştirme kapasitesi sağlamaktadır (Xu vd., 2018: 2945) ve bunu sağlayan Endüstri 4.0'ın temel bileşenleridir. Endüstri 4.0 bileşenlerinin birbiriyle uyumları ve aralarındaki entegrasyon en üst düzeyde sağlanabildiğinde, Endüstri 4.0 sürecinden beklentiler de en üst düzeyde karşılanabilir. Gerçekte bu bileşenler son derece karmaşık ve büyük bir sistemin işleyişini sağlayan faktörler konumundadır. Dolayısıyla teknolojilerin etkinlik düzeyleri bütün sistemin başarısında kilit bir role sahip olabilir. Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri nesnelere interneti, büyük veri, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik, katmanlı üretim, siber-fiziksel sistemler ve akıllı fabrikadır.

Nesnelerin interneti, nesnelere ve insanları herhangi bir zamanda ve yerde birbirine bağlamayı sağlayan bir teknolojik paradigma olarak ifade edilmektedir (Lu vd., 2018:285). Nesnelere internetinin kullanımı, verilerin gerçek zamanlı olarak alınarak bu verilere uygun aksiyon alınmasını mümkün kılmaktadır (Lee ve Lee, 2015:433). Nesnelere interneti, işletmeler için hem önemli ve etkisi kanıtlanmış bir strateji hem de yenilikçi bir teknoloji olarak görülmektedir (Tang vd. 2018: 2040). Dolayısıyla günlük yaşamda kullanım alanı çok fazladır ve kişisel kullanımdan işletmelere kadar pek çok alanda çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (Nord vd., 2019:101). Örneğin, meyve ve sebze gibi bozulma

ihtimali olan ürünlerin nakliyesinde ve saklanması nesnelere interneti kullanarak, sıcaklık gibi çeşitli etkenler sürekli olarak izlenip gerekli önlemler anında alınabilir (Lee ve Lee, 2015:433).

Büyük veri, işletmelerin çalışma şeklinde devrim yaratan, yüksek hızda, yoğunlukta ve çeşitlilikte veri üretilmesini ifade eden teknolojik bir paradigmadır (Lee, 2017: 293). Böylece araştırma ve karar verme uygulamalarını önemli ölçüde geliştirerek, işletme ve mühendislik gibi alanlara önemli katkı sağlamaktadır (Yang vd., 2017: 13). Bu yapı sayesinde sensörler, çeşitli bilgi teknolojisi sistemleri, makineler ve insanlardan gelen çeşitli özellikteki veriler toplanabilmektedir (Cordeiro vd., 2019: 170). Bahsedilen veri türleri metinler olabileceği gibi videolar, sesler ve resimler ve hatta bunların çeşitli kombinasyonları da olabilir (Yang vd., 2017: 13; Iqbal vd, 2020:767).

Bulut bilişim, isteğe bağlı olarak ve kolay bir şekilde çeşitli depolara, uygulamalara ve hizmetlere ağ aracılığıyla ulaşımı mümkün kılan bir teknolojidir (Mell ve Grance, 2011). Bu hizmet alma modelinde, kullanıcılar herhangi bir akıllı cihazdan internet aracılığıyla sunucuya bağlanarak ilgili hizmeti alabilir (Kavzoğlu ve Şahin, 2012). Dolayısıyla kullanıcılar, konumdan ve kullanılan cihazdan bağımsız olarak ağ üzerinden ilgili bilgi işlem hizmetine erişebilmektedir (Marston vd., 2011: 177). Google Docs, Microsoft Skydrive ve Amazon EC2 günümüzün en bilinen bulut bilişim servisleridir (Kavzoğlu ve Şahin, 2012).

Artırılmış gerçeklik, kullanıcının sanal unsurların gerçek dünyayla birleştirilmesi yoluyla gerçek dünyayı görmesini sağlayan bir teknolojidir (Azuma, 1997: 356). Bu sebeple, artırılmış gerçeklik fiziksel dünyayla etkileşim kurma şeklini tamamen değiştiren bir potansiyele sahiptir (Porter ve Heppelmann, 2017: 46). Askeri eğitim, sağlık, montaj, ürün tasarımı ve çeşitli üretim faaliyetlerinde kullanılmakta olan artırılmış gerçeklik (Ong vd., 2008: 2707), doğru karar alma ve çeşitli işleri hızlı bir şekilde gerçekleştirmede önemli rol oynamaktadır (Porter ve Heppelmann, 2017: 46).

Katmanlı üretim, 3 boyutlu baskı olarak da bilinmektedir ve malzemeleri ince tabakalar halinde birleştirilerek 3 boyutlu ürünlerin üretilmesini mümkün hale getirmektedir (Attaran, 2017: 678). Geleneksel üretimde malzemeler katı bir parçadan çıkarılırken, katmanlı üretimde malzemeler katmanlar şeklinde birleştirilerek üretim gerçekleştirilmektedir (Verboeket ve Krikke, 2019: 91). Bu sebeple özellikle karmaşık tasarımların üretimi ve yedek parça üretiminde pek çok açıdan önemli avantaj sağlamaktadır (Knofius vd., 2019: 1). Ayrıca katmanlı üretim, kaliteyi artırması, maliyetleri düşürmesi ve üretim süresini kısaltması gibi faydalarıyla, üretim sistemlerinin yeniden değerlendirilmesine yol açan yıkıcı bir teknolojidir (Caviggioli ve Ughetto, 2019: 254).

Siber-fiziksel sistemler, fiziksel dünya ile siber dünya arasında etkileşimi sağlayan sistemlerdir (Öztemel ve Gürsev, 2020: 141). Dolayısıyla siber-fiziksel sistemlerin fiziksel dünya (izlenecek olan fiziksel nesne ve çevre), iletişim ağları (fiziksel dünyayla siber dünyanın etkileşimini sağlayan unsurlar) ve siber

dünyadan (karar verme birimleri gibi bilgi altyapıları) oluştuğu söylenebilir (Yao vd., 2019: 2806). Siber-fiziksel sistemler, süreç izleme ve kendi kendine karar verme gibi çeşitli faydalarıyla firmalar için kaynak kullanımı ve verimlilik açılarından önemli avantajları da beraberinde getirmektedir (Öztemel ve Gürsev, 2020: 141-142).

Akıllı fabrika, insan faktörü olmadan kendi kendine organize olup süreçleri gerçekleştirebilen üretim tesislerini ifade etmektedir (Rejikumar vd., 2019: 2517). Burada bulunan tüm makineler, cihazlar ve hatta ürünler birbirleriyle sürekli etkileşim halindedirler. Böylece üretim sürecinde kendi kendine çeşitli kararları verebilirler ve her zaman kolaylıkla bulunabilirler (Yıldız, 2018: 551). Birbirine bağlı bu üretim sisteminde önemli veriler sistem tarafından üretilir, aktarılır, alınır, işlenir ve gerekli işler insan faktörü olmadan yapılabilir (Osterrieder vd., 2020: 1). Bu sebeple akıllı fabrikaya karanlık fabrika da denilmektedir (Yıldız, 2018: 551).

3. Örgütsel Çeviklik

3.1. Örgütsel Çeviklik Kavramı

Çeviklik kavramı 1990'lı yılların başında öne sürülmüştür ve değişen çevre şartlarında firmanın ayakta kalması için bir çözüm yolu olarak görülmüştür (Nafei, 2016: 297). Örgütsel çeviklik, firmanın çevredeki değişimleri algılayıp hızlı bir şekilde bu değişimlere cevap verebilmesini, böylece değişen çevreye adapte olabildiğini ve ayakta kalabildiğini sağlamaktadır. Buradaki çevresel değişimler, rakiplerin faaliyetlerindeki değişimler, tüketici davranış ve tercihlerindeki değişimler, yasal ve ekonomik değişimler gibi firmayı ilgilendiren tüm değişimleri kapsamaktadır (Overby vd., 2006: 121).

Literatürde araştırmacılar tarafından örgütsel çeviklik ile ilgili pek çok tanımlama yapılmıştır. Örgütsel çeviklik, firmanın müşteri taleplerini karşılamak üzere, çevresindeki değişimlerde ortaya çıkacak fırsatları kullanarak bu değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmesidir (Akkaya ve Tabak, 2018: 187). Ravichandran (2018: 25) örgütsel çevikliği, firmanın değişimlere hızla cevap verme kapasitesi olarak tanımlamaktadır. Nafei (2016: 297) çevikliği, hızlı düşünme kolay aksiyona geçme yeteneği olarak tanımlamıştır. Kantan ve diğerleri (2017: 698) pazardaki fırsat ve tehditleri hemen algılamak ve buna uygun şekilde aksiyon alabilmek için örgütün kaynaklarını kullanabilmek olarak açıklamıştır. Zitkiene ve Deksnys (2018: 118)'e göre örgütsel çeviklik, örgütün çevredeki değişimleri fark etme ve mevcut kaynakları kullanarak bu değişimlere hızlı bir şekilde cevap verme yeteneğidir ve bu süreç örgütün rekabetçiliğini artırmaktadır. Daha genel bir tanımla örgütsel çeviklik, "dış çevrede meydana gelen değişimlere karşı duyarlı olma, yeni teknolojilerle rekabet avantajı elde etme, iş birliği, iletişim ve şeffaflık gibi yönetim ilkelerini benimseme, yalın ve esnek organizasyon kültürünü örgütlerde oluşturma, müşteriyi işin merkezine oturtarak onların istek ve ihtiyaçlarını en hızlı şekilde karşılama, örgütlerin, iş

görenlerin moral, motivasyon, liyakat ve bağlılıklarını sağlama kabiliyeti" olarak açıklanabilir (İnanır, 2020: 72).

Örgütsel çevikliği yüksek firmalar; çevresel değişimleri kolayca algılayabilir ve tahmin edebilir, gereksiz faaliyetleri azaltarak maliyetlerini düşürüp yatırım fırsatlarını artırabilir, yeniliğin öneminin farkındadır ve yeniliğe odaklıdır, yetkinliklerini korumak ve artırmak için kaynakları ve yetenekleri hızlıca entegre edebilir (Darvishmotevali ve Tajeddini, 2020:76).

3.2. Örgütsel Çevikliğin Temel Bileşenleri

Örgütsel çeviklik, sürekli olarak stratejileri ayarlama, çalışanları zorlu projeler üzerinde önemli kararlar alma yönünde güçlendirme, hızla ve esneklikle belirsizliğe cevap verme ile beklenmedik değişimi dönüşüm fırsatı olarak görme yeteneğidir. Örgütsel çeviklik ile ilgili yapılan tanımlarda görüleceği üzere örgütsel çevikliğin iki temel bileşeni (algılama ve cevap verme) vardır (Panda ve Rath, 2017: 803; Overby vd., 2006: 121).

Algılama, firmanın çevresindeki değişimleri izlemesi, olası değişimleri tahmin edebilmesi ve böylece pazardaki fırsat ve tehditleri belirleyebilmesi olarak açıklanabilir. Bu sebeple yüksek algılama yeteneğine sahip firmalar, pazardaki değişimleri kolaylıkla fark edip, kendi lehine kullanabileceği fırsatları belirleyebilir ve olası riskleri önceden tahmin edebilirler. Özellikle belirsizliğin ve değişimin hakim olduğu çevre koşullarında firmalar seçenekleri arasında en doğru kararı verebilmek için pazarla ilgili bilgiye ihtiyaç duyarlar (Teece vd., 2016: 21). Böyle bir çevrede yüksek algılama yeteneği, firmanın değişimlere ayak uydurabilmesi ve hayatta kalabilmesi için bir gereklilik haline gelmiştir.

Cevap verme, firmanın çevresel değişimler karşısında reaksiyon göstermesidir (Seo ve La Paz, 2008: 137). Yani firmanın doğru zamanda doğru aksiyonları alabilmesidir. Yüksek cevap verme yeteneğine sahip firmalar, mevcut ve olası değişimlere karşı hazırlıklıdır ve kaynaklarını en uygun şekilde organize ederek hızlı ve etkin bir şekilde bu değişimlere cevap verebilirler. Bu da firmanın proaktif faaliyetlerde bulunmasını desteklemektedir.

Algılama ve cevap verme birbirinden ayrı düşünülemeyecek iki kavramdır. Çünkü çevredeki fırsat ve tehditler ne kadar iyi algılanıp çözümlenebilirse, bu fırsat ve tehditlere uygun şekilde cevap verebilme ihtimali o kadar artar. Benzer şekilde, çevredeki fırsat ve tehditler doğru bir şekilde ve hızlıca algılanamazsa, uygun aksiyon geliştirmek mümkün olmayacaktır.

3.3. Örgütsel Çevikliği Belirleyen Özellikler

Çevik örgütlerin sahip olduğu özelliklerle ilgili literatürde pek çok çalışma mevcuttur. Sherehiy ve diğerleri (2007) yaptıkları çalışmada geçmiş araştırmaları incelemiş ve örgütsel çevikliği belirleyen temel özellikleri özetlemiştir. Bu çalışmalarında (1) esneklik, (2) cevap verebilirlik, (3) değişim kültürü, (4) hız, (5) entegrasyon ve düşük karmaşıklık, (6) kaliteli ve özelleştirilmiş ürünler ve (7) temel yetkinlikleri harekete geçirme, örgütsel çevikliği belirleyen temel özellikler olarak açıklanmıştır ve bu özellikler ayrıntılı olarak Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Örgütsel Çevikliği Belirleyen Temel Özellikler

Esneklik	<ul style="list-style-type: none">- Esnek ürün modeli- Esnek üretim sistemleri- İşgücü esnekliği- Esnek organizasyon yapıları ve uygulamaları- İşyeri esnekliği- Esnek iş stratejileri
Cevap verebilirlik	<ul style="list-style-type: none">- Müşteri tercihlerindeki değişimlere cevap verme- Pazardaki değişimlere cevap verme- Sosyal ve çevresel sorunlara cevap verme- İş amaçlarının değişimlere göre ayarlanabilirliği
Değişim kültürü	<ul style="list-style-type: none">- Öğrenmeyi ve yeniliği destekleyen çevre- Değişikliklere, yeni fikirlere ve teknolojiye karşı olumlu tutum- Sürekli iyileştirme, öğrenme ve personel eğitimi- Değişim yönetimi- Örgütsel sorumlulukların değişimi
Hız	<ul style="list-style-type: none">- Görevleri ve uygulamaları öğrenmek ve mümkün olan en kısa zamanda değişiklik yapmak- Faaliyet zamanı, üretim değişikliği zamanı, ürün / hizmet sunum zamanı- Öğrenme zamanı ve değişime uyum zamanı
Entegrasyon ve düşük karmaşıklık	<ul style="list-style-type: none">- Kurum içi ve kurumlar arası entegrasyon- İnsan, teknoloji ve organizasyonun entegrasyonu- Farklı teknolojilerin, becerilerin ve yetkinliklerin sentezi- Yapının ve yapı elemanları arasındaki ilişkilerin düşük karmaşıklığı- Farklı organizasyon yapıları ve sistem bileşenleri arasındaki malzeme, iletişim ve bilgi akışı- Süreçler, ürünler ve tedarikçiler arasında gelişmiş etkileşim- Kolay değişiklik yapma süreci
Kaliteli ve özelleştirilmiş ürünler	<ul style="list-style-type: none">- Yüksek katma değerli ürün ve hizmetler- Ürün ömrü süresince kalite- İlk seferde doğru karar- Kısa geliştirme döngü süresi
Temel yetkinlikleri harekete geçirme	<ul style="list-style-type: none">- Çoklu girişim yetenekleri- Taklit edilmesi zor iş uygulamaları geliştirme- Teknoloji geliştirme bilgi ve becerileri- Hızlı ortaklık oluşturma- Müşteriler ve tedarikçilerle yakın ilişki- Yüksek oranda yeni ürün tanıtımı

Kaynak: (Sherehiy vd., 2007: 457)

4. Endüstri 4.0 ve Örgütsel Çeviklik İlişkisi

1990'lı yılların başında öne sürülen örgütsel çeviklik kavramı, örgütlerin hem iç hem de dış koşulları göz önünde bulundurarak kaynaklarını değer

yaratmak için verimli ve etkili bir şekilde kullanabilmesi (Teece vd., 2016: 17), böylece çevredeki değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmesi yeteneğidir (Zitkiene ve Deksnys, 2018: 118). 3. Sanayi Devrimi ile bilgi sistemleri ve teknolojilerinin örgütler tarafından kullanımı başlamış ve bu durum örgütlerin çevikliğine önemli katkılar sunmuştur. Nitekim, bu konuda uluslararası literatürde yürütülmüş pek çok çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalar bilgi teknolojilerinin örgütsel çevikliği artırdığını göstermektedir (Lu ve Ramamurthy, 2011; Chakravarty vd., 2013; Mao vd., 2015; Ravichandran, 2018). Endüstri 4.0 ile ise otonom sistemler ve dijitalleşme her sektördeki örgüte girmeye başlamıştır. Bunlar ise örgüte hız, esneklik, kalite, asgari kaynak kullanımı ve örgüt içi ve dışı sürekli etkileşim gibi avantajlar sağlamaktadır. Dolayısıyla örgütlere klasik bilgi teknolojileri ve sistemlerinin sağladığı faydaların çok ötesinde avantajlar sunmakta ve örgütlerin çevikliğine pek çok açıdan katkıda bulunmaktadır.

Sürekli değişen, rekabetçi ve dinamik pazar koşullarında çeviklik, örgütler için çok daha önemlidir. Çünkü bu şartlarda çevik örgütler diğerlerine göre çok daha başarılıdır (Mao vd., 2015). Bunun sebebi ise dinamik çevre koşullarında örgütsel başarının, hızlılık, cevap verebilirlik ve uyum sağlayabilmeye bağlı olmasıdır (Harraf vd., 2015:675). Bu doğrultuda örgütler, çevikliklerini artırmak için yani geliştirdikleri aksiyonlarda daha hızlı, değişimlere daha kolay cevap verebilir ve dinamik koşullara daha kolay uyum sağlayabilir olmak için kendilerini sürekli geliştirmeye odaklı olmak durumundadır. Kısacası, örgütler yapılarında, kararlarında, süreçlerinde ve faaliyetlerinde dinamik olmalıdır. Örgütler, yeniliğe açık ve çevreyle etkileşim halinde bulunarak ve mevcut kaynaklarını amaçları doğrultusunda verimli bir şekilde kullanarak buna ulaşabilirler. Bu sebeple, kullandıkları teknolojiler ve uygulamalar işletmelere bu doğrultuda önemli avantaj sağlayabilir. Endüstri 4.0'a uyum sağlayan ve bileşenlerini benimseyip örgüt içinde kullanan işletmeler ise, günümüz şartlarında bu avantajdan en çok yararlanan işletmelerdir. Endüstri 4.0 uygulamaları yapısı itibariyle etkileşimi sürekli ve daha etkin (Chen vd., 2014: 329), kaynak kullanımını çok daha verimli (Vaidya vd., 2018: 237), üretimi ve faaliyetleri çok daha hızlı (Serinikli, 2018: 1616) ve doğal olarak benimsendiği örgütleri çok daha dinamik ve çevik hale getirmektedir.

Endüstri 4.0, özellikle üretim sistemlerinin dijitalleşmesine dayanan stratejik bir girişim olarak ortaya çıkmıştır (Rojko, 2017: 77). Temel özellikleri olan yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve uçtan uca mühendislik (Kagermann vd., 2013: 6) temel anlamda firmaya kattığı değişimleri de açıklamaktadır. Yatay entegrasyon firmanın birimleri arası ve paydaşlarıyla etkileşimini (Bartodziej, 2017: 36), dikey entegrasyon firmanın mevcut bilgi sistemleri teknolojilerinin birbirleriyle entegrasyonunu (Kagermann vd.,2013: 20) ve uçtan uca mühendislik üretimin tüm değer zinciri boyunca yapılan entegrasyonu (Xu vd., 2018: 2952) ifade etmektedir. Firmada dijital dönüşümü sağlayan bu üç entegrasyondur. Bu sebeple Endüstri 4.0 kullanımı, tüm unsurların birbirine entegre olduğu bir sistem sunmakta, örgüt hem iç yapısında hem de dış çevreyle ilgili faaliyetleri ve

ilişkilerinde çevik özellikler göstermektedir. Nitekim Endüstri 4.0 uygulamaları, firmalara esneklik, verimlilik, hız ve kalite artışı sağlamaktadır (Serinikli, 2018: 1616).

Endüstri 4.0 sadece yönetim ve üretim süreçlerinin değil aynı zamanda firmanın paydaşı konumundaki tüm unsurlarla entegrasyonunu mümkün kılmaktadır (Rojko, 2017: 77). Firmanın müşterileri, tedarikçileri ve ortakları gibi dış çevredeki paydaşlarıyla çeşitli teknolojilerle sürekli bağlantı halinde olması ise, zamanında ve etkin bilgi akışı sağlamasına yardımcı olur (Chen vd., 2014: 329). Örneğin Endüstri 4.0 bileşenlerinden nesnelerin interneti, kurumlar arası bilgi alışverişinde önemli rol oynamaktadır ve firmaların bilgi toplama şeklini kökten değiştirmiştir (Akhtar vd., 2018: 39). Çünkü eş zamanlı bilgi alışverişini sağlamakta, böylece doğru bilgilerin zamanında elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Benzer şekilde, bulut bilişim kullanımı da bilgi paylaşımını ve iş birliğini kolaylaştırmakta, böylece firmanın çevredeki değişimlerden daha kolay haberdar olmasına ve fırsatları fark etmesine katkı sağlamaktadır (Liu vd., 2018: 108). Böylece, işletmenin eksikliklerini daha kolay fark edebilmesinin yanı sıra pazardaki değişimlerden ve yeniliklerden daha kolay haberdar olmasını da mümkün kılmaktadır. İşletmeler arası ve müşterilerle ilişkiler bağlamında önemli rol üstlenmekte, iş birliğinde zaman ve yer kısıtlarını ortadan kaldırmaktadır. Yani Endüstri 4.0 sadece üretim süreçlerini değil aynı zamanda firma bölümleri, tedarikçiler ve müşteriler arası entegrasyonu sağlayarak firmaya genel bir değer sağlamaktadır (Rojko, 2017: 87). Endüstri 4.0 uygulamaları, firmanın pazardaki değişimleri erken zamanda algılayıp, fırsat ve riskleri fark etmesinde belirleyici etkiye sahiptir. Nitekim, çevredeki değişimleri algılama, fırsatları ve riskleri fark etme örgütsel çevikliğin temel bileşenlerindendir (Overby vd., 2006: 121).

Örgütsel çeviklik, pazardaki değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmektir (Ravichandran, 2018: 25). Firmanın bölümler arası entegrasyonunun sağlanması aralarındaki iletişimi güçlendirerek, pazardaki değişimlere cevap verme yeteneğini artırmaktadır (Nazir ve Pinsonneault, 2012: 155). Çünkü bölümler arası entegrasyon, bölümlerin iş birliği halinde hareket ederek vakit kaybetmeden değişimlere karşı hemen aksiyon almalarını mümkün hale getirmektedir. Endüstri 4.0 uygulamaları, firma bölümleri arasında entegrasyonu sağlama konusunda önemli rol üstlenmektedir (Rojko, 2017: 87). Ayrıca sadece firma bölümlerinin değil, aynı zamanda makinelerin, cihazların, ürünlerin ve insanların doğrudan iletişim kurup iş birliği yapabilmesini de sağlamaktadır (Agrawal vd., 2018:163). Böylece firmanın pazardaki değişimlere uyum sürecinin çok daha etkin bir şekilde gerçekleşmesi, değişimlere karşı çok daha hızlı karar alarak çok daha doğru aksiyonlarla cevap vermesi mümkün olmaktadır.

Benzer şekilde, müşteri taleplerine cevap verme açısından da Endüstri 4.0 uygulamaları firma için fark yaratan etkiler ortaya koymaktadır. Çünkü özelleştirilmiş ürün üretimini asgari kaynak kullanımıyla mümkün hale getirmektedir (Vaidya vd., 2018: 237). Öyle ki hem yeni ürünlerin pazara çıkış

süresini kısaltmakta, hem müşteri talebine daha iyi cevap vermeyi sağlamakta, hem de kaynakların ve enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Rojko, 2017: 80-81). Örneğin katmanlı üretim kullanımı, müşteri talebine göre özelleştirilmiş üretimi desteklemekle kalmamakta, aynı zamanda üretim süresini kısaltarak ve kalitenin artmasını sağlayarak müşteriyi, maliyetleri düşürerek de firmayı memnun eden sonuçları beraberinde getirmektedir (Cavigglioli ve Ughetto, 2019: 254). Artırılmış gerçeklik ise firmanın doğru karar alabilmesi ve işlerin çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Porter ve Heppelmann, 2017: 46). Kaliteli ve özelleştirilmiş ürün üretimi çevik örgütlerin temel özelliklerindedir (Sherehiy vd., 2007: 457). Böylece Endüstri 4.0 uygulamaları bu özelliğin gelişmesini sağlamanın yanı sıra, firmanın çevreden algıladığı müşteri taleplerine karşı her açıdan en verimli şekilde cevap vermesini ve kendisi için bunu bir fırsata çevirmesini de sağlamış olur.

Örgütsel çevikliği belirleyen temel özelliklerden biri esnekliktir (Sherehiy vd., 2007: 457). Esneklik, firmanın çevredeki değişimlere karşı yapısını ve süreçlerini uyarlayabilme yeteneğidir (Nafei, 2016: 297). Endüstri 4.0 ise firmaların pek çok açıdan daha esnek hale gelmesinde önemli rol oynamaktadır. Endüstri 4.0 uygulamaları, üretimde ve üretim süreçlerinde modülerliği sağlamaktadır. Üretimde modülerlik, değişen gereksinimlere kolayca adapte olabilmeyi, yeniden yapılandırılabilirliği ve bu doğrultuda süreçleri hızlı bir şekilde uyarlayabilmeyi mümkün hale getirmektedir (Hermann vd., 2015: 13). Nitekim Endüstri 4.0 uygulamaları ile ön plana çıkan kavramlardan biri esnek üretim sistemleridir. Ayrıca Endüstri 4.0 uygulamaları doğal olarak örgüt yapılarını da büyük ölçüde değişime götürmüştür. Örgütlerde hiyerarşinin azalmasını, merkezi olmayan yönetimin benimsenmesini sağlamakta (Veile vd., 2020: 988), bu da örgütlerdeki yapıların, uygulamaların ve faaliyetlerin esnekliğini artırarak çevikliği desteklemektedir.

Endüstri 4.0'ın dayandığı fikirlerden biri yatay entegrasyondur ve yatay entegrasyon firmanın tedarikçileri ve müşterileri gibi diğer firmalarla iletişim ve etkileşimini sağlamaktadır (Bartodziej, 2017: 36). Sağladığı bu etkileşim, firmanın değişim ve talepleri fark etmesini sağlamanın yanı sıra, tedarikçileri ve müşterileriyle ilişkilerini de geliştirmektedir. Ayrıca firmaların ortaklık yapmasını kolaylaştırmakta ve hatta ortaklığın etkinliğini de artırmaktadır. Nitekim firmalar arası ortaklıklar, özellikle ortak problem çözme ve yeni ürün geliştirme süreçlerinde pek çok avantaj sağlamaktadır ve bu avantajlardan en önemlisi hızı artırarak, riski paylaştırarak ve maliyetleri düşürerek, örgütün çevikliğini artırmaktır (Um, 2017: 478-479).

Endüstri 4.0 daha çok imalat sektörüyle ilgili ve üretim alanında etkili gibi görünse de aslında pek çok sektörde ve alanda da önemli bir dönüşümü başlatmış, avantajlar sunmuş ve çevikliğe katkıda bulunmuştur. Nitekim Endüstri 4.0 uygulamaları firmalar için hem bilgi paylaşımını hem de karar verme süreçlerini çok daha hızlı hale getirmekte, ayrıca sorunlarda ve kriz durumlarında hızlı bir şekilde çözüm bulunmasında etkili olmaktadır (Galati ve Bigliardi, 2019). Bu

durum hemen her sektördeki firmalar için önemli olmakla birlikte, özellikle hizmet sektörünün hızlı ve etkin olması gereken bir konudur. Hizmet sektörü açısından bakıldığında, her müşteri farklıdır ve kişiye özel hizmet talep edebilir. Endüstri 4.0 uygulamalarından büyük verilerin kullanımı, müşteri tercihleriyle ilgili güncel bilgilerin edinilmesini sağlarken, nesnelerin internetinin kullanımı örgüt içi sürekli etkileşimi sağladığından hızlı bir karar alma mekanizması ile özelleştirilmiş hizmetlerin hızlı bir şekilde sunulmasını mümkün kılabilir. Hızlı bir şekilde sağlanan özelleştirilmiş hizmetlerin yanı sıra bunu Endüstri 4.0 uygulamalarının sağladığı dijital avantajlarla daha düşük maliyetle yerine getirmek de hizmet örgütlerinin çevikliğini artırmaktadır (Shamim vd., 2017). Benzer şekilde, lojistik ve tedarik zinciri sektörü de Endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımının fark yarattığı sektörlerdir. Nitekim büyük veri, bulut bilişim, nesnelerin interneti gibi pek çok uygulama bu sektörlerde kullanılmaktadır (Imran, 2018). Örneğin bozulma ihtimali olan ürünlerin lojistiği ve tedarik zinciri sürecinde, nesnelerin interneti kullanılarak sıcaklık ve nem gibi çeşitli faktörler sürekli olarak izlenip gerekli önlemler hızlı bir şekilde alınabilir (Lee ve Lee, 2015:433). Yine büyük veri ve bulut bilişim kullanımıyla gerekli veriler anında ulaşılabilir ve izlenebilir konumda olduğundan, asgari maliyetle hızlı bir şekilde aksiyon alınabilir. Bunlar da yine bu örgütlerin çevikliğine katkı sağlamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çeviklik üzerindeki etkisi derinlemesine araştırılmış ve böylece literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, henüz yeni bir kavram olan Endüstri 4.0 kavramı kapsamlı olarak incelenmiş, örgütsel çeviklik kavramı açıklanmış ve Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliği artırmadaki rolü ve önemi ele alınmıştır.

Dijital bir devrim olan Endüstri 4.0, firmaların üretim sistemlerinde, süreçlerinde, yapılarında, uygulamalarında, iş yapış şekillerinde ve ilişkilerinde dijital bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Çünkü pazarın küresel ve dinamik olduğu günümüz şartlarında, bu devrimden etkilenmemek mümkün olmamakla birlikte firmaların varlığını koruyabilmeleri için ise bir gereklilik haline gelmiştir. Bunun en önemli sebeplerinden biri de değişen çevre şartlarında değişimlere karşı en doğru ve hızlı şekilde aksiyon geliştirmenin yani örgütsel çevikliğin geliştirilmesindeki rolüdür.

Endüstri 4.0 firmalar açısından pek çok avantajı içinde barındırmaktadır. Bu avantajlar, firmanın çevresel değişimleri kolaylıkla algılaması ve fırsatları fark etmesini sağlamanın yanı sıra her türlü kaynağını en verimli şekilde organize ederek bu değişimlere kendi lehine sonuçlanacak şekilde hızlı ve doğru karşılık verebilmesinde de belirgin etkiye sahiptir. Nitekim, örgütsel çeviklik firmanın çevredeki değişimleri farkederek bu değişimlere cevap verebilmesidir. Bu doğrultuda ilgili literatüre dayalı olarak ortaya konan argümanlar, Endüstri 4.0 uygulamalarının örgütsel çevikliği geliştirmede önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 yeni bir kavramdır ve ilgili literatür henüz gelişmekte olduğundan çok yetersizdir. Daha çok teorik çalışmalar olmakla birlikte, Endüstri 4.0 uygulamalarının firmalar üzerindeki etkilerini incelemeye yönelik sınırlı sayıda ampirik araştırmalar mevcuttur. Bu sebeple Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili yapılacak olan hem teorik hem de ampirik araştırmaların ilgili literatürün gelişmesine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle Endüstri 4.0 uygulamalarının firmalarda oluşturduğu dönüşümün etkilerinin ele alındığı çalışmaların sadece teorik olarak değil, pratikte de firmaların bu devrime bakış açısı ve adaptasyonu açısından yol gösterici ve aydınlatıcı olacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda, gelecek çalışmalarda Endüstri 4.0 uygulamalarının firmalar üzerindeki çeşitli etkilerinin vaka çalışmalarıyla ortaya konması yararlı olacaktır. Ayrıca Endüstri 4.0'ın firmalara en büyük katkılarından biri olarak görülen ve bu çalışmada ele alınan örgütsel çeviklik ile ilişkisi ampirik olarak incelenebilir. Endüstri 4.0 uygulamaları ve örgütsel çeviklik ilişkisinin, yenilik ve performans üzerindeki etkileri de test edilebilir.

Kaynaklar

- Agrawal, A., Schaefer, S., ve Funke, T. (2018), Incorporating Industry 4.0 in Corporate Strategy, R. Brunet-Thornton ve F. Martinez içinde, *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments* (s. 161-176), USA: IGI Global.
- Akhtar, P., Khan, Z., Tarba, S., ve Jayawickrama, U. (2018), The Internet of Things, Dynamic Data and Information Processing Capabilities, and Operational Agility, *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 307-316.
- Akkaya, B., ve Tabak, A. (2018), Örgütsel Çeviklik Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenilirlik Çalışması, *İş ve İnsan Dergisi*, 5(2), 185-206.
- Attaran, M. (2017), The Rise of 3-D Printing: The Advantages of Additive Manufacturing Over Traditional Manufacturing, *Business Horizons*, 60(5), 677-688.
- Azuma, R. T. (1997), A Survey of Augmented Reality, *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bartodziej, C. J. (2017), *The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics*, Berlin: Springer Gabler.
- Caviggioli, F., ve Ughetto, E. (2019), A Bibliometric Analysis of the Research Dealing with the Impact of Additive Manufacturing on Industry, Business and Society, *International Journal of Production Economics*, 208, 254-268.
- Chakravarty, A., Grewal, R., ve Sambamurthy, V. (2013), Information Technology Competencies, Organizational Agility, and Firm Performance:

- Enabling and Facilitating Roles, *Information Systems Research*, 24(4), 976-997.
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Jin, J., Wang, L., ve Chow, W. S. (2014), IT Capability and Organizational Performance: The Roles of Business Process Agility and Environmental Factors, *European Journal of Information Systems*, 23(3), 326-342.
- Cordeiro, G. A., Ordóñez, R. E. C., ve Ferro, R. (2019), Theoretical Proposal of Steps for the Implementation of the Industry 4.0 Concept, *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 166-179.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., ve Frank, A. G. (2018), The Expected Contribution of Industry 4.0 Technologies for Industrial Performance, *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.
- Darvishmotevali, M., ve Tajeddini, K. (2020), Understanding Organizational Agility, Evidence from the Hotel Industry in Iran, K. Tajeddini, V. Ratten ve T. Merkle içinde, *Tourism, Hospitality and Digital Transformation: Strategic Management Aspects- Innovation and Technology Horizons* (s. 73-87), New York: Routledge.
- Galati, F., ve Bigliardi, B. (2019), Industry 4.0: Emerging Themes and Future Research Avenues Using a Text Mining Approach, *Computers in Industry*, 109, 100-113.
- Harraf, A., Wanasika, I., Tate, K., ve Talbott, K. (2015), Organizational Agility, *Journal of Applied Business Research*, 31(2), 675-686.
- Hermann, M., Pentek, T., ve Otto, B. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review* (Working Paper No. 01), Technische Universität Dortmund.
- Imran, M. (2018), Influence of Industry 4.0 on the Production and Service Sectors in Pakistan: Evidence from Textile and Logistics Industries, *Social Sciences*, 7(12), 246.
- Iqbal, R., Doctor, F., More, B., Mahmud, S., & Yousuf, U. (2020). Big Data analytics and Computational Intelligence for Cyber-Physical Systems: Recent trends and state of the art applications, *Future Generation Computer Systems*, 105, 766-778.
- İnanır, A. (2020), Örgütsel Çeviklik, M. Sağır içinde, *Modern İşletmecilikte Yönetmel Konular* (s. 71- 80), Konya: Eğitim Yayınevi.
- Kagermann, H., Wahlster, W., ve Helbig, J. (2013), *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*, München: Acatech.
- Kanten, P., Kanten, S., Keceli, M., ve Zaimoglu, Z. (2017), The Antecedents of Organizational Agility: Organizational Structure, Dynamic Capabilities and Customer Orientation, *PressAcademia Procedia*, 3(1), 697-706.

- Kavzoğlu, T., ve Şahin, E. K. (2012), *Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları*, IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim, Zonguldak.
- 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.
- Knofius, N., Van Der Heijden, M. C., ve Zijm, W. H. M. (2019), Moving to Additive Manufacturing for Spare Parts Supply, *Computers in Industry*, 113, 103134.
- Lee, I. (2017), Big Data: Dimensions, Evolution, Impacts, and Challenges, *Business Horizons*, 60(3), 293-303.
- Lee, I., ve Lee, K. (2015), The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises, *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Liu, S., Chan, F. T., Yang, J., ve Niu, B. (2018), Understanding the Effect of Cloud Computing on Organizational Agility: An Empirical Examination, *International Journal of Information Management*, 43, 98-111.
- Lu, Y., ve Ramamurthy, K. R. (2011), Understanding the Link Between Information Technology Capability and Organizational Agility: An Empirical Examination, *MIS Quarterly*, 35(4), 931-954.
- Lu, Y., Papagiannidis, S., ve Alamanos, E. (2018), Internet of Things: A systematic Review of the Business Literature from the User and Organisational Perspectives, *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 285-297.
- Madsen, D. Ø. (2019), The Emergence and Rise of Industry 4.0 Viewed Through the Lens of Management Fashion Theory, *Administrative Sciences*, 9(3), 71.
- Mao, H., Liu, S., ve Zhang, J. (2015). How the Effects of IT and Knowledge Capability on Organizational Agility are Contingent on Environmental Uncertainty and Information Intensity, *Information Development*, 31(4), 358-382.
- Marston, S., LI, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., ve Ghalsasi, A. (2011), Cloud Computing—The Business Perspective, *Decision Support Systems*, 51(1), 176-189.
- Mell, P., ve Grance, T. (2011), The NIST Definition of Cloud Computing (*NIST Special Publication*, 800-145), *National Institute of Standards and Technology, Tech. Rep.*
- Mohamed, M. (2018), Challenges and Benefits of Industry 4.0: An Overview, *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265.
- Mohelska, H., ve Sokolova, M. (2018), Management Approaches for Industry 4.0—The Organizational Culture Perspective, *Technological and Economic Development of Economy*, 24(6), 2225-2240.

- Nafei, W. A. (2016), Organizational Agility: The Key to Organizational Success, *International Journal of Business and Management*, 11(5), 296-309.
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., ve Popp, J. (2018), The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary, *Sustainability*, 10(10), 3491.
- Nazir, S., ve Pinsonneault, A. (2012), IT and Firm Agility: An Electronic Integration Perspective, *Journal of the Association for Information Systems*, 13(3), 150-171.
- Nord, J. H., Koohang, A., ve Paliszkievicz, J. (2019), The Internet of Things: Review and Theoretical Framework, *Expert Systems with Applications*, 133, 97-108.
- Ong, S. K., Yuan, M. L., ve Nee, A. Y. C. (2008), Augmented Reality Applications in Manufacturing: A Survey, *International Journal of Production Research*, 46(10), 2707-2742.
- Osterrieder, P., Budde, L., ve Friedli, T. (2020), The Smart Factory as a Key Construct of Industry 4.0: A Systematic Literature Review, *International Journal of Production Economics*, 221, 107476.
- Overby, E., Bharadwaj, A., ve Sambamurthy, V. (2006), Enterprise Agility and the Enabling Role of Information Technology, *European Journal of Information Systems*, 15(2), 120-131.
- Oztemel, E., ve Gursev, S. (2020), Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182.
- Panda, S., ve Rath, S. K. (2017). The effect of human IT capability on organizational agility: an empirical analysis. *Management Research Review*, 40(7), 800-820.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., ve Gatti, C. (2018), Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review, *Sustainability*, 10, 3821.
- Porter, M. E., ve Heppelmann, J. E. (2017), Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy, *Harvard Business Review*, 95(6), 46-57.
- Rajpurohit, L., ve Verma, A. K. (2016), Industrie 4.0: An Overview, *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, 3(3), 535-541.
- Ravichandran, T. (2018), Exploring the Relationships Between IT Competence, Innovation Capacity and Organizational Agility, *The Journal of Strategic Information Systems*, 27(1), 22-42.
- Rejikumar, G., Arunprasad, P., Persis, J., ve Sreeraj, K. M. (2019), Industry 4.0: Key Findings and Analysis from the Literature Arena, *Benchmarking: An International Journal*, 26(8), 2514-2542.
- Rojko, A. (2017), Industry 4.0 Concept: Background and Overview, *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5), 77-90.
- Saucedo-Martinez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., ve VASANT, P. (2018), Industry 4.0 Framework for

- Management and Operations: A Review, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(3), 789-801.
- Seo, D., ve La Paz, A. I. (2008), Exploring the Dark Side of IS in Achieving Organizational Agility, *Communications of the ACM*, 51(11), 136-139.
- Serinikli, N. (2018), Endüstri 4.0'ın Özel, Kamu ve Kooperatif Sektörlerine Etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 1607-1621.
- Shamim, S., Cang, S., Yu, H., ve Li, Y. (2017), Examining the Feasibilities of Industry 4.0 for the Hospitality Sector with the Lens of Management Practice, *Energies*, 10(4), 499.
- Sherehiy, B., Karwowski, W., ve Layer, J. K. (2007), A Review of Enterprise Agility: Concepts, Frameworks, and Attributes, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(5), 445-460.
- Soylu, A. (2018), Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- Tang, C. P., Huang, T. C. K., ve Wang, S. T. (2018), The Impact of Internet of Things Implementation on Firm Performance, *Telematics and Informatics*, 35(7), 2038-2053.
- Tay, S. I., Lee, T. C., Hamid, N. Z. A., ve Ahmad, A. N. A. (2018), An Overview of Industry 4.0: Definition, Components, and Government Initiatives, *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(14), 1379-1387.
- Teece, D., Peteraf, M., ve Leih, S. (2016), Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy, *California Management Review*, 58(4), 13-35.
- Um, J. (2017), Improving Supply Chain Flexibility and Agility Through Variety Management, *The International Journal of Logistics Management*, 28(2), 464-487.
- Vaidya, S., Ambad, P., ve Bhosle, S. (2018), Industry 4.0—A Glimpse, *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.
- Veile, J. W., Kiel, D., Muller, J. M., ve Voigt, K. I. (2020), Lessons Learned from Industry 4.0 Implementation in the German Manufacturing Industry, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 977-997.
- Verboeket, V., ve Krikke, H. (2019), The Disruptive Impact of Additive Manufacturing on Supply Chains: A Literature Study, Conceptual Framework and Research Agenda, *Computers in Industry*, 111, 91-107.
- Wang, S., Wan, J., LI, D., ve Zhang, C. (2016), Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.
- Xu, L. D., 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.

Endüstri 4.0 Uygulamalarının Örgütsel Çeviklik Üzerindeki Etkisi: Kavramsal Bir Çalışma

- Yang, C., Huang, Q., Li, Z., Liu, K., ve Hu, F. (2017), Big Data and Cloud Computing: Innovation Opportunities and Challenges, *International Journal of Digital Earth*, 10(1), 13-53.
- Yao, X., Zhou, J., Lin, Y., Li, Y., Yu, H., ve Liu, Y. (2019), Smart Manufacturing Based on Cyber-Physical Systems and Beyond, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(8), 2805-2817.
- Yıldız, A. (2018), Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Zitkiene R., ve Deksnys, M. (2018), Organizational Agility Conceptual Model, *Montenegrin Journal of Economics*, 14(2), 115-129.