

# İMALAT FİRMASI ÇALIŞANLARININ İNOVASYON YETENEKLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Bülent YILDIZ<sup>1</sup>

## Öz

Günümüzde Endüstri 4.0 imalat firmalarının rekabet edebilmeleri için önem arz etmektedir. Endüstri 4.0'a adapte olabilmek için ise firmaların hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmaları gerekmektedir. Teknolojik yenilikleri takip edebilmek için de inovasyon becerileri önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde inovasyon becerileri gelişmiş çalışanlara ihtiyaç duyulacaktır. Bu amaçla bu çalışmada imalat firması çalışanlarının inovasyon yeteneklerinin Endüstri 4.0 algı düzeyleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma için 274 çalışandan anket ile veri toplanmıştır. Veriler yapısal eşitlik modeli ile analiz edilmiştir. Analiz neticesinde çalışanların inovasyon yeteneklerinin Endüstri 4.0 algı düzeylerini pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, İnovasyon, Yapısal Eşitlik Modeli

**JEL Kodları:** C12, M11, O31

## THE EFFECT OF INNOVATION ABILITIES OF THE MANUFACTURER COMPANY EMPLOYEES ON INDUSTRIAL 4.0 PERCEPTIONS

### Abstract

Today, Industry 4.0 is important for manufacturing companies to compete. In order to adapt to Industry 4.0, companies must keep up with the rapidly developing technology. Innovation skills have an important place to follow technological innovations. Therefore, employees with advanced innovation skills will be needed in the Industry 4.0 transformation process. For this purpose, in this study, the effect of innovation skills of manufacturing company employees on Industry 4.0 perception levels was investigated. For the research, data were collected from 274 employees via questionnaires. The data were analyzed with the structural equation model. As a result of the analysis, it was found that the innovation skills of the employees positively affect the Industry 4.0 perception levels.

**Keywords:** Industry 4.0, Innovation, Structural Equation Model

**JEL Codes:** C12, M11, O31

## 1.GİRİŞ

Endüstri 4.0 öncesindeki ilk üç sanayi devrimi sırasıyla buhar motoru, elektrik ve dijital teknoloji gibi dönem açısından devrimsel nitelik taşıyan teknolojik gelişmelerin kullanılmasıyla verimlilik artışı sağlamıştır. Bu nedenle endüstriyel devrimlerin çekirdeğini verimlilik oluşturmaktadır. Endüstri 4.0 da akıllı ve gelecekteki fabrikalarla ilgili ilerlemeleri tanıttığı için özellikle sanayi sektöründe büyük bir etkiye sahip olan ve araştırılan karmaşık bir teknolojik sistem olarak görülmektedir (Pereira ve Romero, 2017: 1207). Daha önceki üç sanayi devriminde olduğu gibi Endüstri 4.0'ın da temel amacı verimlilik olmaktadır.

Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemleri (SFS) oluşturan üretim operasyon sistemleri ve bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) özellikle de nesnelerin interneti (Nİ) arasında bir bütünleşmenin olduğu yeni bir endüstriyel aşama olarak anlaşılmaktadır (Dalenogare vd., 2018: 383). Dolayısıyla Endüstri 4.0

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, dr.yildiz.bulent@gmail.com, Orcid: 0000-0002-5368-2805

terimi, dijital fabrikanın yerine de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Castelo-Branco, 2019: 22). Bu yeni endüstriyel aşama rekabet kurallarını, endüstrinin yapısını ve müşterilerin taleplerini de etkilemektedir. Bu nedenle Endüstri 4.0 ile beraber rekabet kuralları da değişmektedir. Çünkü firmaların iş modelleri, Nİ kavramlarının benimsenmesi ve fabrikaların dijitalleştirilmesiyle yeniden dizayn edilmektedir (Dalenogare vd., 2018:383) ve normal makineler kendi kendine tanıyan ve kendi kendine öğrenen makinelere dönüştürülmektedir (Vaidya vd., 2018: 234).

Endüstri 4.0, endüstriyel ağlarda bilgi uygulamaları için açık, akıllı bir üretim platformunun inşasını amaçlamaktadır. Veriyi gerçek zamanlı olarak izlemek, ürünün durumunu ve pozisyonlarını anlık olarak takip ederek üretim süreçlerini kontrol etmek Endüstri 4.0'ın temel ihtiyaçları arasında yer almaktadır. (Vaidya vd., 2018: 234). Bu nedenle Endüstri 4.0, çeşitli firmalar, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında eksiksiz bir iletişim ağı olacağı anlamına da gelmektedir (Qin vd., 2016: 174).

Endüstri 4.0, üretim sürelerinin kısaltmasına, ürün kalitesi ve firma performansının iyileştirmesine olanak tanıyan çeşitli teknolojiler içermektedir (Salam, 2019:3). Endüstri 4.0, SFS bloklarının bağlantılarına dayanmaktadır (Senvar ve Akkartal, 2018: 51). Endüstri 4.0'ın ayrılmaz yönleri, yeni ürün geliştirme sürecinin birçok aşamasında sistem entegrasyonu için bilgi ve BİT teknolojileri arasındaki bağlantı, simülasyon ağ cihazlarında iletişim, hem yeni ürünlerin tasarım süreçlerinin modellenmesi ve hem de yeni üretim teknikleridir (Wittbrodt vd., 2018: 462). Endüstri 4.0, verimlilik, doğruluk ve kesinlik elde etmek için umut verici bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır (Rajput ve Singh, 2019: 1). Bu teknolojiler sayesinde Endüstri 4.0'ın daha fazla esneklik, teslim sürelerinin azaltılması, küçük parti boyutları ile müşteri taleplerine uyum sağlama gibi avantajları bulunmaktadır (Wang ve Wang, 2016: 5). Çünkü Endüstri 4.0'ın en temel özelliği, üretim sistemlerinde daha çevik ve düşük maliyetli işlemlere izin veren otomatik kendini yapılandıran ve kendi kendini optimize eden sistemleri içermesidir. (Asdecker ve Felch, 2018: 841).

Dijitalleştirme, geleneksel ürünlerin en azından yeni dijital özelliklerle donatıldığı tüm sektörleri etkileyen bir olgudur. Bununla birlikte, dijital hizmetler ve dijitalleşmenin kendisi yalnızca fiziksel ürünleri değil, aynı zamanda işin doğasını ve kurumsal yapı ve stratejiyi de etkilemektedir (Horváth ve Szabó, 2019: 120). Dijitalleşme çağında, çoğu firmanın başarısı veya başarısızlığı büyük ölçüde insan sermayelerinin nasıl yönetildiğine bağlıdır. Endüstri 4.0 devrimi, bu tür ortamlarda nasıl çalışacaklarını bilen yenilikçi çalışanlar gerektirmektedir. Yani mevcut ve gelecekteki pazar ihtiyaçlarını karşılamak için bir işgücü geliştirmek önem arz etmektedir (Simic ve Nadelko, 2019: 1295). Bu nedenle Endüstri 4.0, işçinin beceri profillerini önemli ölçüde değiştirebilecektir. İşçiler sanal ve gerçek makineler ile üretim kontrol sistemleri arasındaki etkileşimi yönetmek zorunda kalacaklardır. Bu nedenle çalışanların kendi uzmanlık alanları dışında sahip oldukları faydalı becerilerin tanınması da dahil olmak üzere eğitim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, firmalarda, bireysel çalışanlara uyarlanmış e-öğrenme teknikleri ve sistemleri gibi yeni öğretim yöntemleri geliştirilmelidir. Eğitim konusunda firmalar ve yükseköğretim kurumları arasındaki eğitim ortaklıklarının çok önemli

hale gelmesi de beklenmektedir (Mogos vd., 2019: 625). Ayrıca işçiler, yeni durumlarla başa çıkmayı ve yaşam boyu öğrenme süreci kavramını kabul etmeyi öğrenerek, performanslarını sürekli iyileştirmelidir. Sonuçta, hem teknolojik hem de insani gelişmelerin kullanılmasıyla, daha yüksek verimlilik ve ürün kalitesi ile daha düşük ürün üretim ve teslim süresi sayesinde ürün fiyatlarında düşüş ve gelirlerde ise artış beklenmektedir (Trstenjak ve Cosic, 2017: 1744).

Endüstri 4.0 varsayımlarının sanayide uygulanmasının, bir imalat firmasının bağımsız olarak çözebileceği bir şey olmadığı, işbirliği, entegrasyon ve açıklığa ihtiyaç duyduğu görülmektedir. (Wittbrodt vd., 2018: 466). Bu nedenle firmalar tarafından önemli yatırımlar yapılmasını gerektirmektedir. Ancak bu yatırımların yapılmasına rağmen, gelir seviyelerinde de artışa neden olacağı ön görülmektedir (Mohamed, 2018: 262). Bu nedenle firmaların Endüstri 4.0 için yapacakları yatırımları ek maliyet olarak görmemeleri gerekmektedir.

Fiziksel dünya ve sanal dünya, Endüstri 4.0 ile birbirine bağlanmaktadır ve sonuç olarak insan-makine etkileşimi gerçekleşmektedir (Rajput ve Singh, 2019: 1). Çünkü Endüstri 4.0'ın ana noktası akıllı fabrikanın ortaya çıkmasıdır. Bu amaçla da sanayi birimleri arasında akıllı ağ oluşturulması, müşteriler ve tedarikçilerle entegrasyon ve yenilikçi işlerin benimsenmesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Kamble vd., 2018: 107).

## **2.ENDÜSTRİ 4.0**

### **2.1.Siber Fiziksel Sistemler (SFS)**

Wang ve Wang (2016:2)'a göre siber terimi, kesikli, anahtarlmalı ve mantıksal hesaplama, iletişim ve kontrol anlamına gelmekte iken fiziksel terimi, fizik yasalarına göre yönetilen ve sürekli olarak işletilen doğal ve insan yapımı sistemleri ifade etmektedir. Siber Fiziksel Sistemler (SFS) terimi ise Vaidya vd. (2018: 236)'ne göre fiziksel alanların siber alan ile sıkı bir şekilde bütünleştirildiği sistemlerdir. Reischauer (2018: 27)'e göre ise SFS, cihazlar, binalar, altyapılar ve üretim tesisleri gibi daha büyük sistemlere gömülü olan teknik sistemleri ifade etmektedir. SFS, Endüstri 4.0 uygulamalarının temel bileşenleri olan bilgi işlem ve fiziksel süreçlerin entegrasyonu olup görüntüleme ve kontrol işlevlerini ilgili sistemlere entegre etmektedir. Ayrıca bu sistemler beklenen çıktıları üretmek için proses geri bildirimlerinin anında kontrol edilmesine izin vermektedir (Oztemel ve Gursev, 2018: 15). Bu nedenle SFS, Endüstri 4.0 yapısının çekirdeğini oluşturmaktadır. Çünkü bir SFS, birbirleriyle iletişim kuran ve geri bildirim döngüsündeki sensörler ve aktüatörler aracılığıyla fiziksel dünya ile etkileşime giren gömülü cihazlardan oluşmaktadır (Davies vd., 2017: 1290). Akıllı sensör teknolojisi, fiziksel ve dijital dünya arasındaki bağlantıyı kurmaktadır. Bu sensörler sadece sinyalleri toplamakla kalmamakta, aynı zamanda onları dijital verilere dönüştürmekte ve işlemektedir (Müller vd., 2019: 208). SFS, fiziksel nesnelere ve bilgi sistemlerinin entegre olduğu yeni nesil teknolojilerdir. Üretim araçları birbirleriyle iletişim kurabilmekte, anlık veri toplayabilmekte ve analizini sağlayabilmektedir (Yaşar ve Ulusoy, 2019: 28). Diğer teknolojilerin aksine, SFS, hem yerel hem de küresel düzeyde hem insan aktörler hem de diğer cihazlarla iletişim kurabildiklerinden kendilerini düzenlemektedir (Reischauer,

2018: 27). Bu haliyle, SFS'ler Nİ ile internet üzerinden veri toplayarak ve paylaşarak fiziki dünyayı birleştirmektedir (Rauch vd., 2020: 2).

### **2.2.Nesnelerin İnterneti (Nİ)**

Günümüzde Nİ'nin, herhangi bir cihazı internete bağlamayı ve internete erişimi olan herhangi bir yerden yönetmesini ve cihaz hakkında bilgi toplamasını sağlayan bir teknoloji olduğuna inanılmaktadır (Wittbrodt vd., 2018: 462). Nİ için şu an için standart bir tanım yoktur, çünkü o kadar gelişen bir alandır ki, yakın gelecekte bunun altında nelerin ele alınacağı bilinmemektedir (Yousuf ve Mir, 2019: 292). Nİ, nesnelere birbirine bağlamayı sağlayan teknolojik temel (Asdecker ve Felch, 2018: 841) olarak ifade edilebilir. Nİ, akıllı evler, fabrikalar ve hatta şehirler gibi akıllı ortamların geliştirilmesinin de temelini oluşturmaktadır (Yousuf ve Mir, 2019: 293). Nİ, IP adreslerini kullanarak akıllı sistemler arasında iletişim kurulmasını içermektedir. Bu, her fiziksel nesnenin benzersiz bir IP adresi ile donatılmasını sağlamaktadır (Wang ve Wang, 2016: 3). Gelecekte Nİ ile uygulanacak teknolojiler arasında akıllı saatler, uzaktan kontrol edilebilen akıllı otomobiller, evlerin ışık ve ısı kontrolü, iletişim kurulabilen akıllı evler, akıllı şehir aydınlatması ve trafik kontrolü, uzaktan hasta takibi örnek olarak verilebilir (Özüdoğru vd., 2018: 87).

### **2.3.Büyük Veri ve Analitiği**

Teknolojinin hızlı ilerlemesi, veri ve bilgilerin inanılmaz bir şekilde artmasını sağlamıştır (Ludwig, 2016:17). Bu nedenle büyük veri Endüstri 4.0 ile ilişkilendirilmektedir. Çünkü Endüstri 4.0'da firmaların büyük miktardaki verileri gerçek zamanlı olarak analiz etmesi stratejik ve operasyonel karar verme süreçlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Dalenogare vd., 2018: 384).

Uzun yıllar boyunca firmalar, üretim kayıtları, iç hesaplar ve pazar araştırma raporları gibi sınırlı sayıda geleneksel kaynaktan elde edilen verilere dayanarak iş kararları vermiştir (Strange ve Zucchella, 2017:176). Günümüzde ise sensörler, cihazlar, ağlar, web ve sosyal medya gibi kaynaklardan çok sayıda veri sağlanmaktadır (Zhong vd., 2017: 622). Bu nedenle veriler özellikle de akıllı ürünlerden elde edilen veriler firmalara değerli bilgi kaynakları sağlamaktadır (Strange ve Zucchella, 2017: 176). Bundan dolayı günümüzde firmalar artık müşterilerinin, tedarikçilerinin ve işlemlerinin büyük verilerini yakalamak, işlemek, depolamak ve yönetmek zorundadır (Karimian-Aliabadi vd., 2019: 63). Çünkü birçok farklı kaynaktan gelen verilerin toplanması ve değerlendirilmesi, gerçek zamanlı karar vermeyi desteklemek için önem arz etmektedir (Vaidya vd., 2018: 234). Genel olarak, büyük veri analizi süreci veri toplama, veri ön işleme, veri depolama, veri madenciliği ve veri görselleştirme olmak üzere beş bölüme ayrılmaktadır ve bu bölümler birbirleri ile bağlantılıdır (Luo vd., 2019: 1075). Çünkü sadece büyük veriyi toplamak firmalara bir avantaj sağlamayacaktır. Önemli olan toplanan büyük veriyi firma ihtiyacına göre ayrıştırılması, analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların da raporlanması önem arz etmektedir.

Veri yönetimi, akıllı telefonlar, tabletler, mobil uygulamalar, dizüstü bilgisayarlar ve kablosuz aygıtları kullanarak doğru zamanda doğru yerde doğru bilgiyi bulma, madencilik yapma ve kullanma ile ilgilidir (Makori, 2017: 661). Büyük veri teknolojisinin kullanımından kazanılan rekabet avantajı,

yalnızca büyük hacimli verileri verimli bir şekilde işleyebilmekle kalmamakta, aynı zamanda yeni ve farklı veri türlerini analiz edebilmekte ve işlemeye uygun bilgiler geliştirebilmektedir (Smeda, 2017: 1090).

#### **2.4.Akıllı Fabrika, Akıllı Robotlar ve Yapay Zeka**

Akıllı fabrika, Endüstri 4.0'ın merkezi ve nihai hedefidir. Bu konsept, SFS'nin merkezi olmayan, gerçek zamanlı iletişim ve kendi kendini kontrol eden üretim süreçlerinin temeli olduğu bir fabrikayı açıklamaktadır (Müller vd., 2019: 208). Akıllı bir fabrika ortamı sensörler, aktüatörler, konveyörler, makineler, robotlar gibi, her üretim kaynağı arasında üretim verimliliğini artıran ve oldukça karmaşık pazar gereksinimlerinin karşılanmasına izin veren yeni bir bütünleştirici gerçek zamanlı iletişimden oluşmaktadır (Pereira ve Romero, 2017: 1208). Akıllı fabrika, dijital fabrika temelinde, üretim bilgileri için veri yönetimi ve servis seviyesini güçlendirmek amacıyla Nİ ve izleme teknolojisi kullanılmaktadır (Liu vd., 2020:1). Özellikle Nİ, fabrika operasyonlarını iyileştirmek için veri ve araçlar sağlayarak ve ürün lojistiğinden envanter yönetimine ve makine bakımına kadar tedarik zincirinde riski daha iyi yöneterek akıllı üretimi mümkün kılmaktadır (Kergroach, 2017: 6).

Akıllı üretim, gelişmiş bir otomasyonu teşvik etmektedir. Robotlar, geçmişte olduğundan daha hassas işler yapabilmekte ve üretkenliği artırarak yorgunluğa daha az eğilimli olmaktadır (Frank vd., 2019: 17). Akıllı üretim, dinamik ve küresel bir pazara yönelik esnek, akıllı ve yeniden yapılandırılabilir üretim süreçleri elde etmek için gelişmiş bilgi ve üretim teknolojilerinden yararlanmaktadır ve deneyimlerden öğrenmelerini sağlayan yapay zekaya (AI) sahiptir (Zhong vd., 2017: 616). AI, görüntü işleme, doğal dil işleme, robotik, makine öğrenmesi vb. alanlarda zengin araştırma faaliyetlerine sahip bilişsel bir bilimdir (Lee vd., 2018: 20). Uyarlanabilir ve esnek AI olan robotlar, farklı ürünlerin üretimini kolaylaştırabilmekte ve sonuç olarak da üretim maliyetlerinde azalma sağlamaktadır (Alcácer ve Cruz-Machado, 2019: 911). Günümüzde endüstriyel robotların maliyeti azalmakta ve bunun sonucu olarak da endüstriyel üretimde kullanılan robotların miktarı artış göstermektedir. Ayrıca endüstriyel robotların yeteneklerinde de artış gözlenmektedir (Strandhagen vd., 2017: 349). Akıllı robotların kullandığı akıllı fabrikalarda ürünler üretim süreçlerinde kendi yollarını bağımsız olarak bulabilmektedir (Hofmann ve Rüsç, 2017: 25).

#### **2.5.Üç Boyutlu (3-D) Baskı**

Katman kontrolüne sahip otomatik bir üretim süreci olan 3-D baskı, son yıllarda hızlı bir gelişme göstermektedir. Teslim süreleri ve işgücünde azalmaya neden olduğu için imalat endüstrisine önemli faydalar sağlamaktadır (Wu vd., 2016: 21). 3-D baskı, ürünlerin bir dizi enine kesit dilimi aracılığıyla tabaka bazında oluşturulduğu ilave bir üretim işlemi kullanılmaktadır (Berman, 2012: 155). 3-D baskı olarak ek üretim teknolojisi, Endüstri 4.0'daki araştırma akışlarından biri olarak tanımlanan daha bireysel üretimin bir etkinleştiricisi olabilmektedir (Strandhagen vd., 2017: 349). 3-D baskının mevcut uygulamaları arasında kitlesel ürünler, prototipler ve maketler, yedek parçalar, tıbbi ve dental uygulamalar ve köprü imalatı yer almaktadır (Berman, 2012: 156).

#### **2.6.Bulut Bilişim**

Bulut bilişim, kullanıcıların yalnızca kullandıkları hizmetler için ödedikleri, kullandıkça ve kullanabildikleri sürece son kullanıcılarına sonsuz sayıda bilgi işlem kaynağı sağlayan bir bilgi işlem paradigmasıdır (Kumar vd., 2019: 1). Birçok bulut servis sağlayıcısı benzer servis olanaklarına sahiptir, ancak farklı erişim şekilleri bulunmaktadır (Chauhan vd., 2019: 193). Gerçek zamanlı çalışan SFS ile ilgili veri toplama ve işleme, herhangi bir zamanda depolanan ve alınabilen çok miktarda veri gerektirmektedir. Üretim tesislerindeki mevcut bilgisayar sistemlerinin çoğu, bu veri hacimlerini yönetmek için gerekli koşullara sahip değildir. Bulut bilişim, bu sorunu çözmek için esnek BT kaynakları sağlamaktadır (Stock vd., 2018: 256). Ayrıca bulut bilişim, daha hızlı veri işlemleri, esneklik, kaynak paylaşımı, kullanım başına ödeme, esneklik, yapılandırma kolaylığı, düşük BT dağıtım maliyeti, veri merkezlerine duyulan ihtiyaç ve artan BT performansı gibi geleneksel BT modellerine göre birçok avantaj sunmaktadır (Novais vd., 2019:296). Bulut bilişim, genellikle kullanım başına ödeme sistemleri şeklinde, büyük verilerin daha ucuz ve daha gelişmiş şekilde işlenmesini de sağlamaktadır (Müller vd., 2019: 208).

### **2.7.Siber Güvenlik**

Endüstri 4.0'ın faydaları yanında zorluklar da getirmesi beklenmektedir. En önemli zorluğun ise siber güvenlik riski olduğu düşünülmektedir (Morrar vd., 2017: 13). Çünkü internete bağlantı kuran tüm firmalar saldırı riski altındadır. Dolayısıyla siber güvenlik, Endüstri 4.0'ın kilit bir unsurudur. Çünkü Endüstri 4.0 ortamında, “nesnelere” tedarik zinciri boyunca kendi aralarında internet sistemi ile bağlantı kurmaktadır. Bu nedenle bütün nesnelere arasında güvenli bir iletişim zorunlu olmaktadır (Ghobakhloo, 2018: 921). Bunun nedeni ise bilgiye yüksek oranda erişim olması durumunda, önemli bir iş kaybına neden olan bir virüsten ağ girişine kadar önemli tehditlerin olması olasılığıdır. Bu tehditleri ortadan kaldırmak için ise firmalar güvenliği artırmak için akıllı teknikleri kullanarak yatırım yapmaktadır (da Costa vd., 2019: 147). Aynı şekilde Nİ için de güvenlik sorunu bulunmaktadır. Çünkü Nİ'ne milyarlarca cihaz bağlı olabilmekte ve bilgileri tamamen korumak ve verilerin Nİ üzerinden güvenli bir şekilde paylaşılmasını sağlamak için iyi tasarlanmış güvenlik mimarisine ihtiyaç duyulabilmektedir (Li vd., 2016: 339). Bu nedenle Endüstri 4.0 çağında siber güvenlik büyük öneme sahiptir ve firmalar tarafından ciddiyle üzerinde durulması gereken bir konudur.

## **3.İNOVASYON**

### **3.1.İnovasyonun Tanımı**

Literatürde ortaya çıkan çeşitli inovasyon tanımları vardır. Rogers (2003: 12) inovasyonu, bir birey veya bir adaptasyon birimi tarafından yeni olarak algılanan bir fikir, uygulama veya nesne olarak tanımlamaktadır. Afuah ve Afuah (2003) inovasyonun daha iyi ve geliştirilmiş bir hizmet sunan yeni bir teknolojik sistemin kullanılması olduğunu ifade etmektedir. Higgins (1996: 9) göre ise inovasyon, bir birey, bir grup, bir organizasyon, bir endüstri veya toplum için önemli bir değere sahip yeni bir şeyin geliştirilmesidir.

### **3.2.İnovasyon Çeşitleri**

Ürün inovasyonu, bitmiş ürünlerin özelliklerinin ve performansının iyileştirilmesine yönelik bir arzunun tetiklediği gelişme olarak tanımlanmaktadır (Bergfors ve Larsson, 2009: 262). Ürün inovasyonu ayrıca yeni veya değiştirilmiş mal veya hizmetlerin piyasaya sürülmesidir (Utterback ve Abernathy, 1975). Süreç inovasyonu, işletim yöntemleri, kullanılan teknikler ve ekipman veya yazılımdaki değişiklikler de dahil olmak üzere yeni veya geliştirilmiş bir üretim veya teslimat yaklaşımının uygulanmasını içermektedir (Davenport, 1993). Süreç inovasyonu, yüksek üretim gelirleri, düşük üretim maliyetleri, gelişmiş üretim miktarı veya çevre dostu üretim dahil olmak üzere iç üretim hedeflerinin yönlendirdiği bir gelişme olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, süreç inovasyonunun amacı, üretim süreci maliyetlerini en aza indirmek ve üretim miktarını arttırmaktır (Ayoub vd., 2017: 598). Süreç inovasyon yeteneği ise temel olarak bir firmanın, üretim maliyetini düşüren ve dolayısıyla yeni geliştirilen ürünlerin performansını artıran, üretimin verimliliği ve etkinliği gibi iç süreçlerini geliştirme kabiliyeti ile ilişkilidir (Najafi-Tavani vd., 2018: 4).

Organizasyonel inovasyon, bir şirketin iş uygulamalarını, işgücünün yapısını ve ilgili dış taraflarla olan bağlantısını bir şekilde değiştirecek yeni bir organizasyon geliştirmekle ilgilidir (Lam, 2004:3). Pazarlama inovasyonu ise bir ürünün üretilme veya pazarlanması, hatta diğer fiyatlandırma veya promosyon kararlarında iyileştirmeler getirecek yeni bir pazarlama stratejisi geliştirmeyi içermektedir (Chen, 2006: 118).

### **3.3.İnovasyonun Önemi**

Mevcut rekabet baskıları, firmaları rakiplerinden daha hızlı ve daha ucuza daha kaliteli ürünler sunmaya itmektedir. Günümüzün hızla değişen dünyasında sorun giderek daha önemli hale gelmektedir (Barnett ve Clark, 1998). Bu zorluğun karşılanması, girişimcilerin, araştırmacıların ve politikacıların yüksek yenilik seviyeleriyle yeniliklere ulaşmaya yardımcı olan farklı mekanizma ve stratejilere özel bir ilgi çekmelerine yol açmıştır (Danneels ve Kleinschmidt, 2001). Ekonomik büyüme giderek yeni bilgi üretimi ve uygulaması ile bağlantılı olmaktadır. Firmalar hızlı teknolojik değişimlere maruz kalmakta ve rakiplerinden daha hızlı ve daha yeni yöntemlerle inovasyon yapmaları gerekmektedir. Bu talepler, bilgi üreticileri ve kullanıcıları arasındaki iletişimi ve işbirliğini de önemli kılmaktadır (Cascio ve Montealegre, 2016). Bir firma kendi başına bilgi üretemez, yalnızca çalışanlarının sahip olduğu bilgi hazinesi paylaşıldığında, tartışıldığında ve analiz edildiğinde, firma inovasyon yapma yeteneğine sahip olabilir. Dolayısıyla kurumlar arası bilgi paylaşımı da inovasyonun uygulama oranını iyileştirmektedir (Yang vd., 2015: 15349).

İnovatif davranışların ekonomik büyüme ve gelişmenin lokomotifine olduğuna inanılmaktadır. Firmaların varlığının devamı için yeni ürün yeniliklerinin geliştirilmesi bir iş stratejisi geliştirmeye yönelik çeşitli yaklaşımlarla desteklenmektedir (Chaney, Devinney, ve Winer, 1991: 575). Çünkü firmaların genellikle gelir artışı elde etmek ve kar marjlarını korumak veya iyileştirmek için süreçlerinde ve ürünlerinde inovasyon yaptıkları düşünülmektedir (Amit ve Zott, 2010).

### **4.ENDÜSTRİ 4.0 VE İNOVASYON İLİŞKİSİ**

İnovasyon, ulusal bilim ve teknolojinin gelişmesinin arkasındaki kritik bir itici güçtür (Kuo vd., 2019: 4). Endüstri 4.0 da inovasyonla yakından bağlantılıdır. Endüstri 4.0, bilgi, veri ve merkezi kavramlar olarak Nİ ile inovasyona dayalı bir ekonomiye geçişi temsil etmektedir. Bu, endüstriyel çağın mevcut yapısını, pazarlarını ve iş süreçlerini etkileyecek ve yeni bir dijitalleşme çağına, üretim sistemlerinin “daha akıllı” ağına ve birbirine bağlı iş süreçlerine yol açacaktır (Morrar vd., 2017: 15). Endüstri 4.0 paradigmasının ürün ve hizmetler ile çalışma ortamı ve beceri geliştirme gibi birçok alanda da etkisi olacaktır (Pereira ve Romero, 2017: 1213).

SFS’ler, çok sayıda yenilikçi uygulamaya izin veren teknolojiyi ve aynı zamanda bir işletmenin iş modelinin inovasyonunu sağlayan bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Reischauer, 2018: 27). Nİ teknolojisine dayanan SFS'ler RFID kullanarak açık inovasyonları kolaylaştırmaktadır (Kamble vd., 2018b: 417).

Günümüzde müşteriler daha sonuca odaklı hale gelmiştir ve “benim için yap” yaklaşımı yeni bir iş modelini temsil etmektedir. Akıllı üretim sistemlerine sahip akıllı bir fabrika, yüksek kalitede ürün ve hizmetleri korurken bu taleple başa çıkacaktır (Morrar vd., 2017: 15). Bu nedenle üretici firmalar Endüstri 4.0'ı kullanarak yeni müşteri değeri geliştirebilirler (Müller, 2019: 4). Daha açık bir ifade ile müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için Endüstri 4.0 önemli bir rol üstlenmektedir.

Yigitbasioglu (2015: 581) organizasyonel inovasyonun, üst yönetim desteği ve girişimci kültürü gibi faktörlerin bulut bilişimin benimsenmesinde rol oynayabileceğini ifade etmektedir. Esmer ve Alan (2019: 475) Endüstri 4.0 sürecinde başarılı olabilmek için yöneticilerin inovasyon konusunda bilgilendirilmeleri gerektiğini belirtmektedirler. Kaygısız ve Sipahi (2019) üniversite öğrencileri üzerinde yaptıkları bir araştırmada bireysel yenilikçilik ile endüstri 4.0 bilgi düzeyi arasında ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Yıldız vd. (2020) da öğrenciler üzerinde yaptıkları bir araştırmada bireysel yenilikçiliğin Endüstri 4.0 farkındalığını anlamlı olarak etkilediğini bulgulamışlardır. Dolayısıyla imalat firması çalışanlarının da inovasyon becerilerinin artış göstermesi durumunda Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi ve algı düzeylerinde de artış meydana gelecektir. Çünkü inovatif olan ve inovasyona ilgisi olan çalışanlardan Endüstri 4.0 ile ilgili konulara daha fazla meraklı olacak ve bu konuları daha fazla araştıracaktır.

Bu bağlamda aşağıdaki hipotez kurulmuştur.

H1: İmalat firması çalışanlarının inovasyon becerileri Endüstri 4.0 algı düzeylerini pozitif yönde anlamlı olarak etkilemektedir.

## **5.ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ**

Araştırmanın bu bölümünde öncelikli olarak araştırmanın modeli, ölçekleri, örnekleme açıklanmış ardından araştırmanın bulguları ile ilgili açıklamalarda bulunulmuştur.

### **5.1.Araştırmanın Modeli**

Araştırmanın modeli Şekil 1’de verilmiştir.





Şekil 1. Araştırmanın Modeli

### 5.2. Araştırmanın Ölçekleri ve Örneklemi

Araştırmada kullanılan inovasyon becerileri ölçeği Hurt vd. (1977) tarafından geliştirilmiş olup Kılıçer ve Odabaşı (2010) tarafından Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Ayrıca ölçek Yıldız vd. (2017) tarafından Türkçe olarak da kullanılmıştır. Endüstri 4.0 algı düzeyi ölçeği Kaygısız ve Sipahi (2019) ve Doğan (2019) çalışmalarından alınmıştır. İnovasyon becerileri ölçeği 10 maddeden, endüstri 4.0 algı düzeyi ölçeği ise 17 maddeden oluşmaktadır. Sorular katılımcılara 5’li likert ölçeğinde sorulmuştur. Katılımcıların inovasyon becerileri ile ilgili sorulara 1: Kesinlikle katılmıyorum 2: Katılmıyorum 3: Kararsızım 4: Katılıyorum 5: Kesinlikle katılıyorum şeklinde, endüstri 4.0 algı düzeyi ile ilgili sorulara ise Cevaplama1=Hiç 2=Az 3=Orta 4=Çok 5=Tam şeklinde cevap vermeleri istenmiştir.

Araştırmanın örneklemini Kastamonu’daki imalat firmalarında çalışan 274 kişi oluşturmaktadır. Araştırma verileri Ekim 2019- Aralık 2019 tarihleri arasında toplanmıştır. Örneklem yöntemi olarak kolayda örnekleme yöntemi tercih edilmiştir.

### 5.3. Demografik Bulgular

Araştırmada öncelikle demografik bulgulardan bahsedilmiştir. Araştırmaya katılan çalışanların demografik bazı bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik Bulgular

Cinsiyet	Frekans	Yüzde
Kadın	196	71,5
Erkek	78	28,5
Toplam	274	100,0
Statü	Frekans	Yüzde
Beyaz Yakalı	132	48,2
Mavi Yakalı	133	48,5
Toplam	265	96,7
Cevapsız	9	3,3
Toplam	274	100,0
Pozisyon	Frekans	Yüzde
İşçi/memur	174	63,5
Ustabaşı/Şef	21	7,7
Mühendis	19	6,9
Uzman	19	6,9
Yönetici	35	12,8
Toplam	268	97,8

Cevapsız	6	2,2
Toplam	274	100,0
<b>Süre</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
0-5	149	54,4
6-15	84	30,7
16 ve üzeri	34	12,4
Toplam	267	97,4
Cevapsız	7	2,6
Toplam	274	100,0
<b>Eğitim</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
İlköğretim	50	18,2
Lise	78	28,5
Yüksekokul	41	15,0
Fakülte	70	25,5
Lisansüstü	15	5,5
Toplam	254	92,7
Cevapsız	20	7,3
Toplam	274	100,0
<b>Yaş</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
18-25	57	20,8
26-35	117	42,7
36-45	66	24,1
46 ve üzeri	29	10,6
Toplam	269	98,2
Cevapsız	5	1,8
Toplam	274	100,0

Araştırmaya katılan çalışanların 196'sı kadın, 78'i ise erkektir. 132'si beyaz yakalı 133'ü mavi yakalı olarak çalışmaktadır. 9 kişi statü sorusuna cevap vermemiştir. 174'ü işçi /memur, 21'i ustabaşı' şef, 35'i yönetici ve 19'arı da mühendis ve uzman olarak görev yapmaktadır. 6 kişi pozisyon ile ilgili soruya cevap vermemiştir. 149'u 0-5 yıl arası, 84'ü 6-15 yıl arası, 34'ü 16 yıl ve üzeri görev yapmaktadır. 7 kişi çalışma süresi ile ilgili soruya cevap vermemiştir. 50'si ilköğretim, 78'i lise, 41'i yüksekokul, 70'i fakülte, 15'i ise lisansüstü seviyesinde eğitim almıştır. 20 kişi eğitim durumu ile ilgili soruya cevap vermemiştir. 57'si 18-25 arası, 117'si 26-35 arası, 66'sı 36-45 arası ve 29'u da 46 ve üzeri yaşa sahiptir. 5 kişi yaş sorusuna cevap vermemiştir.

#### 5.4. Ölçeklerin Yapı Geçerliliği ve Güvenilirliği

Araştırmada kullanılan ölçeklerin yapı geçerliliği ve güvenilirliğini test edebilmek için keşfedici faktör analizi (KFA), doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve güvenilirlik analizi yapılmıştır.

İnovasyon becerileri ölçeğinin KFA ve güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İnovasyon Becerileri KFA ve Güvenilirlik

Maddeler	Faktör Yükü	Alfa	AVE	CR	Top. Açk. Varyans	KMO
İ7: Düşüncelerimde ve davranışlarımda kendimi yenilikçi ve özgün görürüm.	,834					
İ9: Ait olduğum grubun liderlikle ilgili sorumluluklarını almaktan hoşlanırım.	,828					
İ2: Yeni fikirleri denemekten hoşlanırım.	,823					
İ8: Yenilikçi bir kişiliğe sahibimdir.	,811					
İ3: Bir şeyi yapmanın yeni yollarını ararım.	,807	,926	,632	,939	63,208	,912
İ6: Arkadaş grubum içinde etkili bir birey olduğumu düşünürüm	,798					
İ10: Yeni fikirlere açığım	,789					
İ5: Bir sorunu çözerken yanıt açık olmadığı zaman çözüm için çoğu kez yeni yöntemler geliştiririm.	,743					
İ1: Çalışma arkadaşlarım öneri veya bilgi almak için sık sık bana başvururlar.	,714					

KFA sonucu ölçeğin faktör yükleri 0,714 ile 0,834 arasında elde edilmiştir. Faktör yükü tüm maddeler için 0,50'nin üzerindedir. Ölçeğin dördüncü maddesi olan "İ4: Genellikle yeni fikirleri kabullenmekte temkinliyimdir." maddesi ters kodlu bir madde olup farklı bir faktöre yüklenmesi nedeniyle analizden çıkarılmıştır. Ölçeğin toplam varyansın % 63,208'ini açıkladığı bulgusuna ulaşılmıştır. KMO değeri 0,902 olarak bulunmuş ve Barlett küresellik testi anlamlı olarak elde edilmiştir. Bu bulgu da örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olduğu anlamına gelmektedir (Kılıçer ve Odabaşı, 2010). Güvenilirlik analizi sonucu alfa katsayısı değeri 0,926 olarak bulunmuştur. Bu bulgu ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca AVE değeri 0,632 >0,50, ve CR değeri 0,939 >0,70 olarak elde edilmiştir. Bu bulgular ve CR > AVE sonucuna ulaşılmış olması ölçeğin bileşen güvenilirliğini de sağladığını göstermektedir.

Endüstri 4.0 algı düzeyi ölçeğinin KFA ve güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Endüstri 4.0 Algı Düzeyi KFA ve Güvenilirlik

Maddeler	Faktör Yükü	Alfa	AVE	CR	Top. Açk. Varyans	KMO
EN9: Akıllı üretim teknolojileri	,862					
EN15: Siber fiziksel sistemler	,852					
EN6: Siber Güvenlik	,835					
EN16: Akıllı fabrikalar	,834					
EN13: Yapay zeka	,833					
EN4: Üç boyutlu yazıcılar	,831					
EN8: Büyük veri ve veri analitiği	,830	,964	,636	,967	63,683	,955
EN5: İleri seviye otomasyon	,821					

EN14: Akıllı Depolama ve Transfer Teknolojileri	,820					
EN3: Öğrenen (akıllı) robotlar	,817					
EN10: Kişiyeye özel ürün geliştirme	,799					
EN11: Dijital tedarik zinciri	,796					
EN12: İnsansız sistemler	,778					
EN7: Bulut bilişim teknolojisi	,745					
EN2: Yapay zeka	,734					
EN17: Endüstriyel robotlar	,710					
EN1: Nesnelerin interneti	,634					

KFA sonucu ölçeğin faktör yükleri 0,634 ile 0,862 arasında elde edilmiştir. Faktör yükü tüm maddeler için 0,50'nin üzerindedir. Ölçeğin toplam varyansın % 63,683'ünü açıkladığı bulgusuna ulaşılmıştır. KMO değeri 0,955 olarak bulunmuş ve Barlett küresellik testi anlamlı olarak elde edilmiştir. Bu bulgu da örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olduğu anlamına gelmektedir. Güvenilirlik analizi sonucu alfa katsayısı değeri 0,964 olarak bulunmuştur. Bu bulgu ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca AVE değeri 0,636 >0,50, ve CR değeri 0,967 >0,70 olarak elde edilmiştir. Bu bulgular ve CR > AVE sonucuna ulaşılmış olması ölçeğin bileşen güvenilirliğini de sağladığını göstermektedir.

KFA ve güvenilirlik analizlerinden sonra ölçekler için DFA yapılmıştır. DFA sonucu elde edilen uyum iyiliği değerleri de Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. DFA Uyum İyiliği Değerleri

Değişken	$\chi^2$	sd	$\chi^2/sd$	CFI	TLI	SRMR	RMSEA
Kriter			$\leq 5$	$\geq 90$	$\geq 90$	$\leq 08$	$\leq 08$
İnovasyon	59,574	22	2,708	0,977	0,962	0,0329	0,079
Endüstri 4.0	294,925	111	2,657	0,952	0,941	0,0322	0,078

DFA sonucunda ölçeklerin kabul edilebilir uyum iyiliği kriterlerini karşıladığı bulgusuna ulaşılmıştır (Lin vd., 2016).

DFA dan sonra değişkenler arasındaki ilişkiyi görebilmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi sonucu Tablo 5'te verilmiştir.

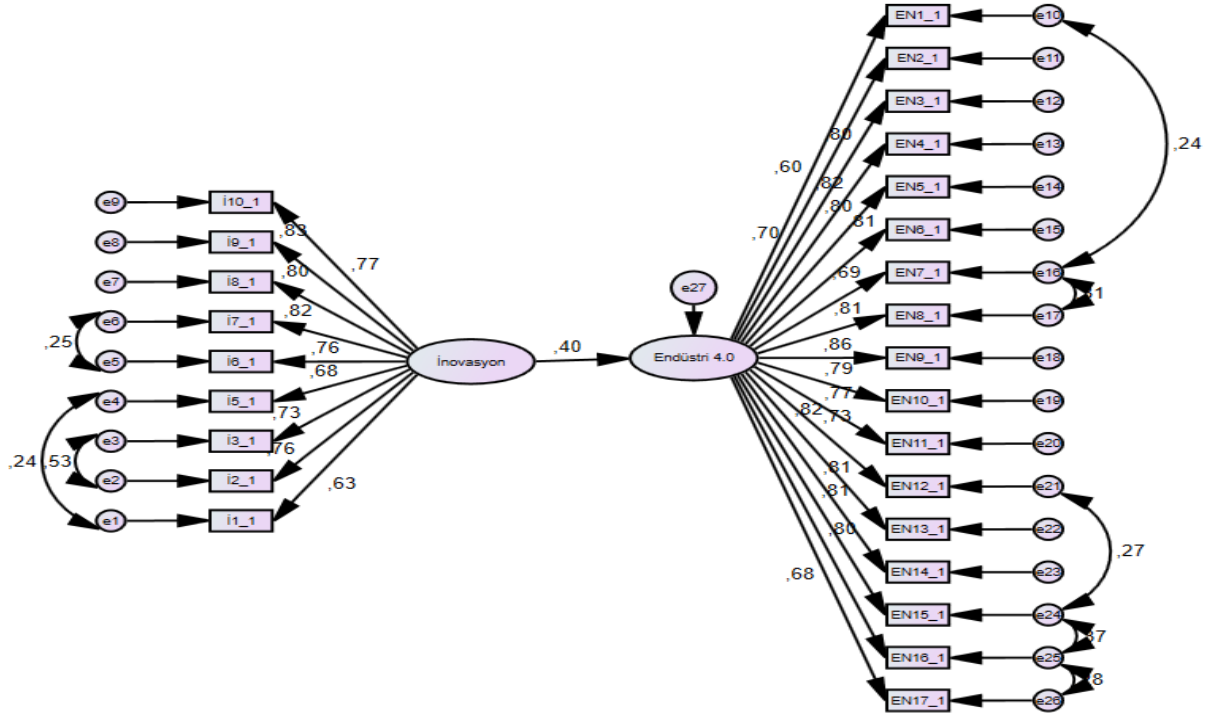
Tablo 5. Korelasyon Analizi

	Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Endüstri 4.0	İnovasyon
Endüstri 4.0	2,9577	1,08155	-,145	-,885	1	
İnovasyon	3,8010	,84985	-,753	,408	,394**	1

Korelasyon analizi sonucu inovasyon ile endüstri 4.0 arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde aynı yönde düşük seviyede anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Basıklık ve çarpıklık değerleri de -2 ile +2 arasında bulunmuş olduğundan verilerin normal dağılıma sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Lin vd., 2016). Ortalama değerlere bakıldığında çalışanların endüstri 4.0 bilgi düzeylerinin düşük olduğu, inovasyon becerilerinin ise ortalamannın üzerinde olduğu görülmektedir.

### 5.5.Yapısal Eşitlik Modeli

Araştırma hipotezini kurmak için yapısal eşitlik modeli kurularak analiz edilmiştir. Model Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Yapısal Eşitlik Modeli

Yapısal eşitlik modelinin analizi neticesinde de bütün maddelerin faktör yükleri 0,50’in üzerinde elde edilmiştir.

Yapısal eşitlik modelinin uyum iyiliği değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Yapısal Eşitlik Modeli Uyum İyiliği Değerleri

Değişken	$\chi^2$	sd	$\chi^2/sd$	CFI	TLI	SRMR	RMSEA
Kriter			$\leq 5$	$\geq .90$	$\geq .90$	$\leq .08$	$\leq .08$
Model	675,483	290	2,329	0,931	0,923	0,0478	0,07

Analiz neticesinde yapısal eşitlik modelinin kabul edilebilir uyum iyiliği kriterlerini sağladığı tespit edilmiştir.

Yapısal eşitlik modelinin analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Yapısal Eşitlik Modeli Regresyon Ağırlıkları

Analiz Yolu		Tahmin	Std. Hata	Kritik Oran	P
Endüstri 4.0	<--- İnovasyon	0,402	0,08	5,38	***

Yapısal eşitlik modelinin analizi sonucu inovasyon becerilerinin Endüstri 4.0 algı düzeyini pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği tespit edilmiştir. Standardize edilmiş katsayı tahmin değeri 0,402 olarak bulunmuştur. Bu bulgu inovasyon becerilerinin 1 birim artması durumunda Endüstri 4.0 algı düzeyinin 0,402 birim artmakta olduğunu göstermektedir. Analiz neticesinde H1 hipotezi desteklenmiştir.

## 6.SONUÇ

Bu çalışmada imalat firması çalışanlarının inovasyon becerilerinin Endüstri 4.0 algı düzeyleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Kastamonu ilinde faaliyet göstermekte olan imalat firmalarında çalışan 274 kişiden anket ile veri toplanmıştır. Veriler yapısal eşitlik modeli ile analiz edilmiştir. Modelin analizi sonucu inovasyon becerilerinin Endüstri 4.0 algı düzeyini pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Araştırma sonuçları göstermektedir ki firmaların Endüstri 4.0'a geçiş süreçlerini hızlandırabilmek için çalışanlarının inovasyon becerilerini artırmaları ve hatta yeni personel alımlarında inovasyon becerileri gelişmiş çalışanları tercih etmeleri gerektiğini göstermektedir. Çünkü Endüstri 4.0'a geçişin sadece yönetici kademesinde olması söz konusu olmayacaktır. Bu geçişi hızlandırabilmek için teknoloji ile barışık, inovatif, değişime açık ve sürekli öğrenme isteğine sahip olan çalışanlara ihtiyaç duyulacaktır.

İnovasyon ve Endüstri 4.0 özellikle imalat firmalarının rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için son derece önemlidir. Endüstri 4.0 konseptinin tam olarak uygulanması, benzeri görülmemiş düzeyde operasyonel verimlilik elde edilmesine ve üretkenlik artışının hızlanmasına izin verebilecektir (Wittbrodt vd., 2018: 466). Bunun inovasyon ile birleştirilmesi verimliliği ve üretkenliği daha da artıracaktır. Firmaların gelecekteki üretim süreçleri için bir vizyona sahip olmaları ve bunları yönetmeleri gerekecektir. Çünkü imalat firmaları için değişim kaçınılmaz gözükmektedir. Bu değişim sırasında, çeşitli iş pozisyonları kaybolacak ve bazı yeni iş pozisyonları da ortaya çıkabilecektir. Fakat firmalar mevcut çalışanlarını elde tutmaya çalışmalıdır çünkü onların mevcut üretim süreci hakkında bilgileri bulunmaktadır. Fakat özellikle veri analizi alanında eğitilmiş ve vasıflı çalışanlara da ihtiyaç duyulacaktır (Benešová ve Tupa, 2017:2200-2201). Bunun yanında her çalışan gerekli deneyime, beceriye, malzeme kaynaklarını kullanma bilgisine ve bilgi güvenliğini yönetme gibi davranışlara sahip olmalıdır (Tan, 2018:34). Günümüzde sensörler, cihazlar, insansız hava araçları, bilgi ağları, optimizasyon ve makine öğrenmesi alanındaki yenilikler nedeniyle robotik ve otomasyon hızla ilerlemektedir (Oztemel ve Gursev, 2018:3). Bu nedenle robotik yazılım, otomasyon konularında uzmanlaşmış çalışanlara yüksek düzeyde ihtiyaç duyulacaktır. Mevcut personelin bu konuda yetiştirilebilmesi için de çalışanların inovatif becerilere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle çalışanlarının inovasyon becerilerini geliştirme konusunda da imalat firmaları gerekli hassasiyeti göstermelidir. Bu konuda imalat firmalarına işgücü yetiştiren eğitim-öğretim kurumlarına da önemli görevler düşmektedir. Öğrencilerin yenilikçi düşünebilen, teknoloji ile barışık ve değişime açık olarak yetiştirilmeleri için gerekli hassasiyetin gösterilmesi de önem arz etmektedir.

Bu çalışma imalat firması çalışanları üzerinde yapılmıştır. Fakat inovasyon ve Endüstri 4.0 sadece imalat firmalarını ilgilendiren bir konu değildir. Eğitim, sağlık, turizm ve ulaştırma gibi hizmet sektörlerinde de önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle çalışmanın hizmet sektöründe de yapılması ve hatta hizmet ve imalat sektörü karşılaştırması yapılması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın en önemli kısıtı bölgesel nitelikte olması yani sadece bir ildeki çalışanlar üzerinde yapılmış olmasıdır. Ayrıca örneklem sayısının 274 olması araştırmanın diğer önemli kısıtıdır. Çalışmada sektör ayırımına da gidilememiştir.

## KAYNAKLAR

- Afuah, A., & Afuah, A. (2003). *Innovation Management: Strategies, Implementation and Profits*. New York: Oxford University Press.
- Alcácer V. ve Cruz-Machado V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal* 22 (2019) 899–919.
- Asdecker B. ve Felch V. (2018). Development of an Industry 4.0 Maturity Model for The Delivery Process in Supply Chains. *Journal of Modelling in Management* Vol. 13 No. 4, 2018 pp. 840-883
- Amit, R. H. ve Zott, C. (2010), Business Model Innovation: Creating Value in Times of Change (July 2, 2010). *IESE Business School Working Paper* No. 870. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1701660> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1701660>
- Ayoub H.F., Abdallah A.B. ve Suifan T.S. (2017). The Effect of Supply Chain Integration on Technical Innovation in Jordan The Mediating Role of Knowledge Management. *Benchmarking: An International Journal* Vol. 24 No. 3, 2017 pp. 594-616
- Barnett, B. D., & Clark, K. B. (1998). Problem Solving in Product Development: A Model for the Advanced Materials Industries. *International Journal of Technology Management*, 15(8), 805-820.
- Benešová A. ve Tupa J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing* 11 ( 2017 ) 2195 – 2202
- Bergfors M.E. ve Larsson A. (2009). Product and Process Innovation in Process Industry: A New Perspective On Development. *Journal of Strategy and Management* Vol. 2 No. 3, 2009 pp. 261-276
- Berman B. (2012). 3-D printing: The New Industrial Revolution. *Business Horizons* (2012) 55, 155—162
- Cascio, W. F., & Montealegre, R. (2016). How Technology is Changing Work and Organizations. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 3, 349-375.
- Castelo-Branco I., Cruz-Jesus F. ve Oliveira T. (2019). Assessing Industry 4.0 Readiness in Manufacturing: Evidence for the European Union. *Computers in Industry* 107 (2019) 22–32
- Chaney, P. K., Devinney, T. M., & Winer, R. S. (1991). The Impact of New Product Introductions on The Market Value of Firms. *Journal of Business*, 573-610.
- Chauhan S.S., Pilli E.S., Joshi R.C., Singh G. ve Govil M.C. (2019). Brokering in Interconnected Cloud Computing Environments: A Survey. *Journal of Parallel and Distributed Computing* Volume 133, November 2019, Pages 193-209
- Chen, Y. (2006). Marketing Innovation. *Journal of Economics & Management Strategy*, 15(1), 101-123.
- da Costa K.A.P., Papa J.P., Lisboa C.O., Munoz R. ve de Albuquerque V.H.C. (2019). Internet of Things: A Survey on Machine Learning-Based Intrusion Detection Approaches. *Computer Networks* 151 (2019) 147–157.
- Dalenogare L.C., Benitez G.B.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 (2018) 383–394.

- Danneels, E., & Kleinschmidt, E. J. (2001). Product Innovativeness from The Firm's Perspective: Its Dimensions and Their Relation With Project Selection and Performance. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 18(6), 357-373.
- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology: Harvard Business Press*.
- Davies R. , Coole T. ve Smith A. (2017). Review of Socio-Technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing* 11 ( 2017 ) 1288 – 1295.
- Doğan O. (2019). *Dijital Dönüşümün Yönetimi Sürecinde Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Esmer Y. ve Alan M.A. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde İnovasyon. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 465 - 478
- Frank A.G., Dalenogare L.S. ve Ayala N.F. (2019). Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics* 210 (2019) 15–26.
- Ghobakhloo M. (2018). The Future of Manufacturing Industry: A Strategic Roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29 (6), 910-936.
- Gopalakrishnan, S., & Bierly, P. (2001). Analyzing Innovation Adoption Using A Knowledge-Based Approach. *Journal of Engineering and Technology management*, 18(2), 107-130.
- Gopalakrishnan, S., & Damanpour, F. (1997). A Review of Innovation Research in Economics, Sociology And Technology Management. *Omega*, 25(1), 15-28.
- Higgins, J. M. (1996). Innovate or Evaporate: Creative Techniques for Strategists. *Long Range Planning*, 29(3), 370-380.
- Hofmann E. ve Rüşch M. (2017). Industry 4.0 and The Current Status as well as Future Prospects on Logistics. *Computers in Industry* 89 (2017) 23–34
- Horváth D. ve Szabó R.Z. (2019). Driving Forces and Barriers Of Industry 4.0: Do Multinational and Small and Medium-Sized Companies Have Equal Opportunities?. *Technological Forecasting & Social Change*, 146 (2019) 119–132
- Hurt, H. T., Joseph, K., and Cook, C. D. (1977). Scales for The Measurement of Innovativeness, *Human Communication Research* , 4(1),58-65.
- Jiang C., Ma Y., Chen H., Zheng Y., Gao S. ve Cheng S. (2018). Cyber Physics System: a Review. *Library Hi Tech*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/LHT-11-2017-0256>
- Kamble S.S., Gunasekaran A. ve Sharma R. (2018). Analysis of The Driving and Dependence Power of Barriers to Adopt Industry 4.0 in Indian Manufacturing Industry. *Computers in Industry* 101 (2018) 107–119
- Kamble S.S., Gunasekaran A. ve Gawankar S.A. (2018b). Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review identifying The Current Trends and Future Perspectives. *Process Safety and Environmental Protection* 117 (2018) 408–425.
- Karimian-Aliabadi S., Ardagna D. ve Entezari-Maleki R. (2019). Analytical Composite Performance Models for Big Data Applications. *Journal of Network and Computer Applications* 142 (2019) 63–75
- Kaygısız E. ve Sipahi H.(2019). Y Kuşağı Üniversite Öğrencilerinin Bireysel Yenilik ve Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Volume 18, Issue 2 922-936
- Kergroach S. (2017). Industry 4.0: New Challenges and Opportunities for the Labour Market. *Foresight and Governance* Vol. 11 No 4 2017. 6-8
- Kılıçer K. ve Odabaşı H.F. (2010). Bireysel Yenilikçilik Ölçeği (BYÖ): Türkçeye Uyarlama, Geçerlik Ve Güvenilirlik Çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (H. U. Journal of Education) 38: 150-164 [2010]
- Kumar M., Sharma S.C., Goel A. ve Singh S.P. (2019). A Comprehensive Survey for Scheduling Techniques in Cloud Computing. *Journal of Network and Computer Applications* 143 (2019) 1–33
- Kuo C.C., Shyu J.Z. ve Ding K. (2019). Industrial Revitalization Via İndustry 4.0 E A Comparative Policy Analysis Among China, Germany and the USA. *Global Transitions* 1 (2019) 3e14



- Lam, A. (2004). Organizational Innovation. Brunel University Brunel Research in Enterprise, Innovation, Sustainability, and Ethics. *Working Paper No. 1 Online* at <https://mpr.aub.uni-muenchen.de/11539/> MPRA Paper No. 11539, posted 12 Nov 2008 09:39 UTC
- Lee J., Davari H., Singh J. ve Pandhare V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters* Volume 18, October 2018, Pages 20-23
- Li S., Tryfonas T. ve Li H. (2016). The Internet of Things: A Security Point of View. *Internet Research* Vol. 26 No. 2, 2016 pp. 337-359
- Lin Y., Luo J., Cai S., Ma S. ve Rong K. (2016). Exploring The Service Quality in The E-Commerce Context: A Triadic View. *Industrial Management & Data Systems* Vol. 116 No. 3, 2016 pp. 388-415.
- Liu W., Kong C., Niu Q., Jiang J. ve Zhou X. (2020). A Method of NC Machine Tools Intelligent Monitoring System in Smart Factories. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 61 (2020) 101842
- Ludwig F. (2016). *Business Models Enabled by Industry 4.0 and Internet of Things*. (Master Thesis). University of Rhode Island.
- Luo S., Liu H. ve Qi E. (2019). Big Data Analytics – Enabled Cyber-Physical System: Model and Applications. *Systems* Vol. 119 No. 5, 2019 pp. 1072-1088
- Makori E.O. (2017). Promoting Innovation and Application of Internet of Things in Academic and Research Information Organizations. *Library Review* Vol. 66 No. 8/9, 2017 pp. 655-678.
- Mogos M.F., Eleftheriadis R.J. ve Myklebust O. (2019). Enablers and Inhibitors of Industry 4.0: Results from a Survey of Industrial Companies of Norway. *Procedia CIRP* 812019 624-629
- Mohamed M. (2018). Challenges and Benefits of Industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*. August 2018, Volume 5, Issue 3, pp. 256-265.
- Morrar R., Arman H. ve Mousa S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review*. November 2017 (Volume 7, Issue 11).12-20
- Müller F., Jaeger D. ve Hanewinkel M. (2019). Digitization in Wood Supply – A Review on How Industry 4.0 Will Change The Forest Value Chain. *Computers and Electronics in Agriculture* 162 (2019) 206–218
- Müller J.M. (2019). Business Model Innovation in Small- and Medium-Sized Enterprises Strategies for Industry 4.0 Providers and Users. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30 (8), 1127-1142
- Najafi-Tavani S., Najafi-Tavani Z., Naudé P., Oghazi P. ve Zeynaloo E. (2018). How Collaborative Innovation Networks Affect New Product Performance: Product Innovation Capability, Process Innovation Capability, and Absorptive Capacity. *Industrial Marketing Management* Volume 73, August 2018, Pages 193-205
- Novais L., Maqueira J.M. ve Ortiz-Bas A. (2019). A Systematic Literature Review of Cloud Computing Use in Supply Chain Integration. *Computers & Industrial Engineering* 129 (2019) 296–314
- Oztemel E. ve Gursev S. (2018). Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing* doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8.
- Özudođru A.G., Ergün E. ve Ammari D. (2018). How Industry 4.0 Changes Business: A Commercial perspective. *International Journal of Commerce and Finance*, Vol. 4, Issue 1, 2018, 84-95
- Pereira A.C. ve Romero F. (2017). A Review of Meaning and The Implications of The Industry 4.0 Concept. *Procedia Manufacturing* 13 (2017) 1206-1214
- Qin J., Ying Liu Y. ve Grosvenor R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP* 52 ( 2016 ) 173 – 178.
- Rajput S. ve Singh S.P. (2019). Industry 4.0 – Challenges to Implement Circular Economy. *Benchmarking: An International Journal* Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0430>
- Rauch E., Linder C. ve Dallasega P. (2020). Anthropocentric Perspective of Production Before and within Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering* Volume 139, January 2020, 105644 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.018>

- Reischauer G. (2018). Industry 4.0 as Policy-Driven Discourse to Institutionalize Innovation Systems in Manufacturing. *Technological Forecasting & Social Change* 132 (2018) 26–33
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations. *Melbourne Institute Working Paper*, 10(98), 1-27.
- Salam M.A. (2019). Analyzing Manufacturing Strategies and Industry 4.0 Supplier Performance Relationships from a Resource-Based Perspective. *Benchmarking: An International Journal* Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0428>
- Senvar O. ve Akkartal E. (2018). An Overview to Industry 4.0. *International Journal of Information, Business and Management*, Vol. 10, No.4, 2018 50-57
- Simic M. ve Nedelko Z. (2019). *Development of Competence Model for Industry 4.0: A Theoretical Approach*. 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Socio Economic Problems of Sustainable Development" - Baku, 14-15 February 2019.
- Smeda J. (2017). Distinctive Organisational Business Imperatives of Big Data: a Literature Review. *The Electronic Library* Vol. 35 No. 6, 2017 pp. 1087-1097
- Stock T., Obenaus M., Kunz S. ve Kohl H. (2018). Industry 4.0 as Enabler for a Sustainable Development: A Qualitative Assessment of Its Ecological and Social Potential. *Process Safety and Environmental Protection* 118 (2018) 254–267.
- Strange R. ve Zucchella A. (2017). Industry 4.0, Global Value Chains and International Business. *Multinational Business Review* Vol. 25 No. 3, 2017 pp. 174-184
- Strandhagen J.W., Alfnes E., Strandhagen J.O. ve Vallandingham L.R. (2017). The Fit of Industry 4.0 Applications in Manufacturing Logistics: A Multiple Case Study. *Adv. Manuf.* (2017) 5:344–358
- Tan K.H. (2018). Managerial Perspectives of Big Data Analytics Capability towards Product Innovation. *Strategic Direction* VOL. 34 NO. 8 2018, pp. 33-35, Emerald Publishing Limited, ISSN 0258-0543.
- Trstenjak M. ve Cosic P. (2017). Process Planning in Industry 4.0 Environment. *Procedia Manufacturing* 11 ( 2017 ) 1744 – 1750
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A Dynamic Model of Process and Product Innovation. *Omega*, 3(6), 639-656.
- Vaidya S., Ambad P. ve Bhosle S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing* 20 (2018) 233-238
- Wang L. ve Wang L. (2016). Big Data in Cyber-Physical Systems, Digital Manufacturing and Industry 4.0. *I.J. Engineering and Manufacturing*, 2016, 4, 1-8
- Wittbrodt P., Lapunka I., ve Marek-Kolodziej K. (2018). *Industry 4.0 – Future of Production Systems*. 27th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Rome, 1-2 March 2018
- Wu P., Wang J. ve Wang X. (2016). A Critical Review of The Use of 3-D Printing in The Construction Industry. *Automation in Construction* 68 (2016) 21–31
- Yang J., Han Q., Zhou J. ve Yuan C. (2015). The Influence of Environmental Management Practices and Supply Chain Integration on Technological Innovation Performance—Evidence from China's Manufacturing Industry. *Sustainability* 2015, 7, 15342-15361
- Yaşar E. ve Ulusoy T. (2019), Industry 4.0 And Turkey, *BMIJ*, (2019), 7(1): 24-41
- Yıldız B., Aslan H. ve Çiğdem Ş. (2017). Örgütsel Yenilikçiliğin Çalışan Performansı Üzerindeki Etkisinde Bireysel Yenilikçiliğin Aracı Rolü. *Researcher: Social Science Studies*, 5 (IV), 129-145
- Yıldız B., Olcay A., Sürme M., İnce E., Akmaz A., Kale A., Çıkmaz E., Bozdoğan S.C., Aslan H., Atılğan E. ve Özekici Y.K. (2020). *Endüstri 4.0 Farkındalığı ve Yenilikçiliğin Girişimcilik Niyetine Etkisini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma*. Ağırlama İşletmelerinde Girişimcilik ve İnovasyon: Endüstri 4.0 Perspektifinde Bir Uygulama başlıklı kitapta bölüm (Ed. Atıncı Olcay). Gazi Kitabevi Ankara
- Yigitbasioğlu O.M. (2015). The Role of Institutional Pressures and Top Management Support in The Intention to Adopt Cloud Computing Solutions. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(4), 579-594

- Yousuf O. ve Mir R.N. (2019). A survey on The Internet of Things Security State-of-art, Architecture, Issues and Countermeasures. *Information & Computer Security* Vol. 27 No. 2, 2019 pp. 292-323
- Zhong R.Y., Xu X., Klotz E. ve Newman S.T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering* 3 (2017) 616–630