

-ARAŞTIRMA MAKALESİ-

İŞLETMELERİN AKILLI ÜRETİM MODELİNE GEÇİŞ SÜRECİNDE KARŞILAŞTIKLARI SORUNLARIN BELİRLENMESİ*

Merve ÖNCÜL

Yüksek Lisans Öğrencisi

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

E-mail: merveoncül@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0002-7203-5187

Vildan ATEŞ

Dr. Öğr. Üyesi

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İşletme Fakültesi

E-mail: vates@ybu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-8855-8556

Özet

Günümüzde Bilgi Toplumu, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak ifade edilen, Endüstri 4.0 adlı sürecin içerisinde yer almaktadır. Bu doğrultuda yenilikçi bir üretim sistemi olan akıllı üretim kavramı da ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın amacı akıllı üretim modeline geçiş sürecinde işletmelerin karşılaştıkları sorunların açığa çıkarılmasıdır. Çalışmanın amacı doğrultusunda Türkiye kökenli olan ve çalışma kapsamında yer almayı kabul eden dört işletmeden 10 yönetici ile yarı yapılandırılmış görüşme formu ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

* Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

Bu araştırma, Dr. Öğr. Üyesi Vildan Ateş danışmanlığında Merve Öncül tarafından Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalında 20/07/2020 tarihinde savunması gerçekleştirilen “Determination of Problems in Transition to Smart Manufacturing Model and Suggestions for Enterprises” adlı Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

Atf (APA): Öncül, M.. & Ateş, V., (2020) İşletmelerin Akıllı Üretim Modeline Geçiş Sürecinde Karşılaştıkları Sorunların Belirlenmesi, Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 12 (2): 116-132.

Görüşmeler sonucu elde edilen verilere betimsel ve içerik analizi teknikleri uygulanmıştır. İşletmelerin akıllı üretime geçiş sürecinde örgütsel, teknolojik, ekonomik ve çevresel kaynaklı sorunlarla karşılaştıkları görülmüştür. Çalışmanın sonucunda karşılaşılan sorunlar tespit edilmiş ve akıllı üretime geçmeyi planlayan işletmelere önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Endüstri 4.0, Akıllı Üretim Modeli, Akıllı Fabrika, Akıllı Üretime Geçiş, Sorunlar*

Alan Tanımı: *Endüstri Mühendisliği, İşletme, Bilişim Teknolojileri*

DETERMINATION OF PROBLEMS IN TRANSITION TO SMART MANUFACTURING MODEL FOR ENTERPRISES

Abstract

Today, The Information Society is involved in the process called Industry 4.0, which is referred to as the Fourth Industrial Revolution. In this respect, the concept of smart manufacturing, an innovative manufacturing system, has also emerged.

The aim of this study is to expose the problems faced by enterprises during the transition to smart manufacturing model. In line with the purpose of the study, in-depth interviews were conducted with 10 managers from four companies of Turkish origin who agreed to take part in the study through a semi-structured interview form.

Descriptive and content analysis techniques were applied to the data obtained from the interviews. It has been observed that enterprises face organizational, technological, economic and environmental problems during the transition to smart manufacturing. As a result of the study, the problems encountered were identified and suggestions were made to enterprises planning to move into smart manufacturing.

Key Words: *Industry 4.0, Smart Manufacturing Model, Smart Factory, Transition To Smart Manufacturing, Problems*

JEL Codes: D24, L60, M15

1. GİRİŞ

Endüstriyel Devrim, endüstrideki ekonomik ve sosyal sistemin teknolojik değişimini ifade etmektedir (Dombrowski ve Wagner, 2014). Bilgi Toplununun günümüzde gelmiş olduğu nokta ise Dördüncü Sanayi Devrimidir. Bu devrim gelişen teknoloji olanakları sayesinde bilgi ile iletişim teknolojilerinin üretim sistemlerine entegre olduğu ve birbirleriyle veri alışverişinde bulunabildiği, üretim ve hizmet sektörünü etkileyecek yeni bir yapıdır.

Endüstri 4.0'a yönelik gelişmeler günümüzde ürün tasarımından lojistiğe kadar geniş bir uygulama yelpazesi kapsamında imalat sanayii üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve bu etkinin ileride de artarak devam edeceği öngörülmektedir (Yıldız, 2018). Endüstri 4.0, otomatik veri alışverişi ve üretim teknolojisi yetenekleri ile donatılmış (Lu ve Weng, 2018), üretim süreçlerinin kendiliğinden yönetebilir hale geldiği akıllı bir üretim sistemi olarak da tanımlanmaktadır (EBSO, 2015). Radziwon, Bilberg, Bogers ve Madsen (2014) ise akıllı üretim için birleştirilmiş bir tanım önererek akıllı üretimi, artan karmaşıklık dünyasında dinamik ve hızla değişen sınır koşullarına sahip bir üretim tesisinde ortaya çıkan sorunları çözecek esnek ve uyarlanabilir üretim süreçlerini sağlayan bir üretim çözümü olarak tanımlamışlardır. Sjödin, Parida, Leksell ve Petrovic (2018) de akıllı üretimin yeni talepler öğrenmek ve uyum sağlamak için bağlı operasyonlardan ve üretim sistemlerinden sürekli bir veri akışı kullanan bağlı ve esnek bir üretim sistemi olduğuna dikkat çekmişlerdir. Literatür taraması sonucunda literatürde akıllı üretim ile ilgili ortak bir tanımın bulunmadığı görülmüştür.

Rekabet gücünün en önemli unsurlarını oluşturan verimlilik, üretkenlik, esneklik, piyasaya duyarlılık, kalite ve sıfır hataya dayalı üretimin, akıllı üretim olarak adlandırılan yeni üretim tarzının en önemli kazanımları arasında yer aldığı görülmektedir (Bauernhansl, 2016). Bu üretim modeli ile yüksek katma değerli üretim imkânı sağlanmaktadır. Diğer bir ifade ile akıllı üretim tarzı istihdamı, katma değeri, kaynak verimliliğini, rekabet gücünü, ticareti, finansal istikrarı ve ekonomik refahı olumlu yönde etkilemektedir (EFFRA, 2013). Akıllı üretim modeline geçişle beraber işletmelerin sağlayacağı avantajlar işletmelerin rekabet avantajı sağlaması, üretim, lojistik ve yönetim maliyetlerinin düşmesi (Bauernhansl, 2016), müşteri odaklı küçük parti üretim imkânının sağlanması (Lydon, 2016), 7/24 makinelerin üretim yapabilmesiyle daha hızlı üretimin sağlanması ve ürünlerin piyasaya daha hızlı sürülebilmesine olanak tanınmasıdır (Akben ve Avşar, 2018). Bu faydalarından dolayı akıllı üretime geçiş yapmak,

gelecekte işletmelerin rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için zaruri bir durum haline gelecektir.

Akıllı üretimin uygulanması noktasında tüm bu avantajlarının yanı sıra işletmeler geçiş sürecinde bazı zorluklar ve sorunlar ile karşılaşmaktadırlar. Sjödin vd. (2018) bu zorlukları; fabrika personellerinin akıllı üretimin uygulanması için ortak bir vizyon ve anlayışa sahip olmaması, akıllı fabrika teknolojilerinin ve sistemlerinin son derece karmaşık yapısı nedeniyle potansiyel faydaları ölçmenin zor olması, uygulama için belirsiz bir iş durumunun ortaya çıkması, akıllı üretim uygulamasının çok yüksek maliyetli olması olarak ifade etmiştir. Buna ilaveten akıllı üretim sistemine geçişin ilk yıllarında, yatırımın faydalarının gelecekte belirsiz bir zamanda tahakkuk edeceğinden dolayı belirsizliğin artması ve işletmelerin katı bir kültür haline gelmiş olan geleneksel iş süreçlerini değiştirmede karşılaştıkları zorlukları da belirtmiştir. Bir diğer araştırma da Herrmann (2018) tarafından yapılmış olup bu çalışmada en büyük eylem ihtiyacının teknolojik alanda olduğu vurgulanmıştır. Böylece işletmelerin akıllı üretime geçişte standardizasyon, bilgi güvenliği, BT altyapısının kullanılabilirliği, hızlı internet ve karmaşık sistemlerin kullanılabilirliği konularına öncelik vermelerini önermiştir. Tuptuk ve Hailes(2018) de çalışmalarında akıllı üretim sistemlerini dış saldırılara karşı güvence altına almaya odaklanmışlardır. Bu süreçte üretim sistemlerinin güvenliği, mevcut güvenlik açıkları, siber farkındalık ve gelecekteki güvenlik sorunlarına dikkat çekmişlerdir.

Literatür taraması sonucunda, literatürde işletmelerin akıllı üretime geçiş sürecinde karşılaşacakları zorluk ve sorunları kapsamlı bir şekilde tüm boyutları ile araştıran bir çalışmanın bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile de literatürde konu ile ilgili yer alan boşluğu doldurmak hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın amacı akıllı üretim modeline geçiş sürecinde işletmelerin karşılaştıkları sorunların tespit edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye kökenli olan ve çalışma kapsamında yer almayı kabul eden işletmelerde akıllı üretime geçiş sürecinde bulunan yöneticilerle yarı yapılandırılmış görüşme formu ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucu elde edilen verilerin analizi sonucunda işletmelerin akıllı üretim modeline geçiş sürecinde karşılaştıkları sorunlar ortaya konulmuştur. Bu çalışma, akıllı üretim modeline geçiş yapacak ya da yapmayı planlayan işletmelere rehber niteliğindedir. İşletmeler için karşılaşacakları sorunları önceden bilmelerine ve önlem almalarına yardımcı olması bu çalışmanın ana motivasyon kaynağıdır.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde konu ile alakalı giriş, literatür taraması ve çalışmanın amacı yer almaktadır. İkinci bölümde çalışmanın

yöntemi detaylı bir şekilde sunulmuştur. Bulgular üçüncü bölüm olup bu bölümde verilerin analiz sonuçları bulunmaktadır. Dördüncü ve beşinci bölüm Tartışma ile Sonuç ve Öneriler olup bu bölümlerde çalışma sonuçları, literatürdeki diğer çalışma sonuçları ile tartışılıp önerilere yer verilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Buna ilaveten çalışma, nitel araştırma desenlerinden biri olan ve bir durumun derinlemesine analizine ve anlaşılmasına imkân tanıyan durum çalışmasıdır. Bu bölümde çalışmanın çalışma grubu, veri toplama aracı, verilerin toplanması ve verilerin analizi sunulmuştur.

2.1. Evren ve ÖrneklemBu çalışmanın evrenini Türkiye kökenli ve akıllı üretim faaliyeti gerçekleştiren veya akıllı üretim modeline dönüşüm sürecinde olan işletmeler oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme ise yapılan araştırmalar (internet araştırması, danışmanlık firmaları ile görüşmeler) sonucu akıllı üretime geçmiş veya geçiş sürecinde olan 11 işletmeden oluşmaktadır. Bu işletmelere çalışmaya katılmaları için davet e-mailleri gönderilmiştir. Daha sonra da telefon ile iletişime geçilmiştir. Çalışma hakkında detaylı bilgilendirmeler yapılmış ve görüşme talebinde bulunulmuştur. Buna ilaveten araştırmacıların çalıştığı üniversitenin Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan çalışma için aldıkları Etik Kurul Onayı (13.11.2019/04) ve Sosyal Bilimler Enstitüsünden temin ettikleri izin yazıları da işletmeler ile paylaşılmıştır. Görüşme talebinde bulunulan 11 işletmeden yalnızca 4 tanesi görüşme talebini kabul etmiş, geri kalan işletmeler akıllı üretim faaliyetleri ile ilgili bilgi gizliliklerini korumak istemeleri, iş yoğunlukları yüzünden vakit ayıramayacak olmaları gibi farklı sebepler belirterek görüşme talebini geri çevirmişler veya yanıtız bırakmışlardır. Bu nedenle bu çalışmanın örnekleme, görüşme talebini kabul ederek çalışmaya dâhil olan dört işletme ile sınırlı kalmıştır. Çalışmanın örnekleminde yer alan dört işletmeden ise toplamda 10 katılımcı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. İşletmeler ve katılımcılar isimlerinin gizli kalmasını istediklerinden dolayı işletmeler A, B, C ve D şeklinde katılımcılar da Katılımcı 1, Katılımcı 2...Katılımcı 10 şeklinde sembolize edilmişlerdir. Çalışma grubuna dâhil olan işletmelerden İşletme A ve D beyaz eşya ve elektronik sektöründe faaliyet gösterirken, İşletme B ve C ise otomotiv sektöründe yer almaktadır. İşletme A'dan 3 katılımcı, B'den 2 katılımcı, C'den 1 katılımcı ve İşletme D'den de 4 katılımcı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Derinlemesine bilgi almayı kolaylaştırdığı ve sonda sorular sorma imkânı sağladığı için yarı yapılandırılmış görüşme formu tercih edilmiştir. Görüşme formu sorularını oluşturmak için literatürde yer alan konuyla alakalı araştırmalar ve derleme makaleler incelenmiştir. Taslak görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formunun geçerliği için 11 uzmandan görüşleri alınmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda görüşme formunda yer alan sorulardaki yazım ve imla hataları düzeltilmiştir. Gerçekleştirilen görüşmelerin amacı ve kapsamını netleştirmek adına akıllı fabrikaların tanımı ve çalışmanın amacı görüşme formuna eklenmiştir ve bazı kısımlar sözlü söylenmek üzere görüşme formundan çıkarılmıştır. Buna ilaveten uzman görüşleri doğrultusunda dört soru görüşme formundan çıkarılmış ve iki yeni soru da görüşme formuna eklenmiştir. Mevcut sorular üzerinde uygun olan bazı değişiklikler de yapılmıştır. Görüşme formundaki soruların anlaşılabilirliği, akıcılığı ve dil bilgisi kurallarına uygunluğu da Türk Dili ve Edebiyatı alanındaki iki uzman tarafından kontrol edilmiştir. Sonuç olarak uzmanlardan alınan görüşlerden yararlanarak çalışmaya özgü yarı yapılandırılmış görüşme formunun son hali oluşturulmuştur. Görüşmeler gerçekleştirilmeden önce de araştırmacıların çalıştığı üniversitenin Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kuruluna başvurulmuş ve çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Etik Kurul Onayı alınmıştır. Görüşme formunda sırasıyla sekiz alt bölüm bulunmaktadır. Bunlar; katılımcı bilgileri, mevcut durum, hazırlık süreci, örgütsel faktörler, teknolojik faktörler, ekonomik faktörler, çevresel faktörler ve tahminlerdir. Görüşme formunda toplam 35 soru bulunmaktadır.

2.3. Uygulama

Verilerin toplanması 14 Ekim 2019 ile 7 Şubat 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde, veri toplama yöntemi olarak görüşme gerçekleştirilen dört farklı işletmenin üçü ile önceden randevu alınarak işletmenin bulunduğu lokasyona araştırmacılar tarafından gidilerek yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler katılımcıların istekleri doğrultusunda çalışma ofislerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir görüşme ortalama iki saat sürmüştür. Diğer işletme ile de işletmenin talebi doğrultusunda Skype uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen görüşmeler sırasında verilen yanıtlar katılımcıların izni dâhilinde ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmış ve görüşme sonrasında her bir görüşme için transkriptler hazırlanmıştır. Transkriptlerin doğruluğunu ve geçerliliğini teyit ettirmek amacı

ile transkriptler katılımcılara e-mail yolu iletilmiştir ve katılımcıların onayları alınmıştır. On katılımcıdan sadece iki katılımcı görüşme transkriptleri hakkında geri bildirimlerde bulunmuştur. Bu geri bildirimler doğrultusunda da bu iki görüşmenin verileri üzerinde küçük düzeltmeler yapılmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizi sürecinde betimsel analiz ve içerik analizi teknikleri uygulanmıştır. Her bir soruya verilen cevaplar düzenlenmiş ve gerekli olan yerlerde doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. İçerik analizinde ise birbirine benzeyen veriler belirli kavramlarda bir araya getirilerek yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölüm iki alt bölümden oluşmaktadır. Birinci alt bölümde katılımcıların demografik bilgileri sunulmaktadır. İkinci bölümde katılımcıların görüşmelerde sorulara verdikleri cevaplara betimsel ve içerik analizi teknikleri uygulanmıştır. Bu bölümün ilk alt bölümünde katılımcılara ait demografik bilgiler bulunmaktadır. Tablo 1’de katılımcılara ait yaş, öğrenim düzeyi, öğrenim alanı, meslek, çalıştığı bölüm ve çalışma süresi bilgileri sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların demografik bilgileri

Katılımcı	Yaş	Öğrenim Düzeyi	Meslek	Bölüm	Çalışma Süresi
1	36-45	Lisans	Dijital Dönüşüm Müdürü	Dijital Dönüşüm	7 yıldan fazla
2	36-45	Lisans	Tedarik Zinciri Yöneticisi	Tedarik Zinciri Yönetimi	7 yıldan fazla
3	36-45	Lisans	Test Sistemleri Mühendisi	Üretim	5-7 yıl
4	46-55	Lisans	Ar-Ge Müdürü	Ar-Ge	7 yıldan fazla
5	26-35	Yüksek Lisans	Makine Mühendisi	Ar-Ge	7 yıldan fazla
6	26-35	Doktora	Akıllı Üretim Teknolojileri Yöneticisi	Üretim	7 yıldan fazla
7	46-55	Yüksek Lisans	Fabrika Direktörü	Dijital Üretim Teknolojileri	7 yıldan fazla
8	36-45	Lisans	Dijital Üretim Yöneticisi	Dijital Üretim Teknolojileri	7 yıldan fazla
9	36-45	Lisans	Kalite Güvence Yöneticisi	Kalite Güvence	7 yıldan fazla
10	36-45	Yüksek Lisans	Üretim ve Üretim Mühendisliği Yöneticisi	Üretim ve Üretim Mühendisliği	7 yıldan fazla

Görüşme formunun ilk bölümünde katılımcılara akıllı üretime hazırlık sürecinde ne tür çalışmalar gerçekleştirdikleri sorulmuştur. Görüşmeler sonucu tüm işletmelerin fizibilite çalışmasına önem verdikleri, özellikle de maliyet/fayda analizini gerçekleştirdikleri görülmüştür. Buna ilaveten simülasyon çalışması, pilot uygulama, kıyaslama çalışmaları yaptıklarını da vurgulamışlardır. Beş numaralı katılımcı bu soruyu “*Fizibilite çalışması, benzetim yazılımı, SWOT analizi, maliyet/fayda analizi, pilot uygulama, benchmarking gibi seçeneklerde yer alan tüm çalışmaları hazırlık sürecimizde gerçekleştirdik; bunun haricinde enstitüler, akademisyenler ve danışmanlarla işbirliklerimiz oldu, alanında lider firmalar ile de işbirlikleri geliştirdik*” şeklinde açıklamıştır. Bir diğer soruda katılımcılara akıllı üretim sistemine geçmeden önceki hazırlık sürecinde karşılaştıkları sorunlar sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplar analiz edildiğinde yazılım ve donanım kaynaklı teknik sorunlar, personel eksikliği ve maliyet kaynaklı sorunlar ile karşılaştıkları görülmüştür. Buna ilaveten dört

numaralı katılımcı “*Veri toplama için alt yapımızın yetersizliği konusunda ve toplanan verinin işlenmesi, modellenmesi ve anlamlandırılmasında sorunlarla karşılaştık.*” şeklinde cevap verirken on numaralı katılımcı da bu soruyu “*Burada yaşadığımız zorluklar arasında en önemlisi haberleşmeler konusunda yaşadığımız sıkıntılardı. Telefonla bilgisayar arasındaki haberleşme, robotla bilgisayar arasındaki haberleşme gibi. Bu sorunları da araya koyduğumuz bazı katmanlar, protokoller ve yazılımlarla aştık.*” şeklinde cevaplamıştır.

Görüşme formunun ikinci bölümünde katılımcılara örgütsel faktörlerle (personel, yönetim) alakalı karşılaştıkları sorunlar sorulmuştur. Katılımcıların verdikleri cevaplar incelendiğinde büyük çoğunluğunun personel ihtiyaç planlamasına dikkat çektikleri görülmüştür. Buna ilaveten tüm süreçte çalışanlarla şeffaf iletişim kurulması, personel eğitimi ve üst yönetimin tam olarak akıllı üretim sürecini desteklemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Dokuz numaralı katılımcı “*Bu sistemleri kullanacak kişilerde karşılaştığımız en büyük sorun yeni üretim sistemine daha doğrusu her türlü yeniliğe gösterdikleri direnç oldu. Bu direnci kırmak bizim için zorlayıcıydı çünkü personelleri alıştıkları yöntemden vazgeçirmek zor oldu.*” şeklinde personel direncini belirtirken, beş numaralı katılımcı da “*Bilgilendirme yöntemi olarak tüm şirket genelinde duyurular gerçekleştirdik, online platformda canlı yayında genel müdür ve genel müdür yardımcılarının katılımıyla bilgilendirmeler sağladık, haftalık, iki haftalık, aylık, üçer aylık ve yıllık periyotlarla genel olarak süreçle alakalı durum bilgilendirmelerinde bulunduk.*” şeklinde personeli bilgilendirmenin önemine vurgu yapmıştır.

Görüşme formunun üçüncü bölümünde katılımcılara akıllı üretim sürecine geçişte teknoloji kaynaklı karşılaştıkları sorunları açıklamaları istenmiştir. Katılımcılardan alınan cevaplar incelendiğinde bazı katılımcılar karşılaşılabilecek risklere karşı önlemler alınması gerektiğini vurgularken bazıları da özellikle veri iletişimi ve sistem yazılımlarını adapte etme konusunda sıkıntılar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Beş numaralı katılımcı da bunların tam tersine teknik bir sıkıntı yaşamadıklarını söylemiştir. Bir diğer soruda akıllı üretim sistemine geçiş sürecinde hangi teknolojileri kullandıkları sorulmuştur. Bir numaralı katılımcı bu soruyu “*Endüstri 4.0’i tetikleyen unsurların neredeyse tamamını uyguladık. İşbirlikçi robotlar, IOT sistemler, eklemeli üretim, 3D yazıcılar, bulut çözümler, siber güvenlik teknolojileri, büyük veri ve analizi teknolojileri, yatay-dikey entegrasyon teknolojileri kullandığımız unsurlar arasında yer almaktadır. Simülasyon ve artırılmış gerçeklik teknolojileri çalışmalarını yeni kullanmaya başladığımız teknolojiler arasında yer almaktadır.*” şeklinde cevaplamış olup

diğer katılımcılar da özellikle bulut çözümleri ve büyük veri analizi teknolojilerini kullandıklarını belirtmişlerdir.

Dördüncü bölümde katılımcılara akıllı üretime geçiş sürecinde ekonomik faktörlerden kaynaklı karşılaştıkları sorunlar sorulmuştur. Akıllı üretime geçişte beklenmedik maliyetlerle karşılaştıklarını bu maliyetlerin kaynağının da makinelerin yenilenmesi, ilave yazılım ihtiyaçları, inşaat maliyetleri ve altyapısal değişiklikler olduğunu açıklamışlardır. Diğer taraftan tüm katılımcılar maliyet hesaplamalarının titizlikle gerçekleştirilmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır. Beş numaralı katılımcı *“%20-%25 oranında hem donanım hem de yazılımlarla ilgili beklenmedik maliyetlerimiz ortaya çıktı.”* şeklinde bir ifadeye bulunurken iki numaralı katılımcı da *“Bizim firmamızda da proje bütçesinin planlanması noktasında teknik cihaz maliyetleri ve inşaat maliyetleri konusunda beklenmedik maliyetler ortaya çıktı fakat belirlenen ilk bütçeden sapma %8’in çok daha altında kaldı.”* şeklinde yüzdelerle durumu açıklamıştır. Diğer soruda katılımcılara akıllı üretim sistemlerinden kısa, orta ve uzun vadede beklentileri sorulmuştur. Katılımcıların cevapları incelendiğinde katılımcılar kısa vadede beklentilerini, sistem hakkında anlık verileri almak ve bu anlık verilerle birlikte üretimde herhangi bir problem oluşması durumunda en kısa sürede müdahalede edebilmek şeklinde ifade etmişlerdir. Sekiz numaralı katılımcı bu soruyu *“Vizyon katmasını ve rekabette varlığımızı sürdürebilmek adına değişimin gittiği yöne doğru gidebilmemizi sağlamasını bekliyoruz. Daha ileri vadede ise yatırım maliyetlerinin amorti edilmesinin ardından sistemin işletim maliyetlerini ve üretim maliyetlerini düşürmesini, daha kaliteli ürün elde etmemizi sağlamasını bekliyoruz. Bu sistemin sağladığı diğer avantajlar arasında da kurduğumuz altyapı sayesinde üretim hatlarıyla ilgili anlık olarak verimlilikleriyle ilgili verilere ulaşabiliyoruz, bu da bizim zamandan tasarruf etmemizi sağlıyor.”* şeklinde cevaplamıştır. Bir numaralı katılımcı bu soruya *“Verimlilik ve kalite sağlamak avantajlarımız arasında. Akıllı üretim gerçekleştiren bu fabrikamızın diğer fabrikalarımıza kıyasla %30 verimlilik, %50 kalite açısından saha performansı fazla.”* şeklinde daha sayısal ve net cevap vermiştir.

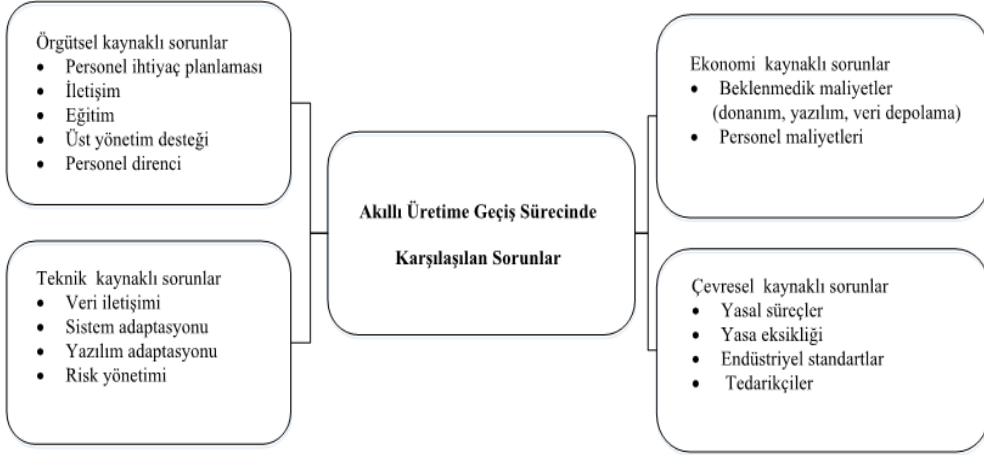
Görüşme formunun beşinci bölümünde katılımcılardan akıllı üretime geçişte karşılaştıkları çevresel faktörler ile ilgili sorunları belirtmeleri istenmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde yasal süreçler, endüstri standartları ve tedarikçiler ile ilgili sorunlarla karşılaştıkları görülmüştür. Beş numaralı katılımcı tedarikçilerle ilgili sorunlarla karşılaştıklarını ve bu sorunun çözümünü de *“Tedarikçiden müşteriye ulaşana kadar uçtan uca bir sistem kurduk ve kurduğumuz bu altyapıyı hem tedarikçilere hem de müşterilere*

açtık ve bu sorunu bu şekilde çözdük, bizim sistemimizi kullanıcı ara yüzleri aracılığı ile görebiliyorlar.” şeklinde ifade etmiştir. Buna ilaveten bir numaralı katılımcı da bulut bilişim ile alakalı yasal bir soruna dikkat çekmiş ve bu sorunu şöyle ifade etmiştir: “Akıllı üretim süreciyle alakalı olarak, müşteri bilgilerini bulut ortamda tutuyoruz ama bu bulut ortamı sağlayan firmaların sunucuları yurtdışında olduğundan dolayı bu verilerin korunması ülkemizin sorumluluğundan çıkıyor, bununla ilgili bir mevzuat yok. Yasal olarak karşılaştığımız sorunlar arasında bu yer alıyor ve buna bir çözüm bulamadık.” Diğer taraftan katılımcıların büyük çoğunluğu akıllı üretim modeli ile alakalı standartların olmayışının da büyük bir sorun olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Son bölümde ise katılımcılara akıllı üretim sistemine ilişkin geleceğe yönelik tahminleri sorulmuştur. Katılımcıların tahminlere ilişkin verdikleri cevaplar incelendiğinde aşağıdaki tahminler ortaya çıkmıştır: İşletmelerde Dijital Dönüşüm Birimi gibi yeni bölümlerin kurulması ve yazılım sektörünün gelişmesi ve bu sektörde Robotik Uzmanı, Veri Analiz Uzmanı, Veri İşleme Uzmanı, IOT Uzmanı, İleri Seviye Otomasyon Yazılım Uzmanı, Sanal Gerçeklik Uzmanı, Giyilebilir Teknolojiler Uzmanı, Bulut Bilişim Sistemleri Uzmanı, Üç Boyutlu Yazıcı Uzmanı gibi yeni meslek grupları ve unvanlarının ortaya çıkmasıdır.

Görüşmeler sonucu elde edilen verilere uygulanan içerik analizi sonucunda işletmelerin akıllı üretime geçiş süreçlerinde aşağıdaki Şekil 1’de yer alan sorunlar ile karşılaştıkları görülmüştür.

Şekil 1. Karşılaşılan Sorunlar



4. TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmanın bulguları literatür ile karşılaştırılarak sunulmuştur.

Bu çalışma sonucunda akıllı üretim modeli ile alakalı standartların olmayışının büyük bir sorun olduğu belirtilirken endüstri standartları ve tedarikçiler ile ilgili sorunlara da katılımcılar vurgu yapmışlardır. Veri iletişimi ile yazılım ve donanım kaynaklı teknik sorunlar da vurgulanmıştır. Literatürde de aynı doğrultuda akıllı üretimin uygulanması sürecinde karşılaşılabilecek zorluklar ve sorunlar arasında personelin mevcut olan sistemin değişimine karşı direnç gösterdiği, işletmelerin Endüstri 4.0 dönüşümünü gerçekleştirmekte isteksizlik yaşadığı ve teknik sıkıntılarla karşılaştıkları belirtilmiştir (Bulut ve Akçacı, 2017; Sjödın vd., 2018). Iansiti ve Lakhani de (2014) dijital verilerin gizliliği ve güvenliğinin tam olarak sağlanması gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Buna ilaveten Yılmaz ve Erkollar da (2018) yaptıkları çalışmada riske girmek istemeyen şirketlerle paydaşları arasında uzlaşmazlıklar, değişimin maliyetli olması, sorunların ekstra maliyet oluşturması, üretim süreçlerinin bütünlüğünün korunmasının gerekliliği ve mevcut işgücünün yerini robotların alarak işsizliği artırma ihtimallerine dikkat çekmişlerdir. Bu sorunlara çözüm bulabilmek için esnek bir tedarik zinciri süreci, yüksek etkinlik, ürünlerin daha iyi yönetilmesi, tam zamanlı üretim ve etkin bir pazara sürüm süreci gerektiğini vurgulamışlardır. Bir diğer çalışmada da araştırmacılar gelecekteki akıllı üretim sistemlerinin dayanacağı ilgili standartların eksik olduğunu ve mevcut standartların da daha iyi anlaşılması için gözden geçirilmesine vurgu yapmışlardır (Lu, Morris ve Frechette, 2016).

Bu çalışma sonucunda vurgulanan diğer sorunlar personel eksikliği ve karşılaşılan personel direncidir. Dünya Ekonomik Forum (2016) raporunda da yeni teknolojilere hâkim insan kapasitesinin yetersiz oluşu, uygulama örneklerinin az olması sonucu beraberinde oluşabilecek teknik zorluklar ile Endüstri 4.0 kapsamında geliştirilmiş küresel bir standardın olmayışından ötürü oluşabilecek uygulama zorlukları yer almaktadır. Filizöz ve Orhan da (2018) bu yeni süreçte çalışanların bilgilendirilmesi, yönetilmesi ve eğitilmesinin gerekliliğine dikkat çekmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında katılımcıların verdiği cevaplar değerlendirildiğinde bazı katılımcılar karşılaşılabilecek risklere karşı önlemler alınması gerektiğini vurgulamıştır. Literatürde de aynı doğrultuda akıllı üretime geçişte karşılaşılabilecek sorunlar ve zorluklar arasında riskler ve güvenlik boyutu üzerine vurgular yapıldığı görülmektedir. Akıllı üretimin uygulanması sürecinde karşılaşılabilecek riskleri Hermann da (2018) standardizasyon, bilgi güvenliği, bilişim teknolojisi altyapısının kullanılabilirliği olarak belirtmiştir. Gelecek nesil güvenlik uzmanları ve üretim kontrol mühendislerine de gerekli eğitimlerin verilmesi planlanmalıdır (Tuptuk ve Hailes, 2018). Bu planlanan eğitimlerde Hecklau, Galeitzke, Flachs ve Kohl'un (2016) belirttiği gibi teknik yetenekler (son teknoloji bilgisi, teknik beceriler, süreç anlayışı, medya becerileri ve BT güvenliği), yönetsel yetenekler (yaratıcılık, girişimci düşünce, problem ve çatışma çözme, karar verme, analitik ve araştırma becerileri, verimlilik yönelimi), sosyal yetenekler (kültürler arası beceriler, dil becerileri, iletişim yetenekleri, ağ becerileri, takım çalışması, ödün verme yeteneği, bilgi aktarma, liderlik) ve kişisel yetenekleri (belirsizlik toleransı, öğrenme motivasyonu, baskı altında çalışabilme yeteneği, kurallara uyma becerisi) geliştirmeye odaklanılmalıdır.

Akıllı üretim gerçekleştirebilmek amacı ile akıllı fabrikalarda kullanılan teknolojik bileşenler literatürde kablosuz sensör ağı, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri, robot teknolojisi, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim, görüntü işleme, makine öğrenimi ve siber güvenlik olarak belirtilmiştir (Gökalp ve Gökalp, 2019; Zhang vd., 2014; Zhong vd., 2015) ve bu teknolojik bileşenler akıllı karar vermenin gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada katılımcılar da aynı doğrultuda fabrikalarında akıllı üretim modeline dönüşüm sürecinde Endüstri 4.0'ı tetikleyen unsurların neredeyse tamamını uyguladıklarını ve bu unsurlar arasında işbirlikçi robotların, nesnelerin interneti sistemlerinin, eklemeli üretimin, 3 boyutlu yazıcıların, bulut çözümlerin, siber güvenlik teknolojilerinin, büyük veri ve analizi teknolojilerinin ve yatay-dikey entegrasyon teknolojilerinin yer aldığını belirtmişlerdir.

Simülasyon ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin ise yeni kullanmaya başladıkları teknolojiler arasında yer aldığını ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye kökenli dört firmadan 10 katılımcı ile görüşmeler yapılarak işletmelerin akıllı üretime hazırlık sürecinde gerçekleştirdikleri çalışmalar, geçiş sürecinde karşılaştıkları sorunlar (Bknz. Şekil 1) tespit edilmiştir.

Akıllı üretime hazırlık sürecinde işletmelerin özellikle ekonomik fizibilite çalışmasını dikkatli bir şekilde gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Hazırlık sürecindeki diğer sorunların bilgisayar teknolojileri kaynaklı ve personel kaynaklı olduğu görülmüştür. İşletmeler bu sorunları danışmanlık firmaları ve alanlarında lider firmalarla çalışarak çözmüşlerdir. Buna ilaveten akademisyenler ve üniversiteler ile de işbirliği içerisinde çalışmaktadırlar.

Şekil 1’de görüldüğü gibi akıllı üretime geçiş sürecinde işletmeler örgütsel, teknolojik, ekonomik, örgütsel ve çevresel kaynaklı sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Bu doğrultuda akıllı fabrikaların güvenliği noktasında ise akıllı üretim sistemlerine yönelik güvenlik saldırılarının potansiyel sonuçları göz ardı edilmemelidir. Yaralanmalar, ölüm, fiziksel altyapı, malzeme ve çevreye verilebilecek zararlar için risk değerlendirmeleri yapılmalıdır. Etkili güvenlik çözümleri geliştirmek için araştırma ve endüstri toplulukları ile birlikte çalışılmalıdır. Buna ilaveten mevcut ve gelecekteki üretim sistemlerinin güvenliği için verimli, sağlam, güvenilir, düşük maliyetli güvenlik çözümlerine odaklanılmalıdır.

Literatürde yer almayan fakat bu çalışma sonucu açığa çıkarılan zorluklardan biri toplanan verinin işlenmesi, modellenmesi ve anlamlandırılmasıdır. Bir diğeri ise robotlar ile bilgisayarlar arasındaki haberleşme konusunda karşılaşılabilecek zorluklardır. Diğer sorunlar ise makinelerin yenilenmesi, ilave yazılım ihtiyaçları, inşaat maliyetleri ve altyapısal değişiklikler nedeniyle beklenmedik maliyetler şeklinde sıralanabilir.

Bu çalışma akıllı üretime geçmeyi düşünen işletmeler için önem arz etmektedir. İşletmelere bu sürece başlamadan önce yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Buna ilaveten akıllı üretime geçiş süreci başladığında da hangi sorunlarla karşılaşacakları bilgisini sunduğundan çalışma sonuçları kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmanın bazı sınırlıkları bulunmaktadır. Sorunlar görüşmeler sonucu elde edilmiştir. Gelecek çalışmalarda anket uygulanıp daha fazla firma ve

çalışanlarından akıllı üretime geçişte karşılaştıkları sorunlar hakkında görüşleri alınabilir. Sadece hazırlık ve geçiş süreci bu araştırmanın kapsamındadır. Gelecek çalışmalarda süreci tamamlamış firmalar ile akıllı üretim sürecinde karşılaşılan sorunlar ve çözümleri de araştırılabilir.

KAYNAKLAR

Akben, İbrahim & İlker İbrahim Avşar. (2018). “*Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış*”, Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3 (1).

Bauernhansl, Thomas. (2016). “*WGP-Standpunkt Industrie 4.0*”, Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik.

Bulut, Ela & Taner Akçacı. (2017). “*Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi*”. ASSAM International Refereed Journal, 7, 50-72.

Dombrowski, Uwe & Tobias Wagner. (2014). “*Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution*”, Proceedia CIRP, 17, 100-105.

EBSO. (2015). *Sanayi 4.0*. Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 02.02.2020 www.ebso.org.tr/ebsoimedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

EFFRA (2013). *Factories Of The Future, Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP under Horizon 2020*. Publications office of the European Union: Brussels, Belgium. Erişim Tarihi: 02.02.2020. https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/ppp-factories-of-the-future-strategicmultiannual-roadmap-info-day_en.pdf

Filizöz, Berrin & Ufuk Orhan. (2018). “*İnsan kaynakları yönetimi bağlamında Endüstri 4.0: Bir yazın çalışması*”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(2), 110–117.

Gökalp, Ebru & Mert Onuralp Gökalp. (2019). “*Hazır Giyim Ve Konfeksiyon Sektöründe Endüstri 4.0 Devrimi: Akıllı Konfeksiyon Fabrikası*”, Online Academic Journal of Information Technology, 10(37).

Hecklau, Fabian, Milla Galeitzke, Sebastian Flachs & Holger Kohl. (2016). “*Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4*”, Proceedia CIRP, 1-6.

Herrmann, Frank. (2018). “*The Smart Factory and Its Risks*”, Systems, 6(4), 38. DOI: 10.3390/systems6040038.

Iansiti, Marco & Karim R. Lakhani. (2014). “*Digital ubiquity: How connections, sensors, and data are revolutionizing business (digest summary)*”, Harv. Bus. Rev, 92, 91–99.

Lu, Hsi-Peng & Chien-I Weng. (2018). “*Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry*”, Technological Forecasting & Social Change, 133, 85-94.

Lu, Yan, K.C. Morris & Simon Frechette. (2016). “*Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems*”, National Institute of Standards and Technology.

Lu, Yang. (2017). “*Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues*”, Journal of Industrial Information Integration, 6, 1–10.

Lydon, Bill. (2016). “*Industry 4.0: Intelligent and flexible product, Intech*”, May/June.

Radziwon, Agnieszka, Arne Bilberg, Marcel Bogers & Erik S. Madsen. (2014). “*The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions*”, Procedia Engineering, 69, 1184-1190.

Sjödin, David R., Vinit Parida, Markus Leksell & Aleksandar Petrovic. (2018). “*Smart factory implementation and process innovation: A preliminary maturity model for leveraging digitalization in manufacturing research*”, Technology Management, 61(5), 22-31. DOI: 10.1080/08956308.2018.1471277

Tuptuk, Nilüfer & Stephen Hailes. (2018). “*Security of smart manufacturing systems*”, Journal of Manufacturing Systems, 47, 93-106.

Yıldız, Aytaç. (2018). “*Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar*”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 546-556.

Yılmaz, Canan & Alptekin Erkollar. (2018). “*Endüstri 4.0’in İnsan Kaynakları Planlaması Üzerine Etkileri*”, 5th International Management Information Systems Conference, Ankara.

Zhang, Lin, Yongliang Luo, Fei Tao, Bo Hu Li, Lei Ren, Xuesong Zhang, Hua Guo, Ying Cheng, Anrui Hu & Yongkui Liu. (2014). “*Cloud manufacturing: A new manufacturing paradigm*”, Enterprise Information Systems, 8 (2), 167–187.

Zhong, Ray Y., George Q. Huang, Shulin Lan, Q.Y. Dai, Chen Xu & T. Zhang. (2015). “*A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-*

ORGANİZASYON VE YÖNETİM BİLİMLERİ DERGİSİ

Cilt 12, Sayı 2, 2020 ISSN: 1309 -8039 (Online)

enabled production data”, International Journal of Production Economics, 165, 260–272.