UEİP
http://dergipark.org.tr/ueip

Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi
International Journal of Economics, Business and Politics
2019, 3 (2), 323-344

Araştırma Makalesi / Research Article

ENDÜSTRİ 4.0'IN MUHASEBE MESLEĞİNE OLASI ETKİLERİ [1]

Salih TUTAR [2]

Öz

2011 yılında Almanya'nın açıklamış olduğu Endüstri 4.0 ile yeni bir döneme geçilmiştir. Endüstri 4.0 ile üretim zincirindeki tüm halkaların birbiriyle entegre olan, sürekli etkileşim ve iletişim içinde bulunan, sensörler aracılığıyla ortamı algılayabilen, veri toplayan ve analiz ederek ihtiyaçları belirleyen robotlarla üretimin gerçekleştirilmesi sonucunda daha kaliteli, hızlı, esnek ve daha düşük maliyetli üretimin gerçekleştirilmesi tasarlanmaktadır. Ürün geliştirme aşamasında; tasarımdan gerekli malzeme kullanımına, pazarlamadan sevkiyata birçok süreçte daha şeffaf ve birbirine bağlı bir sistem kurulacaktır. Endüstri 4.0'ın piyasaların ve sektörlerin birçok alanını etkilemesi beklenmektedir. Bu alanlardan biri olan muhasebe mesleğini de etkileyeceği/değiştireceği ortadadır. Bu sebeple bu çalışmada kavramsal açıdan Endüstri 4.0 ve getirdiği yenilikler incelenmiş, günümüz muhasebecilik mesleğine olası etkilerinin neler olabileceğine ilişkin tespitler yapılmıştır. Muhasebe bilgi sisteminde ve faaliyetlerinde yaşanan değişimlerle süreç daha hızlı, daha şeffaf, anlık olarak erişilebilir ve daha verimli hale gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Endüstri 4.0, Muhasebe, Dijitalleşme, Maliyet Muhasebesi, Yönetim Muhasebesi*

POSSIBLE EFFECTS OF INDUSTRY 4.0 ON THE ACCOUNTING PROFESSION

Abstract

In 2011, a new era was started after Germany announced Industry 4.0. With Industry 4.0, the entire process in the production chain will be realized by robots integrated with each other, continuously interacting and communicating, detecting the environment through sensors, collecting data and analysing the needs. In this way, better quality, fast, flexible and more cost-effective production is planned. During the product development phase; a more transparent and interconnected system will be established in many processes from design to material use, from marketing to shipment. Industry 4.0 is expected to affect many areas of markets and sectors. It is obvious that it will change the accounting profession which is one of these areas. Therefore, in this study, Industry 4.0 and its innovations have been examined in terms of conceptual, and determinations have been made about the possible effects on the profession of accountancy. With the changes in accounting information system and activities, the process becomes faster, more transparent, instantly accessible and more efficient.

Keywords: *Industry 4.0, Accounting, Digitalization, Cost Accounting, Management Accounting*

---

[1] *Bu çalışma yazarın Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalında kabul edilmiş "Endüstri 4.0'ın Muhasebeye Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

[2] *Öğr. Gör., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Hendek Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, salihtutar@subu.edu.tr, orcid.org/0000-0002-1248-6234*

Geliş Tarihi / Received: 26.08.2019 *Kabul Tarihi / Accepted: 03.10.2019*

1. Giriş

İnsanlık tarihinde sanayi alanında yaşanan 1. Sanayi Devrimi ve 2. Sanayi Devriminden sonra, Transistörlerin 1947 yılında tanıtılması teknolojik bir sıçrama yaşanmasına neden oldu ve sonraki 20 yıl içinde bilgisayarların gelişmesinin önünü açtı. Bilgisayarların 1980'lerde daha da yaygınlaşması, birçok iş için bir zorunluluk haline geldi ve bilgisayar kontrollü süreçleri, üretim otomasyonunu ve süreçten beşeri güce duyulan ihtiyacın azalmasını hızlandırdı. Yaşanan bu gelişmeler Dijital Devrim veya üçüncü endüstriyel devrim olarak adlandırıldı. Bu sürecin devamında 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda ortaya atılan ve Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimini başladı.

İşletmelerin küresel ekonominin gerisinde kalmamaları ve rekabet gücü elde edebilmeleri için, çalışanlardan ülkelerin ekonomik yapısına kadar geniş bir kitlenin dördüncü sanayi devrimine uyum sağlamaları gerekmektedir.

Her bir endüstri devrimi meslekleri, sektörleri, toplumları, organizasyon yapılarını ve çalışanları etkilemiştir. Dördüncü sanayi devrimi de diğer devrimlerde olduğu gibi birçok alanı etkileyecektir. Muhasebe temel konusu işletmeler olması sebebiyle işletmeleri etkileyen her gelişim muhasebe mesleğini ve muhasebe çalışanlarını da etkileyecektir.

Bu bağlamda araştırmanın konusu, akıllı ürünler ve akıllı süreçler arasındaki temel bağlantılar konusunda kavramsal bir çerçeve çizerek Endüstri 4.0'ın işletmelere olası etkilerini muhasebe çerçevesinde ele almaktır. Konuyu ele alırken, Endüstri 4.0'ın tasarım ilkeleri ve destekleyici teknolojileri açıklanmış ve aralarındaki temel ilişkileri ortaya konulmuştur.

Çalışmada yöntem olarak teoriyi parçalara ayırarak daha derinlemesine bir inceleme yapması açısından kavramsal bir çalışma niteliği taşımakla beraber kapsamlı bir literatür taraması da yapılmıştır. Türkiye'nin dijitalleşme seviyesi de göz önünde bulundurulduğunda işletmelerin tam anlamıyla Endüstri 4.0'a entegre olabilecek alt yapıya sahip olmamalarından dolayı Endüstri 4.0 ile Endüstri 3.0 beraber ele alınacaktır. Endüstri 4.0'ın tam anlamıyla uygulanabilmesi için tüm sektörlerin ve firmaların endüstri 4.0'a entegre olması gerekmektedir. Tek bir firmanın endüstri 4.0 düzeyinde faaliyet göstermesi, firmanın dış çevresiyle iletişim ve etkileşim kopukluğuna neden olacağından sürecin tıkanmasıyla sonuçlanacaktır. Tüm sektörlerin Endüstri 4.0'a uyumlu olması zaman alacağı gibi bir firmanın da tümüyle Endüstri 4.0'a uyum sağlaması da zaman alacaktır. Bu sebeple firmalarda öncelikle bazı süreçler Endüstri 4.0'a entegre olurken bazı süreçler ise günümüzde kullanılmakta olan teknolojiyle devam edecektir. Bu bağlamda konu Dünya'da neler oldu, neler oluyor ve ne olacağı, işletmelerin bu sürece entegre olmasını kolaylaştırmak ve yol göstermek açısından örneklerle ele alınmaya çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda, dijitalleşme ile üretim süreçlerinde maliyetlerin hesaplanmasında; süreçte direkt işçiliklerin azalması, donanım maliyetlerinin artması ve bilgisayar programlarına dayalı bilgi sistemlerinin maliyetler üzerindeki etkisi nedeniyle yaşanan değişiklikler belirtilmiştir. Veri hacminin artması ve verilere gerçek zamanlı olarak erişme yönetim muhasebesinin yukarıda sayılan faaliyetlerini gerçekleştirmesini kolaylaştırabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca stratejik yönetim kararları verirken gerekli verilerin hazırlanması ve raporlanması süreci kısalacağı ve etkinliğinin artacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra uygulanan stratejik yönetim kararlarının performanslarının değerlendirilmesinde ve işletmeye etkisinin tespit edilmesinde de önemli katkılar sağlanması beklenmektedir. Denetim sürecinde, işletme faaliyetlerin

denetilmesinde ve denetim sonuçlarının raporlanmasında kullanıcılara hız ve pratiklik kazandırabilecektir. Büyük veri aracılığıyla veri aktarımının sağlanması, işletme faaliyetlerinin anlık olarak takip edilmesini ve sektördeki değişimlere hızlı bir şekilde reaksiyon gösterebilme imkânı sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Verilere anlık erişimi sağlaması sayesinde kaynak kullanımının ve faaliyetlerin kontrolünün denetimi kolaylaştıracağı beklenmektedir.

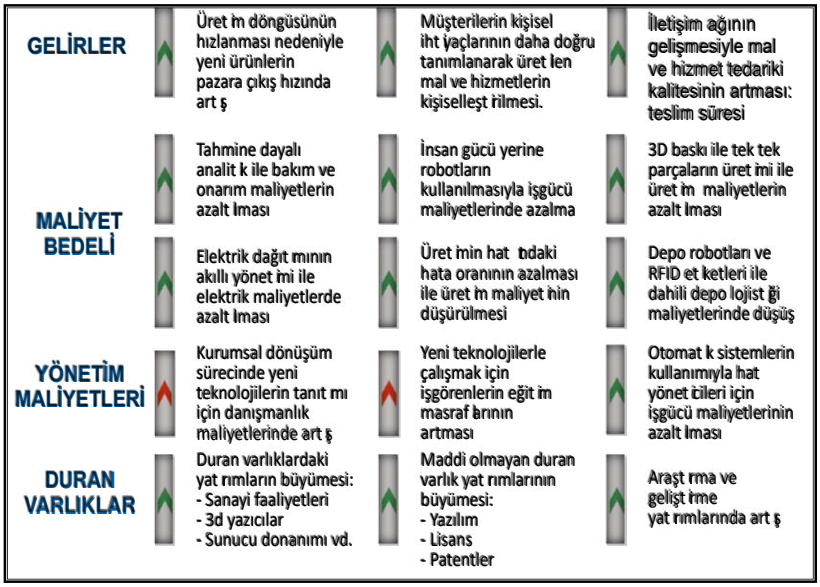
2. Endüstri 4.0 ve Yeni Nesil Teknolojiler

Endüstri 4.0 kavramı; dijitalleşmeyle ve teknolojik gelişmelerle ortaya çıkmasından dolayı bu iki terimdeki hızlı ve sürekli değişim, Endüstri 4.0 kavramının tanımını da değiştirmektedir. Literatürde kavram üzerine henüz tam bir uzlaşma sağlanamamıştır. En genel tanımıyla şu şekilde ifade edilebilir; *Endüstri 4.0 gömülü sistemlerden siber-fiziksel sistemlere geçişi önermektedir. Bununla beraber paradigma merkezi olmaktan merkezi olmayan yönetime doğru bir geçiş gerçekleşir. Gerçek ve sanal dünyaların birleştiği ve akıllı üretim süreçlerinin başladığı bir devrimdir* (Hoffmann ve Marco, 2017: 25). Endüstri 4.0'ın temeli, işletme içindeki tüm unsurları değer zincirine bağlayarak gerçek zamanlı bilgilere erişimi sağlamasıdır (Geissbauer vd., 2014: 5).

Endüstri 4.0 kavramının tarihindeki önemli atılımlardan biri Dünya Ekonomik Forumu olmuştur (Tasarov, 2018: 55). Forumun kurucusu ve başkanı Klaus Martin Schwab, Endüstri 4.0'ın ne olduğunu ve ekonomi tarihindeki yerini şu şekilde açıklamıştır. "Birinci endüstri devrimi 18. yüzyılın ikinci yarısında başladı, el ile çalışan makinelerden su ve buhar gücüyle çalışan makinelere geçilmesi mümkün oldu. İkinci endüstri devrimi, elektrik teknolojisindeki gelişmeler kitlesel üretiminin gelişimi ile karakterize edildi. Geçen yüzyılın ikinci yarısında dijital bilgisayarların yaratılması ve ardından bilgi teknolojisinin gelişmesiyle başlayan üçüncü dijital devrim yaşandı. Günümüzde, teknolojinin birleşmesi ve fiziksel, dijital ve biyolojik dünyalar arasındaki çizginin bulanıklaşması ile karakterize edilen dördüncü sanayi devrimine kademeli olarak geçilmektedir" (Schwab, 2016: 7).

Endüstri 4.0 ile sistemin bir ağa entegre edilmesiyle gerçek zamanlı iletişimin kurulması, oto kontrol ve yeni üretim modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Endüstri 4.0 teknolojileri ile daha az hatayla üretim yapabilmeyi, üretilen mallarla etkileşimde bulunmayı ve tüketicilerin yeni ihtiyaçlarına olan uyumun kolaylaştırması beklenir (Vladimirovic ve Linder, 2017: 48). Siemens, Bosch, GE, BMW ve Mitsubishi gibi bazı uluslararası şirketlerin uygulamaları, sanayi devriminin dördüncü aşamasına geçildiğini göstermektedir. Endüstri 4.0 kullanıcıları planlanan çalışma, öncelikler, gerekli kaynaklar, bakım programlarındaki olası problemler ve bunların uygulanmasındaki mevcut gelişmeler hakkında günlük ve haftalık bir rapor hazırlayabilmekte ve üretim sürecine farklı yaklaşımlar geliştirebilmektedir. Üretimdeki bu gelişmeler, şirketlerin finansal performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Sanayideki dönüşümünden kaynaklanan ana etkiler Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Finansal Performans Üzerine Etkisi



Kaynak: Tarasov (2018).

3. Endüstri 4.0: Temel Prensipler ve İlişkili Kavramlar

Endüstri 4.0, değer zincirinin tüm bileşenlerinin bir otomasyon sistemi içinde entegre bir şekilde yapılandırılmasını gerektirmektedir. Bu sayede gerçek zamanlı ve sürekli veri iletişimi sağlanarak hızlı, kaliteli ve verimli bir sanayi dönüşümü öngörülmektedir. Endüstri 4.0 kavramının daha iyi anlaşılabilmesi açısında temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir (TOBB, 2016; Schwab, 2016; Vladimirovich ve Linder, 2017, Banger, 2016; GTAI, 2014; EBSO, 2015; EKOIQ, 2014; Siemens, 2016):

- **Birlikte Çalışabilirlik:** İnsanlar ile makinelerin birlikte çalışabildiği ve akıllı fabrikaların birbiriyle etkileşim içerisinde olma durumunu ifade eder. Burada birlikte çalışabilirlik iki açıdan ele alınmaktadır. Hem insanlar ve makinelerin birlikte çalışabilmesi hem de akıllı makinelerin iletişim teknolojileri aracılığıyla kendi aralarında çalışabilmeleridir (TOBB, 2016: 18).
- **Sanallaştırma:** Akıllı fabrikanın, sensörlerden elde edilen verilerin modelleme sistemleriyle birleştirilmesi aracılığıyla sanal kopyasının oluşturulmasıdır (TOBB, 2016: 21).
- **Özerk Yönetim:** Akıllı fabrikaların, otonom robotların ve siber fiziksel sistemlerin özerk karar verme yeteneklerinin bulunması ve 3D baskı, arttırılmış gerçeklik gibi teknolojiler aracılığıyla üretim sürecini yerinden yönetme imkânına sahip olmasıdır.
- **Gerçek Zamanlı Yetenek:** Verilerin toplanması, analiz edilmesi, saklanması ve raporlanmasının anlık olarak gerçekleştirilebilmesine izin vermesidir (Schwab, 2016: 151).
- **Hizmet Oryantasyonu:** Nesnelerin interneti aracılığıyla siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrikaların entegre bir şekilde çalışmasıyla hizmetlerin herkese ulaşabilme imkanının sağlanmasıdır.
- **Modülerlik:** Değişen ihtiyaçlara adaptasyonun arttırılmasını ve reaksiyon süresinin azaltılmasını sağlayacak, değiştirilebilir veya geliştirilebilir modüler sisteme sahip akıllı fabrikaların olmasıdır.

Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren teknolojilerin bir kısmı tanıtılmakta, bir kısmı AR-GE merkezlerinde geliştirilmektedir. Ancak bu teknolojilerin etkinliği simülasyon yazılımlar aracılığıyla test edilmiş ve kanıtlanmış durumdadır. Teknolojiler Endüstri 4.0 kavramının temelini oluşturmaktadır ve bu teknolojiler olmadan endüstriyel üretimin dönüşümünden bahsedilemez (Vladimirovich ve Linder, 2017: 34).

- **Nesnelerin İnterneti:** Nesnelerin interneti; fiziksel dünyadaki nesnelerin içinde barındırdıkları sensörler aracılığıyla internet ağından veri toplayabilmeleri, paylaşabilmeleri ve organize edebilmelerine imkân tanıyan teknolojidir (Banger, 2016: 95).

- **Siber Fiziksel Sistemler:** Sanal dünya ve fiziksel dünya arasındaki etkileşimi sağlayan teknolojiler dizisine siber fiziksel sistemler denir. İşletmelerdeki üretim sürecinde takip, işbirliği ve denetim gibi temel faaliyetlerin teknolojik araçlar tarafından gerçekleştirildiği ve yönetildiği sistemlerdir. SBS'ler, yeni uygulamalar ve değer zincirindeki değişmelere aracı olması sebebiyle mevcut üretim ve pazarlama yapısını değiştirebilecek niteliktedir (GTAI, 2014: 8).

- **Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar:** İşletmeler, katmanlı üretim olarak da adlandırılan 3D baskı ile dijital bir tasarımdan fiziksel bir nesne oluşturan kademeli üretim araçları kullanmaya başladılar. Günümüzde ana uygulama alanı prototip ve temel bileşenlerin oluşturulması olsa bile, Endüstri 4.0 endüstri devrimi ile küçük boyutlardaki özelleştirilmiş ürünler üretilebilecek, ilave üretim araçları daha yaygın kullanılacaktır.

- **Akıllı Fabrikalar:** Sanal dünya ile fiziksel dünyanın siber-fiziksel sistemler aracılığıyla birleştirilmesi ve bunun bir sonucu olarak teknik ve iş süreçlerin entegre edilmesi ile oluşturulmuş fabrikalara denilmektedir. Akıllı fabrika içindeki gerçek zamanlı verilere anlık tepkiler verebilen esnek üretim sistemleri aracılığıyla üretim süreçlerinin optimizasyonu sağlanmaktadır (GTAI, 2014: 10). Akıllı fabrikalar, klasik üretim sistemleriyle kıyaslandığında akıllı fabrikaların zaman, kalite ve maliyet yönünden çok avantajlı olduğu görülmektedir. Akıllı fabrikaların işletmelere sağladığı üretim avantajları maliyetlerin %10 ile %20 arasında azalacağı öngörülmektedir (EBSO, 2015: 25).

- **Akıllı Robotlar:** Modern robotlar birbirleriyle ve insanlarla etkileşime girecek şekilde tasarlanmıştır. Endüstri 4.0 ile hedeflenen, üretim sürecinin tam otomatik ve entegre şekilde gerçekleştirilmesidir. Geleneksel üretim sürecindeki malzemeler akıllı robotların bünyesinde bulunan sensör teknolojileriyle algılanıp, hangi süreçlerin tamamlandığı ve hangi süreçlerin takip edileceği analiz edilerek o doğrultuda otonom olarak hareket edebilmektedir. Akıllı robotlar üretim sürecinin ve üretim sonucu malların kalite kontrolünü de yaparak üretim hatalarını azaltmakta, maliyet optimizasyonu sağlamakta ve satış sonrası memnuniyet seviyesini maksimize etmektedir (EKOIQ, 2014: 4).

- **Büyük Veri:** Büyük veri uygulamasında doğru analiz ve yöntemlerin uygulanması işletmelerin stratejik karar almalarına, risk analizi yapmalarına ve inovatif faaliyetler gerçekleştirmelerine yardımcı olmaktadır (EBSO, 2015: 19).

- **Bulut Bilişim Sistemi:** Bilişim cihazlarının veri paylaşımı yapabildikleri ve depolayabildikleri hizmete verilen genel isimdir. Mevcut tüm faaliyetler, programlar ve verilerin sanal bir ortamda depolanması ve internet aracılığıyla herhangi bir yerden herhangi bir cihazla bu bilgilere, verilere, programlara ulaşımı kolaylaştıran ve hızlandıran hizmetler bütünüdür (EBSO, 2015: 22).

• **Simülasyon:** Günümüzde tasarım geliştirme aşamasındaki ürün, malzeme ve süreçlerin sanal modellenmesi zaten uygulanmaktadır. Gelecekte ise uygulama tam bir operasyonel ve üretim süreci döngüsünü simüle etmek için genişleyecektir. Bu modeller, makineler, ürünler ve çalışanların dahil olduğu; gerçek hayattaki üretiminin sanal bir kopyasını oluşturmak için gerçek zamanlı veriyi kullanacaktır.

• **Sanal Gerçeklik:** Sanal gerçeklik uygulamaları planlama, tasarım, imalat, servis, bakım/onarım ve kontrol gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Siemens, 2016: 13). Sanal gerçeklik, depodaki çalışmaları ve bileşenlerin seçimini optimize eder. Endüstri 4.0. süresince uygulamaların kapsamı, üretim faaliyetlerini basitleştirmek ve karar alma sürecinde destek sağlamak amacıyla genişletilecektir.

• **Yatay ve Dikey Entegrasyon:** Yatay Entegrasyon, üretim sürecindeki tüm faaliyetlerin kendi arasında ve farklı işletmelerin üretim faaliyetleri arasındaki sürekli bağlantıyı ifade etmektedir. Bu entegrasyon uçtan uca sistemler kurarak tedarikten satış sonrası hizmetlere kadar tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Dikey Entegrasyon, işletme içindeki tüm süreçlerde aktif olan teknolojik altyapının sürekli etkileşim ve veri transferinde bulunacak şekilde entegre edilmesidir. Endüstri 4.0 ile üretim süreçlerindeki olası değişikliklere ve karşılaşılan problemlere reaksiyon süreci hızlanmakta, müşteri talepleri doğrultusunda kişiselleştirilmiş üretim sağlanmakta, kaynak verimliliği arttırılmakta, tedarik zincirinde yaşanan aksaklıklar ve maliyetler optimize edilmektedir (Siemens, 2016: 10).

• **Siber Güvenlik:** Yönetim ve üretim sürecinde, birçok işletme dış dünyaya kapalı olan Bilişim Teknoloji sistemlerine güvenmektedir. Entegrasyonun artması ve Endüstri 4.0 özelliği olan standart bağlantı protokollerinin kullanılmasıyla, kilit üretim sistemlerinin ve hatların siber tehditler karşısında korunması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, kurumsal bilgi sistemlerinin geliştirilmesi için yönetim sistemlerinde güvenli bağlantı ve güvenilir yaklaşımların uygulanması vazgeçilmezdir (Vladimirovich ve Linder, 2017: 38).

4. Endüstri 4.0'ın Muhasebe Mesleğine Olası Etkisi

Dördüncü sanayi devrimi, sektörel açıdan ele alındığında konu üretimden ticarete, sağlıktan askeriyeye kadar birçok sektörü kapsamaktadır. Tüm bu gelişmeler sektörlerdeki değişimlerin yanı sıra iş modellerini, işletme faaliyetlerini ve fonksiyonlarını da etkileyecektir. Bu durum muhasebeciler için yeni fırsatları ve zorlukları da beraberinde getirmektedir.

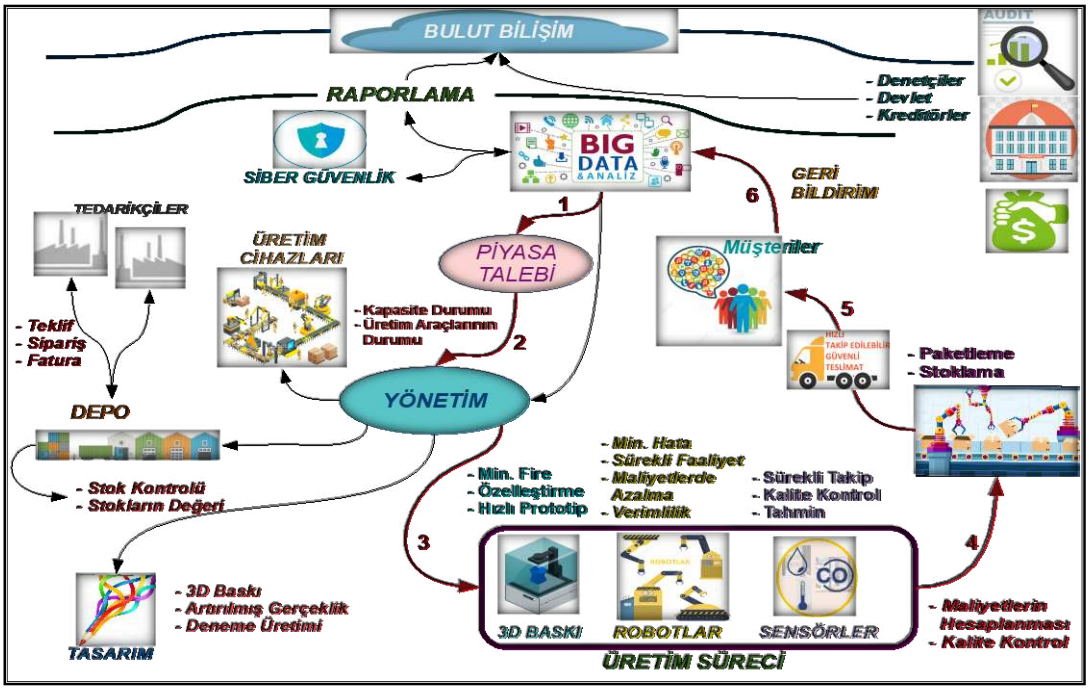
Teknolojik gelişmeler muhasebe mesleği açısından heyecan verici fırsatlar yaratırken, muhasebe mesleği teknolojik gelişmeler sonucu varlığını sürdürebilecek en riskli meslekler listesine girmiştir. Konuyla ilgili 158 ülkede denetim, danışmanlık ve vergi hizmetleri sunan PWC (2017:14) tarafından gerçekleştirilen araştırmaya göre, gelecek yirmi yıl içinde % 97,5 olasılıkla otomatikleştirilebilen faaliyetlerin ortadan kalkma veya yeni nesil teknolojiler aracılığıyla gerçekleştirileceği riski barındırmaktadır. Kayıt, defter tutma gibi rutin muhasebe faaliyetlerinin çoğu otomatik olarak yapılabileceğinden dijital dönüşüm muhasebe mesleğini büyük oranda etkileyeceği söylenebilir.

Muhasebe meslek mensupları dijitalleşmenin gerçekleşmeye başlaması ve yaygınlaşması sürecinden önce, işletmelerdeki finansal faaliyetleri manuel olarak fiziki muhasebe defterine kaydetme, sınıflandırma ve bu bilgiler ışığında finansal durum tabloları düzenlemeden sorumluydular. Muhasebe departmanın ürettiği

bilgilerin kullanıcıların sayısı az olmakla beraber, finansal raporlamalar bilanço ve gelir tablosuyla sınırlıydı ve sermaye piyasaları gelişmemişti.

Dijitalleşme ile birlikte faturanın gelmesi, hammaddenin kabulü, sözleşme fiyatı ile gerçekleşen fiyat arasındaki uyum, nakit hareketlerinin kontrolü, iş görenlerin kontrolü gibi faaliyetler iç kontrol sisteminin sorumluluğudur. Bu sorumluluklar yazılım sistemlerine aktarılarak tüm bu kontroller sistem tarafından otomatik olarak takip edilmeye ve raporlanmaya başlamıştır. Dijitalleşme ile muhasebe mesleğinde yaşanan bu gelişmeler Endüstri 4.0 ile daha da komplike ve otomatikleştirilebilir hale geleceği öngörülmektedir.

Şekil 2: Endüstri 4.0 Sürecine Entegre Olmuş Firma F Faaliyetleri



Dijital dönüşümün ve bilgi çağında yaşanan teknolojik gelişmelerin birçoğunu içinde barındıran Endüstri 4.0 kavramını daha somut bir şekilde ortaya koyabilmek için örnek bir işletme/organizasyon modeli oluşturulmuştur. Endüstri 4.0 hakkında yukarıda verilen yeni nesil teknolojiler, gelişmeler ve süreçler bu modele entegre edilerek gelişmelerin ve değişimin daha somut bir şekilde örneklerle gösterilmesi amaçlanmıştır.

Bu süreçte öncelikle yeni nesil teknolojiler kullanılarak kullanıcılar/tüketicilerden elde edilen veriler ile piyasanın talebinin nasıl oluşturulabileceği ele alınacaktır. Piyasa talebine göre üretim kararını verecek yöneticilerin üretim cihazlarından, 3D yazıcı gibi yeni nesil teknolojilerinden, depolardan ve tedarikçilerden anlık olarak bilgi edebileceği ve kararlarını nasıl etkileyebileceğine değinilecektir. Yönetimin üretim kararından sonra üretim sürecinin anlık olarak takip edilebileceği, sürecin maliyetlere ve kontrole olası etkilerine değinilecektir. Üretimin tamamlanması sonrasında maliyetlerin hesaplanmasında ve kalite kontrolün yeni nesil teknolojilerle nasıl optimize edileceğine değinilecektir. Üretimi ve kontrolü tamamlanan ürünlerin stoklara ve depolara aktarılması sürecinin nasıl yönetilebileceği, kontrol ve takip edilebileceği anlatılacaktır. Depolanan ya da paketlenen ürünlerin müşterilere teslim sürecini

de nasıl etkileyebileceği ele alınacaktır. Son olarak ise işletme/organizasyonun faaliyetlerinin raporlanma ve denetleme süreci ve bu raporların kullanıcılarına etkileri ele alınacaktır.

• **Piyasa Talebi:** Büyük veri teknoloji aracılığıyla işletmelerin tüm paydaşları ve iş ortakları hakkında veriler bir yerde toplanmaktadır. Önemli olan büyük hacimli ve karmaşık yapıdaki bu verilerden işletme faaliyetleri açısından önem arz kısmı veri analizi yöntemleriyle anlamlı bilgiler elde etmektir. Veri analizi ile anlamlı bilgiler elde etmekten kastedilen verilerin sınıflandırılması, veriler arasındaki korelasyonların ortaya çıkarılması, pazar eğilimleri ve müşteri talepleri gibi işletme için yararlı bilgiler kastedilmektedir.

Muhasebe açısından ise veri analizi, şüpheli borçların belirlenmesi, hata ve hilenin erkenden tespit edilmesi ve önlem alınması, denetimde verimlilik ve etkinlik artışı, müşterilerin işletme sürecine katkı sağlaması, ileriye dönük hesaplamalar ve tahminler yapmayı kolaylaştırması gibi alanlarda kullanılabilmektedir.

Büyük veriyi kullanarak bir işletme tüketicilerin ve piyasaların taleplerini, beklentilerini, ekonomik durumu, yaşam tarzları gibi birçok veri elde edebilirler. Bu veriler aracılığıyla Şekil 2'te gösterildiği gibi Firma F piyasanın talebi doğrultusunda hangi ürünü üretmesi gerektiği konusunda bilgi elde etmektedir.

Özel müşteri talebi doğrultusunda üretim kararı alan bir işletme de ise, piyasa verileri, geçen sene ne satıldığı, bu sene piyasadaki beklentiler, Pazar fiyatı gibi veriler toplanarak, miktar ve fiyat olarak bütçeleme yapılır. Fabrikadan ve piyasadan toplanan verilerle, kapasiteye, geçmiş verilere ve ürünlere göre maliyetler simüle edilerek, maliyetler daha doğru ve öngörülebilir şekilde hesaplanabileceği için teklifler daha gerçekçi olacaktır.

Büyük veri ve veri analiz sistemleri yönetim için sadece piyasa talebini belirleyip, üretim kararı alma sürecinde değil, stratejik kararlar verme sürecinde de yardımcı olmaktadır. Maliyet muhasebesinin temel fonksiyonu işletme bünyesinde üretilen mamul ve hizmetlerin üretiminden müşterilere ulaştırılmasına kadarki tüm süreçlerde işletmenin katlandığı fedakârlıkların parasal değerini gösteren, birim maliyetleri hesaplamak ve bu maliyetlerin kontrolünü sağlamaktır (Akdoğan, 1998: 6). Bu nedenle, daha doğru ve güvenilir maliyet verilerinin oluşturulması big data (büyük veri) gibi yeni nesil teknolojilerle sağlanabilecektir.

• **Prototip:** Yöneticiler, üretim kararı vermeden önce üretilmesi planlanan ürünün prototipini 3D görüntüleme teknolojileri ve arttırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla kolay ve hızlı bir şekilde elde edebilirler. Arttırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak prototipin ergonomik olup olmadığı ve piyasa talebine uygunluğu gibi konularda bilgi elde edilebilir. Üretimde CAD/CAM programları, 3D görüntüleme ve artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ürünler simüle edilerek görüntülendiğinden hata oranını azalacak ve maliyetleri minimum seviyeye inecektir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, yeni ürünlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde ve ürün tasarımının gözden geçirilmesi sürecinde zaman kaybetmeden ve gerçek prototip üretme maliyetini yüklenmeden kullanım koşulları test edilebilmektedir. Örneğin; önde gelen otomobil firmalarından Volkswagen tahmini ve gerçek çarpışma testi görüntülerini karşılaştırmak için artırılmış gerçeklik teknolojisinden yararlanmaktadır. Tasarıma yönelik artırılmış gerçeklik teknolojisi günümüzde havacılık, otomotiv, endüstriyel ürünler ve gayrimenkul sektöründe uygulanmaktadır.

Bu teknolojiler aracılığıyla sisteme aktarılan veriler doğrultusunda üretilmesi planlanan mamulün ürün ağacı ve teknik resmi elde edilerek karar aşamasında, ürünün tahmini maliyeti, tahmini üretim süresi gibi bilgilerde elde edilerek maliyet muhasebesi ve yönetim muhasebesinin görevlerini kolaylaştıracaktır.

• **Makine/Ekipman Uygunluğu:** Nesnelerin interneti teknoloji aracılığıyla üretim yerindeki makinelerin fiziksel ve kapasite durumu hakkında bilgiler makineler tarafından işletme bilgi sistemine akıllı sistemler aracılığıyla gönderilmektedir. Üretim araçları, makine ve cihazların fiziki durumları, parça ömürleri, dayanıklılık ve yıpranma oranları yapay zeka, sensörler ve nesnelerin interneti teknolojisi aracılığıyla anlık olarak takip edilerek bakım/onarım ve amortisman maliyetleri minimum seviyeye indirilerek, oluşacak maliyetler otomatik olarak muhasebe bilgi sistemine aktarılır. Üretim sürecinde aktif rol alacak akıllı makine ve teknolojik sistemlerin uçtan uca entegre edilmesi ve sürekli etkileşim halinde olmaları ile üretim kapasitesi de otomatik olarak kontrol edilebilecektir.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile makineler için gerçekleştirilecek olan servis ve destek faaliyetleri daha kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilecektir. Bu cihazlar aracılığıyla teknisyenlerin montaj ve bakım çalışmalarında kullanım kılavuzunu kontrol etmek veya uzman kişilere danışmak için harcanan zamanın önüne geçilecek ve hata oranı minimum seviyeye inecektir (Tutar, 2019: 163).

• **Stok, Depo:** Üretim sürecine geçilmeden önce incelenmesi gereken bir diğer konu ise stokların durumudur. Üretime başlanmadan önce depodaki akıllı sensörler aracılığıyla stokların kontrolü sağlanarak üretim için gerekli olan hammadde ve yarı mamullerin miktarı belirlenebilmektedir. Eskiden şirketler kendi stok kodlarını belirlediği yapı, tüm sistemin entegre olmasıyla uluslararası raporlama standartları doğrultusunda her stoğun kodunun tüm şirketler için aynı olduğu bir yapıya dönüşecektir. Böylece sipariş sürecinde şirketler arasındaki karmaşıklık ortadan kalkacak ve piyasada her hammaddenin mamule dönüşürken geçirdiği tüm süreçler takip edilebilecektir. Örneğin; suntanın kodu SNT32 ise bu kod tüm şirketler için kullanılacaktır. Tıpkı bilgisayarlardaki tüm yazılımlarda F1 tuşunun yardım işlevini gerçekleştirmek için standardize edilmesi gibi.

Endüstri 4.0'la beraber işletmelerin hayatına giren nesnelerin interneti, akıllı sensörler ve yapay zekâ teknolojilerinden yararlanan bir işletmede, hammadde, malzeme ve mamul siparişlerinde sistem dönemsel ya da periyodik olarak sipariş vermekten ziyade, depodan elde ettiği verilerle tüketim hızını hesaplayıp, bu hesaplama doğrultusunda stok sipariş miktarını belirleyerek ve siparişin nereden yapıldığını tedarikçi firmaların Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri ile iletişime geçerek işletme açısından fiyat ve zaman açısından en uygun merkezide belirleyerek siparişe karar verecektir. Örneğin; A ve B mamulü var, A ürününün en az stok seviyesinin 10 adet B'nin de 10 adet olduğunu düşünelim elimizde her iki üründen de 100 adet bulunuyor. A ürününün tüketim hızı ya da satış hızı, haftada 15 adet, B ürünün ise 2 haftada 1 adettir. Her iki üründe sipariş verilip tarafımıza ulaşması 10 gündür. A ürününe talebin arttığını düşündüğümüzde haftada 20 adet çıktığını varsayalım. Böyle bir algoritmada A ürünü 10 âdete düştüğü zaman, sipariş vermeye kalktığımız zaman, tükenen ürün tedarik edilemeyecektir. Öyleyse zaman ve tüketim hızına göre sistem stok devir hızına göre talep miktarını kendisi hesaplamalı ve sipariş sürecini başlatmalıdır.

Endüstri 4.0 ile stok kod yapısındaki değişiklik gibi sipariş verme biçimi de değişecektir. Fatura veya faks göndermekten ziyade çok sayıda kalem ERP sistemi ile otomatik olarak tedarikçi firmaya ulaştırılacaktır. ERP sistemi ile gönderilen bu belge tedarikçi için satış sipariş, üretim işletmesi için de alış sipariş belgesi niteliğinde olacağından dolayı otomatik olarak bunların kaydedilmesi gerçekleşecektir.

Tedarikçi firmada hangi stoğun nerede ve ne kadar olduğu akıllı raf sistemleri, yapay zekâ ve sensörler aracılığıyla takip edilip, alınan sipariş doğrultusunda robotlar aracılığıyla hazırlanacak, paketlenecek, faturalandırılacak ve gerekli kayıtları otomatik olarak sisteme girilecektir. Siparişlerin üretim işletmesine ulaşması ile öncelikle sensörler ve diğer teknolojik araçlarla siparişlerin kalite kontrolü gerçekleştirilecektir. Kalite kontrolünden geçen siparişlerin depoda miktarı ve nereye gideceği akıllı sistemler aracılığıyla belirlenecek ve yerleştirilecektir. Tedarikçi ile gerçekleştirilen akıllı sözleşme doğrultusunda ne kadar ürün geldiği ve maliyeti otomatik olarak muhasebe bilgi sistemine aktarılacaktır. Üretim kararı verildiğinde sistem depoda bulunan stokları üretim birimi için otomatik olarak hazır duruma getirerek gerekli stok kullanım bilgileri gerçek zamanlı olarak sisteme kaydedilecektir. Fiyatlandırma da yaşanan güncellemeler yine akıllı sözleşmeler aracılığıyla sistem içinde taraflar arasında paylaşılması mümkün olacaktır. Sistem stok kalemleri ile elektronik sözleşmedeki verileri karşılaştırarak fiyatlardaki sapmaları otomatik olarak ortaya çıkarmaktadır.

Üretime başlamadan önce müşterilerden elde edilen verilerden yararlanılması nihai ürün miktarı ile talep arasındaki uyumu arttırarak stok maliyetlerini de azaltacaktır. Robotların sıcaklık ve aydınlık gibi fiziksel etkenlere karşı duyarsız olmaları işletmeleri bu ihtiyaçları karşılamak için gereken maliyetlerinde önüne geçilecektir. Depolarda kullanılan sensörler aracılığıyla stoklanacak ürünler için en uygun şartlar otomatik bir şekilde sürekli olarak kontrol edilecek ve ayarlanabilecektir. Bu sensörler aracılığıyla karar vericilerin ve stoklardan sorumlu kişilerin depodaki tüm ürünler anlık olarak kontrol ve takip edebilecektir. Depolarda kullanılacak akıllı raf sistemleri ve sensörler depodaki hangi üründen ne kadar kaldığı, ne kadarının satıldığı gibi bilgilere de anlık olarak ulaşılabilecek ve raporlanabilecektir. Geleneksel stok kontrol yöntemleri yerine, her ürünün barkot ile takibi mümkün olduğu için ürün ya da hammadde bazında maliyet fiyatı takip edilebilecektir. Bu sayede finansal tablolar daha doğru ve güvenilir olacaktır.

Hangi satış bölgesinde veya hangi bayide, hangi ürünün ne kadar tüketildiği gibi bilgilere ulaşılarak yönetim için gerekli analizler elde edilebilecektir. Akıllı depo yönetiminde süreç hammadde depo yönetimi, yarı mamul depo yönetimi ve mamul depo yönetimi olarak üç boyutta ele alınmaktadır. Müşterilerden alınan siparişler gerçek zamanlı olarak en küçük hücreden sisteme aktarılacaktır. Örneğin; Tadım Gıda A.Ş. öncelikle süreçteki en düşük birimden (bakkal, market vs.) topladığı verilerle talep, miktar ve ne zaman ihtiyaç duyulduğunu gün esaslı olarak oluşturmaktadır. Bu talepler bölge müdürlüklerinde toplanarak oradan fabrikaya iletilerek, fabrikada günlük olarak ne kadar ürüne ihtiyaç olduğu firmanın ağında elde edilmektedir. Bu doğrultuda müşterilerin ihtiyaçlarına göre hammadde tedarikini planlanması sistem tarafından otomatik olarak belirlenmektedir. Böylelikle üretimde ve müşteri taleplerinin karşılanmasında ki zaman kayıplarını azaltmakta ve optimum depoda durma süresi belirlenmektedir.

Sistem burada stok bulundurmayı azaltmakta ve ürünün taze olarak temin edilmesini sağlayarak maliyetleri minimum seviyeye indirmektedir. İnsan

kaynakları planlaması, üretim planlaması ve kapasite planlamasını sistem otomatik olarak yapabilecektir. Bunun sonucunda üretim kapasitesini, vardiya sürecini, hammaddesini planlayacak ve bu doğrultuda maliyet planlamasını gerçekleştirecektir. Bu sistem otomatik olarak üretimin kaliteli ve taze olmasını, ürünlerin zamanında yetiştirilmesini, müşteri memnuniyetinin artmasını sağlayacaktır.

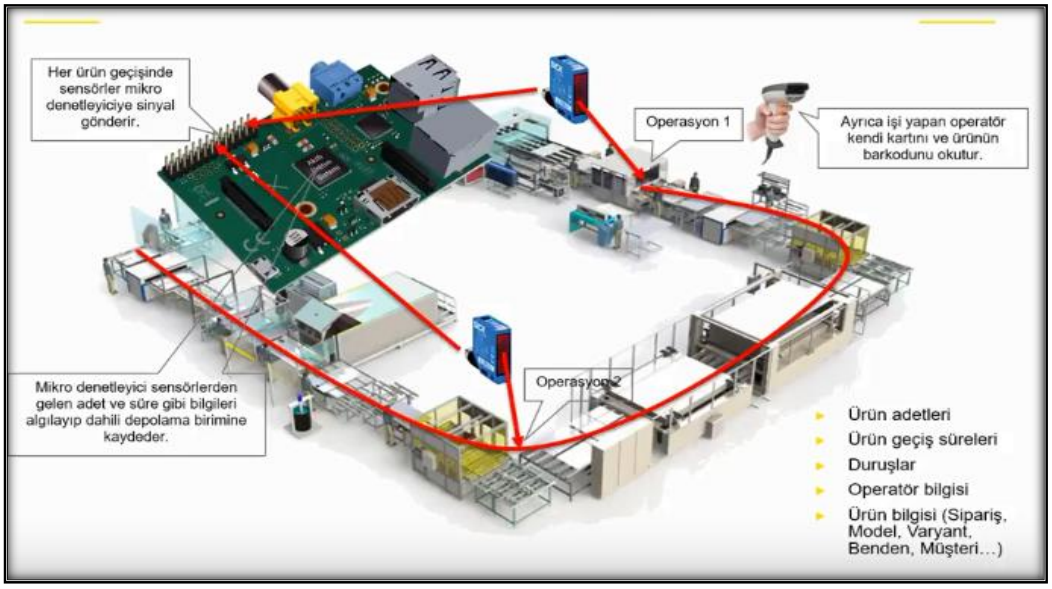
- **Tedarik Zinciri:** Üretime karar verildikten sonra stoklarda yeterli hammadde ve malzeme olmaması durumunda yapay zekâ ve otonom robotlar tedarikçilerin ERP sistemiyle entegre olan yapıda iletişime geçerek gerekli hammadde ve malzemeleri tedarikçiler ağına bildirirler. Karşılıklı veri alışverişi aracılığıyla işletme faaliyetleri açısından en uygun tedarikçi sistem tarafından otomatik olarak belirlenir. Tedarikçi ile yapılan karşılıklı anlaşmalar, teklif, sipariş, fatura bilgileri ve stok kayıtları yine robotlar tarafından otomatik olarak kaydedilerek muhasebe bilgi sistemine aktarılır. İşletmeye gelen ürünler akıllı sensörler aracılığıyla tek tek kontrol edilerek siparişlerin kalite kontrolü de yine sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirecektir.

- **Üretim Süreci:** Üretim için gerekli makine/cihaz kontrolleri, ürün verimliliği ve stok kontrolü yapılıp gerekli hammadde ve malzeme temin edildikten sonra üretim süreci başlatılır. Endüstri 4.0 ile üretim sürecinde kullanılmaya başlayan 3D yazıcılar, robotlar ve sensörler aracılığıyla işletmelerin üretim yöntemleri ve süreçleri de değişecektir. 3D yazıcılar aracılığıyla müşteri taleplerine uygun üretim gerçekleştirilebilecektir. Daha önce belirtilen 3D teknolojisinin çalışma yapısı sayesinde üretim sürecindeki fire ve hata miktarı minimum seviyeye inecektir.

Özellikli ürün siparişlerinde sistem üretim sürecindeki her bir faaliyeti göz önünde bulundurarak operasyon zamanını ve kullanılacak malzeme miktarını hesaplayıp maliyet tahmini yapacaktır. Akıllı çizelgeleme ile hesaplama ürünün tamamlanma zamanı doğru bir şekilde hesaplanması, siparişin kabul edilip edilmemesinde önemli rol oynayacaktır. Maliyet tahminleme sürecinde geçmiş datalardan hangi ürünün nerede üretildiğine, üretimin ne kadar sürdüğüne ve kapasitesine bakarak maliyet tahminlemesinde bulunacak, maliyetlerine bakıldıktan sonra üzerine kar konularak fiyat ortaya çıkarılacak, fiyat teklifi kabul edildikten sonra teklifin kabul edilme boyutunda termin tarihi belirlenecek ve sipariş sistem tarafından belirlenen termin tarihi doğrultusunda müşteri tarafından kabul veya reddedilecektir. Reddedilmesi durumunda sipariş ya başka bir işletmeye devredilecek ya da fasona aktarılacaktır. Üretim hatlarını robotlar veya yapay zekâ piyasadan elde ettiği veriler doğrultusunda güncelleyecektir. Üretim hattındaki üretim zamanı ölçülebilir ve belli olduğu için toplam piyasa talebine göre ayarlayacaktır.

Üretim sürecinde kullanılan robotlar, insana özgü hataları minimize ederek ve insana özgü dinlenme ve yemek yeme gibi fiziksel ihtiyaçlara gerek duymamalarından dolayı sürekli üretim gerçekleştirerek üretim maliyetlerini azaltacak ve verimliliği arttıracaktır. İşletme faaliyetleri esnasında sisteme maliyetlerle ilgili sınırlılıklar belirtilecektir. Herhangi bir faaliyette maliyet sınırlılıklarını aşan durum sistem tarafından tespit edilip yönetime uyarı bildirimi gönderilecektir. Örneğin; yönetici tarafından bir mamulün birim maliyetinin 1000 TL olarak belirlendiğini varsayalım. Ekonomide yaşanan dalgalanmalar ya da döviz kurundaki değişikliklerden dolayı üretilen mamulün birim maliyeti 1200 TL ye ulaştığında sistem bu durumu bir hata olarak algılayıp, nedeniyle birlikte rapor olarak yönetime bildirecektir.

Şekil 3: Yeni Nesil Teknolojilerle Üretim Sürecinin Takibi



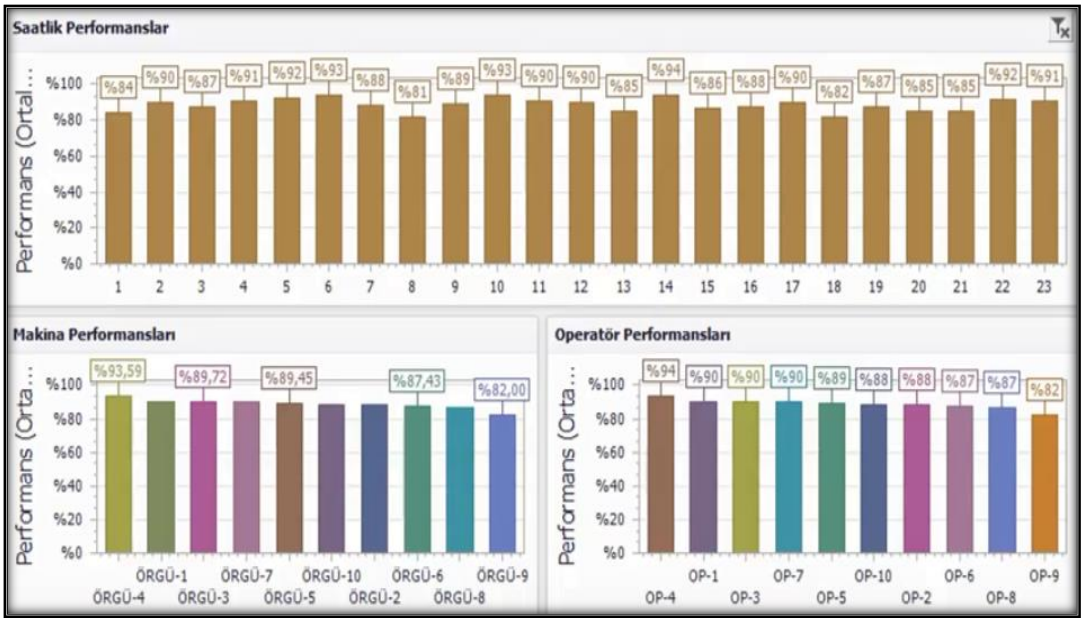
Kaynak: https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/

Yukarıdaki şekilde yeni nesil teknolojilerle üretim sürecinin nasıl takip edildiği ve hangi verilerin toplanıp, işlendiği gösterilmiştir. Yeni nesil teknolojilerle donatılmış bir üretim sisteminde, sensör ve barkot okuyuculardan gelen bilgiler mikro denetleyicideki gömülü yazılım aracılığıyla anlık olarak işlenir. Ürün adet veya boyutlarının belirlenmesi, sürelerin ölçülmesi, barkot bilgilerinin ERP'den alınması, verimliliğin hesaplanması, duruş ve arıza sürelerinin hesaplanması, gerekli mercilere bildirim gönderilmesi ve diğer hesaplamalar gerçekleştirilir. Ara katmanlardaki görevler tamamlandığında veriler dahili depolama birimindeki veri tabanlarına aktarılır. Mikro denetleyicide toplanan veriler anlık olarak sürekli bir şekilde kablosuz ağ üzerinden sunucuya ve bulut veri tabanına aktarılır. Veri tabanına işlendikten sonra aktarılan veriler mikro denetleyiciden otomatik olarak silinir. Bu şekilde tesis sürekli bir şekilde anlık olarak takip edilebilir. Verimlilik takibi ve kalite takibi otomatik olarak sistem tarafından gerçekleştirilir. Sipariş takibi ve termin süresi otomatik olarak sistem tarafından tespit edilir.

Veri işlemesi ve üretilen verilerin raporlanması kısmında çok daha detaylı ve yönetim açısından kullanışlı gerçek zamanlı durum raporları ve geçmişe dönük analiz raporları üretilebilir. Herhangi bir makinenin, çalışanın, operatörün veya departmanın akıllı sistemler tarafından ölçülen performansı yönetici tarafından belirlenen oranın altına düştüğünde (örneğin %75), sistem otomatik olarak üretim müdürüne veya vardiya sorumlusuna bilgilendirme mesajı göndermektedir. Bunun yanı sıra bir makinenin günlük duruş süresi de sistem tarafından tespit edilerek yönetici tarafından karar verilen süreyi (örneğin 50 dk.) aşması durumunda sistem otomatik olarak sorumlu kişilere bildirim mesajı göndermektedir. Sistem tarafından gönderilen bildirimlere belli bir sürede cevap alınmaması durumunda sistem otomatik olarak başka bir görevliye bildirim göndererek, aksaklıkları minimum seviyeye indirmektedir. Örgü işiyle uğraşan bir işletmenin/organizasyonun üretim sürecine entegre etmiş olduğu yazılımlar aracılığıyla üretilen saatlik raporlama örneği aşağıdaki şekil 6'da gösterilmiştir. Yazılım aracılığıyla üretim sürecinde işletmenin/organizasyonun saatlik

performansı, makinelerin ortalama performansı ve operatörlerin ortalama performansları hakkında veriler elde edilebilmektedir.

Şekil 4: Yazılım Aracılığıyla Üretilen Saatlik Performans Raporlama Örneği



Kaynak: https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/

• **Mamul Kontrol:** Üretim sürecine entegre edilmiş sensörler aracılığıyla üretilen ürünlerin kalite kontrolleri birçok açıdan (koku, ağırlık, hacim vb.) sağlanmakta ve süreç sürekli olarak takip edilebilmektedir. Üretim sürecinden geçen tüm ürünlerin birim ve toplam maliyetleri otomatik olarak robotlar aracılığıyla hesaplanmakta ve muhasebe bilgi sistemine aktarılmaktadır.

Yapay zekaya ürün hakkındaki optimum bilgiler verildikten sonra yapay zeka, ürün hakkındaki sensörlerden ve kameralardan gelen verilerden yola çıkarak, deformasyonların tespiti, lekelerin tespiti, çiziklerin belirlenmesi, yüzeydeki anormalliklerin tespiti, renk kontrolü ve boyut ölçümü gibi fiziksel hatalar tespit edilerek hata oranı minimum seviyeye indirilir. Yapay zeka tarafından kontrol edilecek olan bu verilerdeki sapma miktarları karar verici birey tarafından belirlenecektir. Sisteme hatalı bir ürün öğretildiğinde veya veriler yanlış girildiğinde, standartlara uygun ürünler hatalı olarak algılanacaktır. Ürün üzerindeki su damlası bulunması durumunda sistem tarafından kusurlu ürün olarak tanımlanacaktır.

• **Üretim Maliyetleri:** Maliyetler otomatik olarak sistem tarafından hesaplanacağı için ihtiyaç doğrultusunda çok farklı hesaplama parametreleri ortaya çıkacak ve daha spesifik hale gelecektir. Sabit, değişken veya yarı değişkenin yanı sıra doğrusal, yarı doğrusal, regresif ve agresif gibi farklı parametreler de ortaya çıkacaktır.

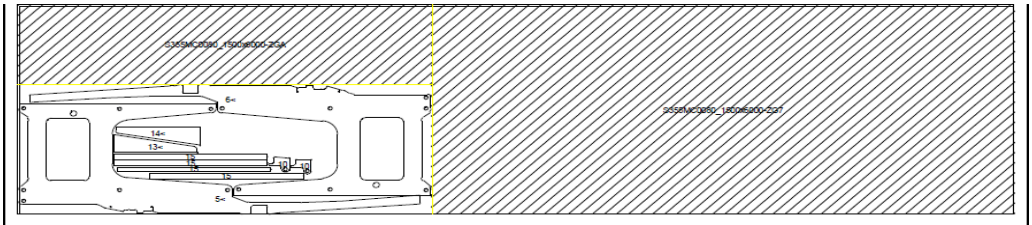
Sisteme tanıtılan iş görenlerin fabrikaya giriş ve çıkışları insan kaynakları yönetimi yazılımı ve çevrimiçi kamera görüntüleri aracılığıyla takip edilerek kaydedilmektedir. Üretim emirleri doğrultusunda üretim sürecindeki her bir işçinin operasyon süreleri de sistem aracılığıyla takip edilmektedir. Sensör ve IoT teknolojisi ile donatılmış bir personel yaka kartı, çalışanın konum ve acil durum bilgileri, hareketsizlik algılama donanımı ile hareketsizlik, düşme ve konum bilgilerini toplayarak ilgili birimlere gönderebilir. İş görenlerin kimlik bilgileri,

faaliyet alanları, vardiyaları, çalışma kapasiteleri, tek düzen hesap planı doğrultusunda maliyet bilgilerinin hangi hesaptan çekileceği ve hangi hesaba kaydedileceği sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmakta ve gerçekleştirilmektedir.

Üretim sürecinde otonom robotlar gibi diğer yeni nesil teknolojilerin kullanılması tekrar eden sıkıcı ve katma değeri düşük faaliyetlerin insanlar tarafından gerçekleştirilmesinin önüne geçecektir. Böylelikle işletmelerin çalıştırması gereken vasıfsız işçi ihtiyacı azalarak işletmeler için önemli bir maliyet kalemi olan işçilik maliyetleri azalabilecektir. Çalışan sayısı veya diğer işçilik maliyetleri azalmasına rağmen, kullanılan robotların amortismanı, bakım çalışması, temin edilmesi, kurulması, yazılım güncellemeleri ve tüm bunlar hakkında yeterli bilgi ve beceriye sahip kalifiye elemanları duyulan ihtiyaç maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Ancak kurulacak sistem sayesinde firmalar seri üretim imkânı kazanacakları için birim maliyetler düşecektir.

Mamul maliyetinin hesaplanmasında yazılımların kullanılması, sistemde bulunan yerleşim planı ve veri girişleri aracılığıyla mamul üretiminde kullanılan her bir hammadde, hurda ve fire oranları sistem tarafından otomatik olarak takip edilmekte, raporlanmakta ve kaydedilmektedir. Tahmini operasyon süresi ve malzeme ölçüleri detayları da sistem tarafından görüntülenebilmektedir. Bu proses takip sistemi aracılığıyla, mamul üretiminde kullanılan malzeme miktarı, toplam üretilen mamul miktarı, toplam hurda ve fire miktarları otomatik olarak hesaplanabilmektedir. Yılmaz (2016) ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilen yazılım aracılığıyla raporlanan, hangi mamulün üretildiği, mamul üretiminde hangi makinenin kullanıldığı, operasyonun ne kadar sürdüğü, hangi malzemelerin kullanıldığı ve fiziki ölçülerin gösterildiği ekran görüntüsü aşağıdaki şekil 7'de gösterilmiştir.

Şekil 5: Mamul Takip Rapor Ekranı



Makine	Durma Laser 6000	Ağırlık	576 kg
Malzeme	Mild Steel	X	2491.014
Toplam süre	00:26:55.97	Y	933.196
Kesim uzunluğu	34545.096 mm	Kullan (%)	15.079
Kullanici verisi 2		Iskarta (%)	68.908 21.883

#	Referans	Mlz Kalitesi	Rota	Saç	Toplam	Part Time	Ağırlık	Kesim uzunluğu	Ölçüler
5	F00398951	S355MC	L-B	1	1	00:08:40.53	35.422	9.674	2420.014 x 789.796
6	F00398955	S355MC	L-B	1	1	00:08:40.53	35.422	9.674	2420.014 x 789.796
15	F00399616	S235JR	L	4	4	00:01:36.89	2.367	1.929	924.5 x 40
13	F00292619	S355MC	L-B	1	1	00:01:01.19	2.816	1.187	505.3 x 131.6
14	F00292620	S355MC	L-B	1	1	00:01:01.19	2.816	1.187	505.3 x 131.6
10	F00292673	S355MC	L	2	2	00:00:32.48	0.448	0.506	127 x 105.23

Kaynak: Yılmaz, (2016).

Bu veriler aracılığıyla kullanılan toplam hammadde, hurda ve fire malzeme miktarları hesaplanabilir. Hesaplanan malzeme kullanım oranları ile birim fiyatlar üzerinden malzeme maliyeti hesaplanabilmektedir.

• **Depolama, Paketleme ve Lojistik:** Üretim sürecinin ardından nihai ürünler, birbirine entegre olan sistemde robotlar aracılığıyla paketlemeye oradan da depolara iletilebilecektir. Paketlenen ve depolanan ürünler lojistik firmalarının ERP sistemleriyle entegre olan yapıda iletişime geçerek müşterilere iletilecek olan nihai ürünlerin miktarları, ağırlıkları, boyutları ve diğer bilgiler lojistik ağına bildirilecektir. Lojistik firmaları ile gerçekleştirilen karşılıklı veri alışverişi aracılığıyla işletme faaliyetleri açısından en uygun lojistik firması sistem tarafından otomatik olarak belirlenecektir. Lojistik firmaları ile yapılan karşılıklı anlaşmalar, teklif, sözleşmeler ve fatura bilgileri yine robotlar tarafından otomatik olarak kaydedilerek yönetime ve muhasebe bilgi sistemine aktarılacaktır. Lojistik firması tarafından teslim alınan ürünler müşterilere ulaşana kadar diğer tüm faaliyetlerde olduğu gibi anlık olarak işletme ve müşteriler tarafından takip edilebilecektir.

• **Müşteri Geri Bildirimleri:** Müşterilere ulaşan ürünlere entegre edilmiş nesnelerin interneti aracılığıyla ürünlerden sürekli olarak veriler işletme sistemine aktarılabilecektir. Bu sayede müşterilere ulaşan ürünlerde ortaya çıkabilecek herhangi bir hata, müşterilerin bu ürünleri kullanım biçimleri ve memnuniyet seviyeleri gibi bilgiler işletmeler tarafından elde edilebilecektir. Böylelikle günümüz işletmelerinin çok zorlandığı faaliyetlerden biri olan müşterilerden geri bildirim süreci otomatik olarak yeni nesil teknolojiler aracılığıyla kolay bir şekilde gerçekleşecektir. Geri bildirim sürecinde yaşanacak olan bu kolaylık, değer zincirindeki koordinasyonu ve müşteri memnuniyetini arttıracaktır. Sistemden otomatik ve anlık olan veriler aracılığıyla finansal analizlerde sistem tarafından gerçekleştirilecektir. Akıllı cihazlar aracılığıyla gerçekleştirilen finansal analizler, hem firmanın önceki dönem analizleriyle hem de sektördeki analizlerle karşılaştırılarak işletmenin finansal durumu hakkında daha doğru ve daha detaylı bilgiler yöneticilere iletilecektir.

• **Raporlama:** Tüm bu sürecin uçtan uca entegre edilmesiyle süreç boyunca elde edilen veriler otomatik olarak sisteme aktarılarak süreçlerin daha şeffaf, takip edilebilir ve anlık olarak raporlanabilir olması sağlanacaktır. Endüstri 4.0 çok daha fazla ve çok daha kapsamlı veri sunmasıyla yönetim muhasebesinin kullanacağı araçlar da değişecektir. Sermaye ve finans sektöründeki gelişmelerden önce finansal tablo kullanıcıları ve işletme tarafları yatırım ve kredi verme kararlarında gelir tablosu ve bilançodan elde ettikleri verilerden yararlanırken, günümüzde sermaye ve finans sektörünün gelişmesi sonucu ihtiyaç duyulan finansal tablo ve rapor sayısı artmıştır. Endüstri 4.0 ile işletmelerin ve ilgili tarafların (banka, devlet, denetim firmaları vb.) farklı ihtiyaçlarına yönelik bu raporların sayısı daha da artacaktır. Yeni nesil teknolojiler aracılığıyla hazırlanan raporlarda sadece işletme dışı bilgi kullanıcılarına değil işletme içi bilgi kullanıcılarına yönelik bilgilerde elde edilebilecektir. Örneğin; faaliyet karlılığının yanı sıra, esas üretim faaliyetlerinin karlılığı, çalışanların karlılığı, yöneticilerin karlılığı şeklinde içe dönük raporlar daha hızlı, daha şeffaf ve anlık olarak hazırlanabilecektir. Raporlama olarak bakıldığında istekler doğrultusunda detaylanabilecek ve hazırlanan rapor sayısı arttırılacaktır.

Fatura girişleri, stokların kontrolü, maliyetlendirme ve maliyet değerlendirmede, maliyetlerin nasıl dağıtılacağını sisteme girildikten sonra hesaplamalar daha doğru ve daha fazla veriyle, analiz edilerek karar vermeye yönelik bilgiler oluşturulacaktır. Sistem verileri ayrıştırma faaliyetini sabit, değişken, katma değeri az veya fazla faaliyet, karlı/karsız faaliyet veya karlı/karsız müşteri, karlı/karsız ürünler şeklinde gerçekleştirerek ayrı ayrı raporlar halinde yönetime sunarak yöneticilerin karar verme süreci kısalacaktır ve raporlamayı çeşitlendirecektir. Bu faaliyetlerin ve raporlamaların bulut bilişim teknolojisi

aracılığıyla depolanacak ve bu verilere anlık olarak, her yerden ve internete bağlanabilen mobil cihazlarla her zaman erişilebilecektir. Burada önemli olan ve dikkat edilmesi gereken asıl konu verilerin siber saldırılara karşı korunması olmaktadır. Bulut bilişim teknolojisinde depolanan verilerin işletmelerle alakalı diğer kullanıcıları ise denetçiler, kreditörler, yatırımcılar ve devlettir.

• **Denetim*:*** Denetçilerin işletme faaliyetlerine ve finansal durum tablolarına ulaşmaları kolaylaşmaktadır. Tüm verilerin yeni nesil teknolojiler aracılığıyla sisteme aktarılması faaliyetlerde ve raporlamalardaki hile, hata ve manipülasyonları minimum seviyeye indirecektir. Sisteme anlık olarak ve her yerden ulaşılabilmesi sayesinde sürekli olarak denetim gerçekleştirilebilecek, denetim için kullanılabilecek kaynak sayısı artacak ve denetim sürecinde zaman ve maliyet avantajı sağlanacaktır. Denetimde Endüstri 4.0 ile işletme hayatına girecek olan robotlar aracılığıyla verilerin toplanması hata oranını azaltacaktır ve block chain teknolojisi ile veriler değiştirilemez, silinemez hale gelecektir.

Günümüzde denetim faaliyetleri denetimsiz bir ortamın çıktılarını denetlemeye çalışmaktadır. Burada denetimsiz ortamdan kastedilen işletmelerin veya kurumların denetlenmediği değil, süreçlerin sürekli olarak denetlenmediğidir. İç kontrol sistemi yeteri kadar gelişmemiş firmalar sadece dönem sonu finansal tabloları aracılığıyla denetlenmektedir. Bu raporların nasıl hazırlandığı ve kaynağına ilişkin yeterli bilgilere ulaşılamamaktadır. Yapılan her bir fiziki faaliyetin veri haline getirilip, denetlendiği bir ortamda sadece faaliyet denetimine gerek olacaktır. Bu faaliyet denetimini de yapay zekâ kendisi gerçekleştirilecektir. Geleceğin denetim firmaları ise, işletmelerin kullandığı sistemin doğruluğunu denetleyeceklerdir, dolayısıyla denetim firmalarının görevleri denetim faaliyetlerinden ziyade danışmanlık faaliyetine doğru evrilecektir. Örneğin; büyük şirketlerin denetimi sırasında denetçiler raporlamalardaki oynamalar üzerine yoğunlaşmaktadır. Kayıtlarda hata olup olmadığı üzerine durmamaktadır. Bunun sebebi büyük ve kurumsal şirketlerin kendi çıkarları için her faaliyeti kaydetmek ve takip etmek zorunda olmasıdır. Sistem büyüdükçe sistemdeki tüm faaliyetlerin kaydedilme oranı artmaktadır. Büyük şirketlerin muhasebe kayıtları ve diğer ön muhasebe işlemlerinin tartışılması yerine bu kayıtlardan ortaya çıkarılan raporların detayları incelenmektedir.

• **Kreditörler ve Yatırımcılar:** Kreditörler ve yatırımcılar işletme hakkında bulut bilişimdeki verilere erişebilmeleri halinde işletmelerin kredi notlarını, alacak ve borç bilgilerini ve diğer finansal durum analizleri daha doğru bir şekilde elde ederek kredi sürecinde daha uygun ve rasyonel kararlar alabileceklerdir.

• **Devlet*:*** İşletmeler ile devlet arasındaki kesişimin temel noktası vergilendirme sürecidir. Tüm sürecin otomatik olarak gerçekleştirilmesi ve kaydedilmesi vergi denetiminin etkinliğini arttırarak, vergi sürecindeki en önemli sorunlardan biri olan kayıt dışı ekonomik faaliyetler azalacak ve vergi kaçakçılığının önüne geçilecektir. Yöneticilerde bulut bilişim aracılığıyla mevzuatta yaşanan değişimleri sistem üzerinden takip edebilecek beyannameleri otomatik olarak doldurabilecektir.

5. Endüstri 4.0 ve Muhasebe Mesleğinin Evrimi

Yukarıda Endüstri 4.0 ile endüstri hayatına giren teknolojiler ve bunların örnek bir işletmeye entegre edilerek üretim kararının alınmasından, tüketicilere ulaşmasına ve geri bildirim sağlanmasına, faaliyetlerin raporlanmasından denetlenmesine ve devlet, kreditörler gibi diğer piyasa aktörlerinin faaliyetlerine kadar tüm süreçler ve içinde barındırdığı faaliyetler ele alınmaya çalışıldı. Burada

dikkat edilmesi gereken nokta, insan faktörünün sadece karar aşamasında ve faaliyetlerin değerlendirilmesi sürecinde dahil olmasıdır. Aşağıdaki tabloda geleneksel muhasebe meslek mensubunun görevleri ve yeni nesil iş dünyasında bu görevlerin nasıl gerçekleştirileceği gösterilmiştir. Tablo 1'den çıkarılacak sonuç Endüstri 4.0 ile işletmelerin muhasebenin temel fonksiyonlarından olan kayıt, sınıflama, özetleme ve raporlama gibi faaliyetlere ihtiyacı ortadan kalkmamaktadır. Değişim bu faaliyetlerin kim tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği konusundadır.

Tablo 1: Muhasebe Meslek Mensuplarının Görevleri ve Geleceği

	GÖREVLER	TEKNOLOJİK AKTÖRLER
FİNANSAL MUHASEBE	Alış ve satış faturalarını kontrol etmek ve muhafaza etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Tahsilat ve ödemeleri gerçekleştirmek, gerekli belgeleri almak ve takip etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Alınan ürünlerin kalite kontrollerini gerçekleştirmek	Otonom robotlar ve sensörler
	İrsaliye ve faturaların karşılaştırmak ve kontrol etmek	Otonom robotlar
	Faaliyet sonucu oluşan gelir ve giderleri düzenli olarak kaydetmek ve raporlamak	Otonom robotlar
	Tüm belge ve evrakları sınıflandırmak	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Ay sonlarında genel muhasebeden personel maaş pusulalarını ve bordrolarını almak ve dosyalamak	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Banka hesap özetlerini takip ve kontrol etmek	Otonom robotlar ve bulut bilişim
	Duran varlıkların durumunu takip etmek ve amortismanlarını ayırmak	Nesnelerin interneti, otonom robotlar ve sensörler
MALİYET MUHASEBESİ	Satılan veya üretilen mal/hizmetlerin maliyetini hesaplamak ve muhasebe kayıtlarını atmak	Otonom robotlar
	Maliyetler ile ilgili tüm veri ve bilgileri yönetime iletmek	Bulut bilişim, nesnelerin interneti, otonom robotlar
	Maliyetleri düşürmek için önerilerde bulunmak ve önlemler almak	Otonom robotlar ve yapay zeka
	Bütçe hazırlama faaliyetlerine veri temin etmek ve yardımcı olmak	Bulut bilişim, nesnelerin interneti, otonom robotlar
	Stok değerlemesi yapmak	Nesnelerin interneti, sensörler, otonom robotlar

	Optimum maliyet sistemi oluşturmak	Otonom robotlar, yapay zeka, siber fiziksel sistemler
	Kapasite kullanım oranını belirlemek ve optimize etmek	Nesnelerin interneti, otonom robotlar ve sensörler
	Başa baş noktası hesaplaması yapmak	Otonom robotlar, yapay zeka
YÖNETİM MUHASEBESİ	Faaliyetlerin planlamasına ve yürütülmesine yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, yapay zeka, otonom robotlar
	Faaliyetlerin denetlenmesine ve takip edilmesine yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, otonom robotlar, bulut bilişim
	Karar mekanizmasını optimize etmek ve doğru kararlar alınmasına yardımcı olmak	Nesnelerin interneti, yapay zeka, otonom robotlar
	Verileri analiz etmek ve yorumlamak	Big data(büyük veri),bulut bilişim,
	Geleceğe ilişkin tahminlerde bulunmak ve bütçe hazırlamak	Big data(büyük veri),bulut bilişim,
	Optimum yatırım kararını almak ve fırsat maliyetlerini değerlendirmek	Big data(büyük veri), bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zeka
	Finansal analizleri yapmak, değerlendirmek, raporlamak ve yönetime sunmak	Big data(büyük veri), bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zeka, SFS
	Tahmini değerlerle gerçekleşen değerleri karşılaştırmak ve sapmaları tespit ederek önlem almak	Otonom robotlar, yapay zeka, bulut bilişim, big data, SFS

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bilgisayarların işletme süreçlerinde kullanılması ve yaygınlaşmasıyla manuel olarak tutulan defterler bilgisayar aracılığıyla tutulmaya başladı. İşletme faaliyetlerinin özetlendiği tablo ve raporlar bilgisayar programları aracılığıyla daha kolay hazırlanır hale geldi. Sermaye ve finans piyasalarının gelişmesi, iş kollarının çeşitlenmesi, tüketici portföyündeki anlık ve hızlı değişimler bilanço ve gelir tablosuyla sınırlı finansal raporlamalara, nakit akış tablosu ve öz kaynak değişim tablosu da eklenmiştir. Bilgisayarın ve bilgisayar programlarının muhasebe uygulamalarında kullanılması, meslek mensuplarının faaliyetlerini bilgisayar ortamında gerçekleştirerek daha kolay yapmalarına ve zamandan tasarruf sağlamalarına yardımcı olmuştur. İnternetin icat edilmesi ve yaygınlaşması ile muhasebe uygulamaları yeni bir boyuta taşınmıştır. Bu sayede işletmeler ileri teknolojileri daha düşük maliyetlerle kullanabilmiş ve çalışma faaliyetleri zamandan ve mekândan bağımsız hale getirmiştir. Daha hızlı hizmet sunmalarına yardımcı olarak müşterilerle ilişkilerin gelişmesini sağlamıştır. Veri kayıplarının azalması ve verileri saklamak için sınırsız depo imkânı tanıması diğer avantajları arasındadır.

Dijital dönüşümüm muhasebe faaliyetlerinde kullanılması; varlıkların ve kaynakların takibinde, performans analizinde, nakit akış yönetiminde, iç kontrollerde etkinliğin sağlanmasında ve verimli finansal raporlama

hazırlanmasında kolaylıklar sağlamaktadır. E-defter gibi sanal ortamda hazırlanan ve sunulan belgeler muhasebe süreçlerini kolaylaştırmaktadır.

Endüstri 4.0 ile muhasebe mesleğindeki dijitalleşme seviyesi artacaktır. Bu artışla birlikte muhasebe meslek mensuplarının günümüzdeki görevlerinin bir kısmı yeni nesil teknolojiler aracılığıyla otomatik olarak gelişecektir. Bu sürecin daha da yaygınlaşması ve gelişmesiyle birlikte muhasebe meslek mensuplarının görev tanımları da değişecektir. Muhasebe meslek mensupları sürecin ve değişimlerin gerisinde kalmamak amacıyla yeni nesil teknolojiler tarafından hazırlanan ve raporlanan verilerin nasıl analiz edileceği konusunda veya bu sistemin nasıl kurulması gerektiği konusunda kendilerini geliştirmeleri gerekecektir.

6. Sonuç

Endüstri 4.0 ile kişilerin ve işletmelerin hayatına yeni teknolojiler ve kavramlar girmiştir. Yaşanan teknolojik gelişmeler veya devrimler işletmeleri ve üretim yöntemlerini etkilediği gibi toplumsal yapıları da etkilemektedir. Dijital dönüşüm toplumsal açıdan ele alındığında sosyal ilişkiler, iletişim yapıları, kültür ve insan algısı da değişmektedir. Bu sürecin devamı niteliğinde akıllı toplumlar olarak tabir edilen Toplum 5.0 çalışmaları da yapılmaya başlamıştır.

Geleneksel karmaşık üretim süreçlerindeki maliyet hesaplama yöntemleri maliyetlerin hesaplanmasında hataların artmasına neden olmakta ve bu hatalar alınan kararları da etkilemektedir. Günümüzde maliyet muhasebesi, maliyet yönetimi, maliyetlerin kontrolü, mamul maliyetlerinin hesaplanması ve stok değerleme olarak dört farklı amaca hizmet etmektedir. Maliyet muhasebesinin bu amaçları arasında stok değerleme finansal raporlamalar için öncelikli değere sahiptir. Dijitalleşme ile üretim süreçlerinde maliyetlerin hesaplanmasında ki değişiklikler yaşanmıştır. Bu değişikliklerin nedenleri; süreçte direkt işçiliklerin azalması, donanım maliyetlerinin artması ve bilgisayar programlarına dayalı bilgi sistemlerinin maliyetler üzerindeki etkisidir.

Yönetim muhasebesinin görevleri ise; mamul geliştirme, karlılık analizi, kalite kontrol, performans değerleme gibi faaliyetlerdir. Veri hacminin artması ve verilere gerçek zamanlı olarak erişme yönetim muhasebesinin yukarıda sayılan faaliyetlerini gerçekleştirmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca stratejik yönetim kararları verirken gerekli verilerin hazırlanması ve raporlanması süreci kısalacak ve etkinliği artacaktır. Bunun yanı sıra uygulanan stratejik yönetim kararlarının performanslarının değerlendirilmesinde ve işletmeye etkisinin tespit edilmesinde de önemli katkılar sağlayacaktır.

Denetim sürecinde, işletme faaliyetlerin denetilmesinde ve denetim sonuçlarının raporlanmasında kullanıcılara hız ve pratiklik kazandırmaktadır. Büyük veri aracılığıyla veri aktarımının sağlanması, işletme faaliyetlerinin anlık olarak takip edilmesini ve sektördeki değişimlere hızlı bir şekilde reaksiyon gösterilmesini sağlayacaktır. Verilere anlık erişimi sağlaması sayesinde kaynak kullanımının ve faaliyetlerin kontrolünün denetimi kolaylaşacaktır. Risklerin değerlendirilmesinde ve risklere karşı önlem alınmasında denetçilerin teknolojik gelişmelerden faydalanması ve bilgiye daha hızlı ulaşılması faaliyetlerde zaman avantajı ve maliyet avantajı kazandırmaktadır.

Muhasebe bilgi sisteminde ve faaliyetlerinde yaşanan değişimlerle süreç daha hızlı, daha şeffaf, anlık olarak erişilebilir ve daha verimli hale gelmektedir. Muhasebe meslek mensupları bu değişen dünyadaki görevleri ise bu veri akış sistemini oluşturmak ve finansal verileri analiz ederek ve yorumlayarak yöneticilerin kararlarını optimize etmektir. Muhasebe uzmanları, bütçe hazırlama,

maliyet tahmini, maliyetleme, finansal yönetimin ve yönetim muhasebesinin ihtiyaç duyduğu bilgilerin neler olduğunu, hangi tablodan nasıl alınacağı, nasıl hesaplanacağı ve nasıl rapor edileceğini tasarlayacak ve raporlanmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yeni nesil muhasebe meslek mensuplarının meslek tanımları da değişeceği öngörülebilir. Örneğin; *Muhasebe Sistem Analizi ve Tasarım Uzmanı/Mühendisi:* Yazılım sürecinde ve işletmeye entegre edilmesi faaliyetlerinde görev alacaktır. *Muhasebe Veri Madenciliği Uzmanı/Mühendisi:* İşletmede içindeki ve dışındaki verilerden işletme faaliyetleri doğrultusunda kullanılabilecek faydalı bilgiler üretmek için analiz etme faaliyetleri gösterecektir. *Muhasebe Raporlama Uzmanı/Mühendisi:* İşletme içi ve işletme dışı raporların üretilmesi, depolanması, analiz edilmesi ve paylaşılması sürecinde görev alacaklardır. *Stratejik Yönetim Muhasebesi Sistem Analizi ve Tasarımı Uzmanı/Mühendisi:* Stratejik yönetim kararlarının alınması ve uygulanması sürecinde bilgilerinin oluşturulması ve kontrol edilmesi için, muhasebenin sunduğu bilgilerle karşılaştırılarak performans değerleme sürecinde faaliyet gösterecektir. *İç kontrol/Denetim Sistem Tasarımı ve Kontrol Uzmanı/Mühendisi:* Denetim süreçlerinin etkinliğinin arttırılmasında faaliyet gösterecektir.

Dijitalleşmenin muhasebe alanına uygulanmasında karşılaşılan engelleri iki başlık altında toplanabilir. Birincisi, işletmelerin teknoloji yatırımları finansal açıdan ele alındığında öncelikli bir alan değildir. İkincisi, üretim ve muhasebe süreçlerinde teknolojinin uygulanması hem örgütleri hem de çalışanlarını karşı karşıya getirebilmektedir. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için kullanılacak en iyi yol ise muhasebecilerin eğitim yöntemini değiştirmektedir.

Üniversitelerin akademik programlarına bakıldığında muhasebe mesleği ile ilgili teorik bilgilerin yeterli derslerin olduğu ancak günümüz dijitalleşme çağının gerekliliklerini tam olarak karşılayamamaktadır. Öğrencilerin üniversiteden mezun olduktan çağın ve işletmelerin ihtiyaçlarına karşılık verebilmeleri için teknoloji kullanma yeteneği, esnek ve analitik düşünebilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Bu sebeple muhasebe eğitimin sürecinde muhasebenin teorik kısmının yanı sıra yeni nesil teknolojilerin nasıl kullanılacağı, veri analiz yöntemleri öğretilmeli ve yeni nesil bir fabrikada muhasebe bilgi sistemi için gerekli olan veri akış sürecini oluşturabilmek yeterli bilgi ve beceri ile donatılmalıdır.

Yapılan bu araştırmanın sınırlılıkları Endüstri 4.0 gibi kapsamlı bir konunun, araştırmanın amacı doğrultusunda muhasebe alanına olası etkisi şeklinde daraltılarak incelenmiştir. Araştırmanın kısıtlılığı ise ülkemizde dördüncü sanayi devrimine ve beraberinde gelen yeni nesil teknolojilere tam olarak entegre olmuş işletme veya organizasyon olmamasıdır. Hem zaman açısından hem de dördüncü endüstri devrimi hakkında görüş alabilmek için yeterince işletme yöneticisi veya işletme sahibi olmamasından dolayı görüş ve fikirlerinin alınacağı yeterli kişiye ulaşılamamasıdır.

Çalışmada dördüncü endüstri devriminin muhasebe mesleğine olası etkilerini kapsamlı olarak ele alması açısından literatüre önemli bir katkı sağlamakta ve literatürdeki yeni bir boşluğu doldurmaktadır. Araştırmanın sınırlılıkları ve kısıtlılıkları göz önünde bulundurulduğunda konuyla ilgili yapılacak diğer çalışmaların daha somut sonuçlar elde etmek için Endüstri 4.0'ı ve yeni nesil teknolojileri işletmeye entegre etmiş örnek bir firmadan veriler elde ederek veya konuyla ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip kişilerle anket çalışması veya odak grup çalışması yapılarak nitel analizler yapılabilir.

Kaynakça

Akdoğan, N. (1998). *Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları (4. Baskı).* Ankara: Cem Kitabevi.

Akıllı Fabrika, Erişim Adresi: https://www.volsoft.com.tr/akilli-fabrika/

Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Ankara: Dorlion Yayıncılık.

EBSO (2015). Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek. Erişim Adresi: www.ebso.org.tr.

EKOIQ (2014). Endüstri 4.0, Akıllı Yeni Dünya, Dördüncü Endüstri Devrimi. *EKOIQ Dergisi*, Özel Eki, Erişim Adresi: http://ekoiq.com/wp-content/uploads/2014/12/ekoiq-ek-d.pdf

Endüstri 4.0 Yolunda, Siemens (2016), Erişim Adresi: http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=7

Geissbauer R., Schrauf S., Koch V., Simon, K. (2014). Industry 4.0: Opportunities And Challenges Of The Industrial Internet. Erişim adresi: https://www.strategyand.pwc.com/ media/file/Industry4.0.pdf

GTAI, (2014). Industry 4.0, Smart Manufacturing for the Future" , Germany Trade Invest, Berlin. Erişim Adresi: https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/policies-documents-folder/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view

Hoffmann Erick and Rüsch Marco (2017). Industry 4.0 And The Current Status As Well As Future Prospects On Logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34.

Realidad Aumentada: Visión, resultados y consejos. 16.10.2017. Erişim Adresi: https://www.tworeality.com/realidad-aumentada-vision-resultados-consejos/

Schwab, K. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi*. Çev: Zülfü Dicleli. (1. Baskı). İstanbul: Optimist Kitap.

Tasarov, I. V. (2018). Technologıes of 4.0 Industry: Impact On the Performance Improvement of Industrial Companies. *Strategic Decision and Risk Management*, 2(107).

TOBB (2016). Sanayi 4.0'a Hazır mıyız?. *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, 259, 16-27.

Tutar, S. (2019). Endüstri 4.0'ın Muhasebeye Etkisi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Muhasebe Finansman Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya.

Vladimirovich, A. Trachuk ve Linder N. Vyacheslavovna. (2017) Innovation and Productivity: An Empirical Investigation of Factors Preventing Growth by the Longitudinal Analysis Method, *Administrative Sciences*, 7(3), 43-58.

Yılmaz, R. (2016). *Tasarıma Dayalı Üretim Tipinde Maliyetlendirme ve Fiyatlandırma*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.