

Enderun Dergisi

Cilt:3 Sayı:1

Gönderiliş Tarihi: 02/04/2019

Kabul Tarihi: 11/04/2019

ORCID: 0000-0002-6196-9304

ORCID: 0000-000300641-7336

ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE SİSTEMİNE ETKİSİ ÜZERİNE KURAMSAL BİR İNCELEME

Mihriban COŞKUN ARSLAN¹

Serkan DEMİRKAN²

ÖZ

Sanayi üretkenliği ve verimliliği, 18. Yüzyıl sonlarından itibaren, buhar gücüyle çalışan makineler, üretimde elektriğin kullanılması, 1970'lerden sonra giderek yaygınlaşan robotlu otomasyon akımıyla üç ana dönüşüm yaşamıştır. Günümüzde ise dijital teknolojilerin sürüklediği dördüncü değişim olan Endüstri 4.0, üretim alanındaki etkileri sebebiyle gündemde önemli bir yer tutmaktadır. Dijital dönüşümün işletmelerin üretim süreçlerine etkisi muhasebe sisteminin de bu değişime ayak uydurmasını gerektirmektedir. Çalışmada; Endüstri 4.0 uygulamalarının muhasebe sistemi üzerine etkileri kuramsal olarak incelenecektir. Bu bağlamda; Endüstri 4.0 kavramı açıklanmış ve muhasebe sistemi üzerine olası etkileri örnek uygulama ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Üretim Maliyetleri, Muhasebe Sistemi, Denetim

A THEORETICAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 4.0 ON ACCOUNTING SYSTEM

ABSTRACT

Industrial productivity and productivity have been three main transformations since the late 18th century, with steam powered machines, the use of electricity in production, and the increasingly common use of robotic automation after the 1970s. Nowadays, Industry 4.0, which is the fourth change caused by digital technologies, has an important place on the agenda due to the effects of production. The effect of digital conversion on the production processes of the enterprises requires that the accounting system keep up with this change. Study; The effects on the accounting system of Industry 4.0 applications will be theoretically examined. In this context; Industry 4.0 concept has been explained and possible effects on the accounting system have been examined through sample application.

Keywords: Industry 4.0, Costs of Production, Accounting System, Auditing

¹ Doç Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mihriban.arslan@gop.edu.tr

² Dr' a öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi , Serkan_demirkan@windowslive.com

1. GİRİŞ

İlk üç sanayi devrimi, mekanizasyon, elektrik ve Bilgi Teknolojileri sonucunda ortaya çıkmıştır. Şimdi, şeylerin ve hizmetlerin internetinin üretim ortamına girişi, dördüncü bir endüstriyel devrimi başlatıyor. Gelecekte işletmeler, makinelerini, depolama sistemleri ve üretim tesislerini Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) biçiminde birleştiren küresel ağlar kuracaklar. Üretim ortamında bu Siber-Fiziksel Sistemler; bilgiyi özerk olarak değiş tokuş edebilen, eylemleri tetikleyen ve birbirlerini bağımsız olarak kontrol edebilen akıllı makineler, depolama sistemleri ve üretim tesisleri içermektedir. Bu; imalat, mühendislik, malzeme kullanımı ve tedarik zinciri ve yaşam döngüsü yönetimi ile ilgili endüstriyel süreçlerin temel iyileştirmelerini kolaylaştırır (Kagermann vd., 2013:5).

18. yüzyılın sonlarından itibaren endüstride yaşanan gelişmeler üretkenlik açısından önemli üç aşama meydana getirmiştir. 1712 yılında buhar makinesinin icadıyla mekanik üretim tesislerinin uygulanması, elektriğin üretime girmesi ve iş bölümüne dayalı seri üretime geçilmesi ve 1970 sonrasında üretim süreçlerinin otomasyonu bu üç devrimin tetikleyicisi olmuştur. Günümüzde ise dijital teknolojiler, otonom makineler, akıllı robotlar, nesnelerin interneti, 3-D baskı ve sanal ortamlar gibi teknolojik gelişmelerle tetiklenen 4. Sanayi devriminin yaşandığı görülmektedir.

Endüstri 4.0, teknoloji ve değer zinciri organizasyonlarının parçalarının birbirleri ile entegre olması şeklinde kolektif bir bütündür ve bu bütünlüğün en önemli özelliği, bütün değer zinciri adımlarının birbirleri ile gerçek zamanlı ve sürekli iletişim halinde olmasıdır ve bunun bir sonucu olarak akıllı ve kendisini uyarlayan bir sanayi sürecine ulaşmış olma vizyonudur (TÜSİAD, 2016:13). Bu vizyon; sistemin izlenmesi ve arızanın teşhisinin kolaylaştırılması, sistemin parçalarının öz farkındalık kazanması, sistemin kaynak tasarrufu sağlaması ve sürdürülebilir olması, yüksek verimlilik, esnek üretim, maliyetin azaltılması ve yeni iş modellerinin geliştirilmesi hedeflerini barındırmaktadır.

Almanya ve ABD gibi sanayi ülkeleri tarafından ortaya atılan Endüstri 4.0, hem bu ülkelere kaybettikleri üretim gücünün ivmesini artırma konusunda hem de rekabet gücü yüksek ekonomiler arasında yer almak isteyen hatta öncü olmak isteyen Türkiye için takibinin yapılması anlamında hatta Türkiye'nin önemli uygulayıcılar arasında olabilmesi için son derece önemlidir.

Küresel ekonomide rekabet ölçütlerinin değişkenliğinin yüksek olması nedeniyle düşük maliyet avantajı etkeni önemli bir baskı altında olacaktır. Endüstri 4.0 ile birlikte maliyet avantajları, sürdürülebilirlik, esneklik gibi rekabet avantajlarını sağlamak ya da daha da güçlendirmek hedefinde olunmalıdır. Türkiye de sanayi payında yükselmek için endüstri 4.0'ın gelişim seyirinden, kazanımlarından esinlenerek bu süreçle birlikte kendini bir üst kategoriye çıkarma hedefinde olmalıdır.

Bu çalışmanın amacı; Endüstri 4.0 uygulamalarının üretim maliyetleri, muhasebe sistemi ve denetim alanında yansımalarını kuramsal olarak incelemektir. Endüstri 4.0 içinde yer alabilmek ve fırsata dönüştürmek için farkındalığı artırmak ve bu farkındalıkla beraber önce mental sonra pratik olarak hazır olmak gerekmektedir. Çalışma ayrıca; endüstri 4.0 hakkında farkındalığı artırmak için, daha özelden ise endüstri 4.0'ın muhasebe ve maliyet sistemi üzerindeki yaratacağı dönüşüm açısından incelenmesiyle literatüre katkı sağlamak için yapılmıştır.

2.LİTERATÜR ANALİZİ

Endüstri 4.0 ile ilgili ilk çalışma Kagermann ve diğerleri tarafından 2011 yılında yayımlanan makaledir. Makalede endüstri 4.0'dan kuramsal olarak bahsedilmiş olup; kavram süreç bazında ifade edilmiştir. Claus Schwab 2017'de yayımlanan "Dördüncü Sanayi Devrimi" çalışmasında Endüstri 4.0'ı kavramsal çerçevede anlatmış, etkilerini; ekonomik, kültürel, politik, yerel ve global açılardan ifade etmiş, önerilerde bulunmuştur. Görçün 2016 yılında yayımlanan "Endüstri 4.0 ekstra" çalışmasında; endüstri 4.0'ı kavram olarak ifade etmiş neler getireceği ile ilgili açıklamalar yapmıştır. Özdoğan'ın 2017'de yayımlanan "Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları" çalışmasında ise Endüstri 4.0'ın ne olduğu, fırsat ve tehditlerinin neler olabileceği örneklerle ifade edilmiştir. Manyika J. Ve Chui M., 2014 yılında Financial Times'da yayımlanan

makalelerinde endüstri 4.0'ın muazzam değişikliklerinden bahsetmişlerdir. Koç 2017'de yayımladığı "Endüstri 4.0 ve Muhasebe Mesleği Üzerine Etkisi" adlı makalesinde Endüstri 4.0'dan kavramsal olarak bahsetmiş, muhasebe mesleğindeki etkilerini ifade etmiştir. Erturan ve Ergin'in 2017'de yayımlanmış oldukları "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü" adlı çalışmada muhasebe sistemine ve denetime endüstri 4.0'ın etkileri anlatılmıştır. Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) tarafından 2016 yılında yayımlanan "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0" adlı çalışmada ise Endüstri 4.0'ın tanımlanması, unsurları, küresel bağlamda ve Türkiye ölçeğinde değerlendirmesi yapılmıştır.

3.ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAM VE TARİHSEL ARKA PLAN

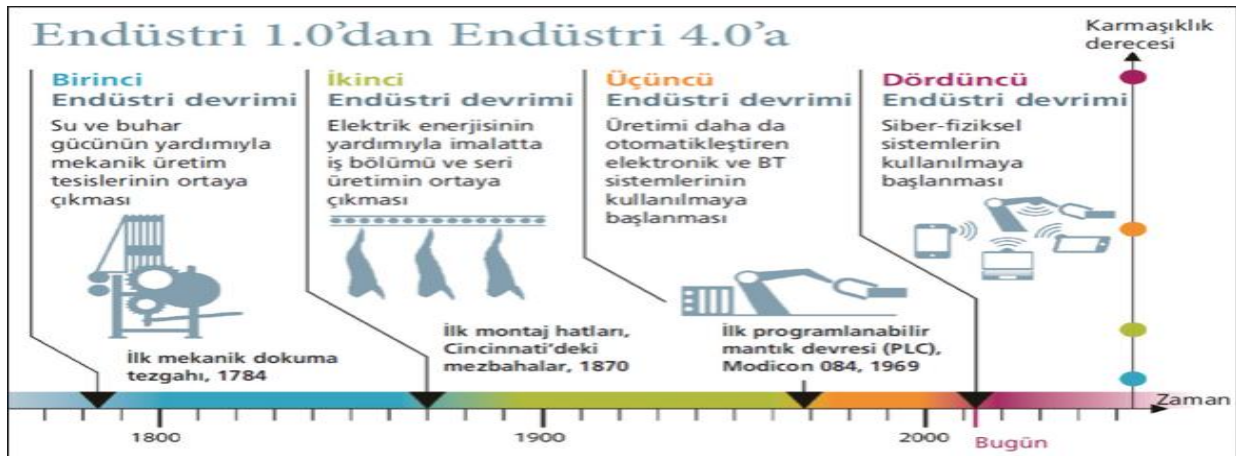
Endüstri 4.0, teknolojik ilerlemeyle başlayan kendinden önceki üç devrimden sonra günümüzde konuşulan bir evredir. Bu evreye gelene kadarki zamana bakıldığında 18. yy. sonlarında İngiltere'de ortaya çıkan buhar gücüyle çalışan makinelerin fabrikalarda kullanılmaya başlaması ile aletle yapılan üretim yerini fabrika üretimine bırakmıştır. Eskiyle yeni arasında tam bir kopuşu yaşatan bu devrim 1. sanayi devrimi olarak adlandırılmaktadır.

20. yüzyıla gelindiğinde elektrik enerjisi kullanarak seri üretime geçilmiş olup bu dönemde Henry Ford tarafından otomobil fabrikalarında uygulanan kitlesel üretim çağı olmuş ve buna Fordizm de denmiştir. Tek tip üretimin olduğu bu dönem 2. sanayi devrimi olarak adlandırılmaktadır. 2. sanayi devrimi; üretimin makineleşerek seri üretime geçilmesi ve üretilen malların demiryolu ile birlikte karayolu ağıyla tüketim merkezlerine ulaştırılması olarak da tanımlanmaktadır (Eğilmez, 2017).

1970'lere gelindiğinde elektroniğin ve bilgi teknolojilerinin sayesinde programlanabilir makinelerin sanayide kullanılması ile üretim sisteminin otomasyonu gerçekleşmiştir. Bu dönemde bilgisayar kullanımı, akıllı telefonlar, internetin yaygınlaşması ile üretim geniş bir şekilde etkilenmiş ve biçimlenmiş olup, iletişim ve ulaşım teknolojilerindeki gelişmelerle, ticaret ve endüstri globalleşmiştir. Endüstri 3.0 üretimde insan emeğinin en aza indirilmesi ve üretimin otomasyonu olarak tanımlanmaktadır (Eğilmez, 2017).

4. sanayi devrimi ya da yaygın kullanılan haliyle Endüstri 4.0'ın kuramsal başlangıcı için Kagermann'ın 2011 tarihli makalesi esas alınmaktadır. Kagerman vd., 4. Sanayi devriminin sadece otomasyondaki gelişimi değil, aynı zamanda akıllı gözlem ve karar alma süreçlerini de içermekte olduğunu ifade etmektedir (Kagermann vd., 2011:2). Almanya'da ortaya atılan bu temel düşüncenin ABD ve Avrupa'da da büyük bir ilgiyle üzerinde çalışılmaktadır. Endüstri 4.0 için, önceki devrimler gibi öncesi ile kendisi arasında tam bir kopuş olmadığından devrim yerine evrimleşme şeklinde nitelendirmeler de vardır.

Şekil 1. Endüstri Devrimleri Gelişim Süreci



Kaynak: <http://www.bilimiletisimi.com/show.php?id=21911>

Claus Shwab endüstri 4.0'ın dijital devrim üzerinde yükseldiğini ve onu yaygın ve mobil bir internet, ucuzlayan daha küçük ama daha güçlü sensörler ve yapay zekâ ile makine öğrenmesinin karakterize ettiğini ifade etmektedir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü öğretim elemanları Erik Brynjolfsson ve Andrew McAfee, 2015 yılında yayımladıkları kitabın adında da ifade ettikleri gibi bu döneme 2. makine çağı demektirler. Eserlerinde dünyanın dijital teknolojilerin etkisi ve otomasyon sayesinde benzeri görülmedik değişimlere sahne olacağını bu nedenle bir dönüm noktası olacağını ifade etmektedirler.

Endüstri 4.0 yalnızca akıllı makine ve sistemlerle ilgili olmayıp, gen dizilemeden nanoteknolojilere, yenilenebilir enerjilerden kuantum bilgi işlemeye kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Endüstri 4.0'ı diğer devrimlerden ayıran özelliği ise bu teknolojilerin birbirleriyle etkileşim içinde olması, daha geniş anlamda fiziksel, biyolojik ve dijital alanlarda karşılıklı etkileşimde olmasıdır. Endüstri 4.0'ı diğer devrimlerden ayıran bir başka temel bir özellik ise yayılma hızının çok hızlı olmasıdır. Nitekim yaklaşık 1.3 milyar kişinin hala elektriğe sahip olmadığı dünyada ikinci sanayi devrimi nüfusun yüzde 17'si tarafından tam olarak yaşanmaktadır. Aynı şey üçüncü sanayi devriminde yaşanmaktadır. Nüfusun yarısından fazlası çoğu gelişmekte yaşayan ülkelerde olan 4 milyar insan, internet erişimine sahip değildir. Birinci sanayi devriminin simgesi olan iplik makinesinin Avrupa dışına yayılması 120 yılı bulmuşken internet 10 yıldan kısa bir süre içerisinde tüm dünyaya yayılmıştır (Schwab, 2017:14).

4.ENDÜSTRİ 4.0'IN TEKNOLOJİK UNSURLARI

Alman Bilim Akademisi – ACATECH (Deutsche Akademie der Technik wissenschaften) tarafından 2013 yılında hazırlanan ve “Alman İmalat Sanayisinin Geleceğinin Güvence Altına Alınması İçin Tavsiyeler” adıyla yayınlanan raporda, Endüstri4.0' a doğru yolculukta araştırma ve geliştirme alanlarına büyük miktarda çaba harcanması gerekliliğine vurgu yapılmıştır. Endüstri 4.0'ın bir görüş olarak ortaya çıkmasının akabinde kurgusal bir yapılandırılmaya ilk olarak bu çalışma ile oturtulmuştur (Alçın, 2016:21). Bu doğrultuda yapılacak araştırmaların; üretim sistemlerinin yatay ve düşey entegrasyonunu ve mühendislik ile uçtan uca entegrasyonu kapsmalıdır. Buna ek olarak, Endüstri 4.0 sistemlerinin bir sonucu olarak gelecek; yeni sosyal altyapı ve teknolojilerin geliştirilmesi temelinde inşa edilmelidir (Kagermann vd., 2013: 6). Bu ayrıca, disiplinler arası bir şekilde ve diğer kilit alanlarla yakın işbirliği içinde uygulanmalıdır (Kagermann vd., 2013 :18).

Baştan sona mühendislik, ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında akıllı çapraz bağlantı ve dijitalleşmeyi kapsamaktadır. Akıllı çapraz bağlantı ve dijitalleşme, bulut sistemi içerisine yerleştirilmiş bilişim teknolojilerini kullanan uçtan uca çözüm uygulaması içermektedir (Stock ve Seliger ,2016:537).

Endüstri 4.0 ile birlikte tüketicilerin ihtiyaçları olan ürünleri karşılamakta zorluk çeken bugüne göre tüketicilerin ihtiyaçlarına hızlıca cevap verebilecek fabrika ve makinelerin otomasyon sistemini kendilerinin şekillendirebilecekleri bir organizasyon oluşturulacaktır (Ramanathan ,2015: 29).

Endüstri 4.0'ın başarıyla uygulanması, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine uygun endüstriyel politika kararlarına bağlıdır. Bu amaçla kurulan politikalar aşağıdaki sekiz ana alanda kurulmalıdır (Kagermann vd., 2013 :7-8):

- Standardizasyon ve referans mimarisi
- Karmaşık sistemleri yönetmek
- Endüstri için kapsamlı bir geniş bant altyapısı
- Emniyet ve güvenlik
- İş organizasyonu ve tasarımı
- Eğitim ve sürekli mesleki gelişim
- Düzenleyici çerçeve
- Kaynak verimliliği

Endüstri 4.0'ın en temel hedefleri arasında üretimin en üst teknolojiyle gerçekleşmesinin sağlanması, üretimde insan faktörünün en aza indirilmesi ve böylece hata paylarının minimize edilmesi, en üst düzeyde esnek üretim yapılarak tüketiciye özel ürün sunulabilmesi ve üretimin hızlandırılması yer almaktadır (Eğilmez, 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte, Uzakdoğu'da robot kullanımı yaygınlaşmış olsa da ileri robotik teknolojisiyle birlikte robotlar birbirleriyle sensörler yardımıyla iletişime geçebilecek bu ilerleyen teknolojinin bir çıktısı olarak büyük sanayi yatırımlarını gerçekleştirmek adına maliyet tasarrufları sağlanabilecektir. Gelişmekte olan ülkelerde ucuz işgücüne dayalı rekabetle öne çıkılması durumu, gelişmiş ülkeler açısından olumsuz bir görünüm arz ederken; endüstri 4.0 günümüzde bu ülkelerin yeniden öne çıkma ihtimallerini güçlendirecektir.

Endüstri 4.0'ın itici gücünü oluşturan teknolojik unsurlara bakılacak olursa bunlar dijital fiziksel ve biyolojik unsurlar olarak toplanabilir ve unsurların birbiriyle derin ilişkiler içinde olduğu söylenebilir. Ayrıca bunlar birbirlerinin keşif ve ilerlemelerinden de etkilenmektedirler. Fiziksel grupta özerk taşıtlar, eklemeli üretim örneğin 3D baskı, akıllı robotlar (ileri robotik), yeni malzemeler vb.; dijital grupta nesnelere interneti, zenginleştirilmiş gerçeklik, bulut vb.; biyolojik grupta gen dizileme, sentetik biyoloji vb. yer almaktadır. 4. Sanayi devrimiyle bu ileri teknolojik trendler hem kendi başlarına önemli işler yapacak hem de birbirleriyle etkileşim içinde olacak, birbirlerinin ilerlemelerinden etkileneceklerdir. Şimdi bu teknolojik unsurlara bakılacak olursa:

Şekil.2 Endüstri 4.0'ın Teknolojik Unsurları



Kaynak: <https://sirazduvari.com/endustri-4-0-ve-turkiye-icin-recete/Mayis> 12, 2017

4.1. Büyük Veri analizi ve Bulut Sistemleri

Büyük veri gruplarından yararlanan analiz yöntemlerinin üretimde kullanılmasına başlanması; üretimin kalitesini yükseltmekte ve enerji tasarrufunu sağlarken ekipman bakımına kolaylık getirmektedir. Endüstri 4.0 kapsamında bakıldığında üretim sistemlerinin yanında kurumsal ve müşteri bazlı yönetim sistemleri gibi pek çok kaynaktan edinilen verilerin toplanmasının ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesinin gerçek zamanlı karar verme süreçlerinde standart hale geleceği düşünülmektedir. Örneğin yarı iletken malzemeler üreten Infineon Technologies üretim sürecinin sonunda test aşamasında tek çipten edinilen veriler ile sürecin önceki aşamalarında elde edilen süreç verilerini birbirleriyle ilişkilendirerek ürün hatalarını azaltmayı başarmıştır. Şirket bu şekilde üretim sürecinde hatalı çiplerin elenmesini sağlayan yapıları belirleyip üretim kalitesini artırmıştır (TÜSİAD, 2016:25).

Truva odası kahve makinesi örneğinde de olduğu gibi nesnelere tarafından üretilen verilerin derlenmesi ve işlenebilmesine dair araçların ve teknolojinin gelişmesi nesnelere interneti kavramının yaygınlaşması ve kavrama ilişkin ilginin artmasını sağlamıştır. Birbirine kablosuz olarak bağlı, çok fazla sayıda, boyutları gün geçtikçe küçülen algılayıcı cihazlar sayesinde çevremizdeki neredeyse tüm olan biteni izlemek ve hatta veriye dönüştürmek mümkün olmaktadır. Ancak bu cihazlar aracılığıyla üretilen bilgiyi (big data) depolayabilmek için oldukça büyük kapasiteli saklama platformlarına, toplanan bilgiyi çözümlenebilen ve işleyebilen yazılımlara (Big Data Analytics) ve kullanıcı ile arayüz işlemini gerçekleştirebilecek kullanıcıyı kolay ağ hizmetleri gerekmektedir. Bundan dolayıdır ki nesnelere interneti genel kullanıma açık bulut servislerine ihtiyaç duymaktadır (Ercan ve Kutay, 2016 :599).

Şirketler kurumsal uygulamaları için bulut teknolojisini kullanmaktadırlar. Gelecek dönemde şirketler ve tesisleri arasında ürünler ile ilgili daha fazla verinin paylaşılması gerekecektir.

4.2. Özerk Taşıtlar

Sensörler ve yapay zeka teknolojileri geliştikçe sürücüsüz arabalar, kamyonlar, uçaklar, dronlar, tekneler gibi özerk taşıtlar olacak ve bu özerk makinelerin yetenekleri hızla iyileşecektir. Bu özerk makinelerin kullanımı çeşitli sektörlerde verimlilik açısından avantaj sağlayacaktır. Örneğin dronların çevrelerini duyumsama ve tepki vermesi, çarpışmadan kaçınmak için uçuş rotasını değiştirmesi gibi özelliklere sahip olması durumunda savaş bölgelerine tıbbi malzeme yardımı yapılması, enerji nakil hatlarını kontrol edebilmesi kolaylaşacak ayrıca tarımda kullanılan dronlar veri analiziyle birlikte gübre ve suyun daha isabetli ve verimli kullanılmasını sağlayacaktır (Schwab 2017, 24).

4.3. Geleceğin Fabrikaları ve Akıllı Robotlar

Akıllı fabrikalar, geleneksel fabrikalara oranla daha geniş bir ağ üzerinde performansını yeni şartlar doğrultusunda gerçek ya da gerçeğe yakın zamanlı olarak kendi kendini uyarlayabilen ve öğrenen, tüm üretim süreçlerini özerk bir şekilde yürütebilen esnek sistemlerdir (Hartigan vd., 2017: 5).

Endüstri 4.0; akıllı ürünler, prosedürler ve süreçler yaratmaya odaklanmıştır. Akıllı fabrikalar endüstri 4.0'ın önemli bir özelliğini oluşturur. Akıllı fabrikalar karmaşıklığı yönetebilir, bozulmaya daha az eğilimli ve malları daha verimli bir şekilde üretebilir. Akıllı fabrikada; insanlar, makineler ve kaynaklar doğal olarak bir sosyal ağda birbirleriyle iletişim kurar. Akıllı ürünler, nasıl üretildiğine ve nasıl kullanılacağına ilişkin ayrıntıları bilmektedir. Üretim sürecini aktif olarak destekliyorlar; "ne zaman yapıldıklarını", "hangi parametrelerin kendini işlemesi için kullanılmalı gerektirdiği", "nereye teslim edilmeli" gibi sorulara cevap veriyorlar. Akıllı hareket kabiliyeti olan akıllı lojistik ve akıllı şebekeler akıllı fabrikayı yarının akıllı altyapılarının önemli bir bileşeni yapacaktır (Kagermann vd. ,2011:16).

Geleceğin fabrikalarında yaşanması olası gelişmeleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Yazıcı 2016 , 39):

- İstenilen bir yerde konumlanma yeteneği olan özerk robotlar ve üretim bantlarının, sabit yer değiştirmesi maliyetli üretim bantları ve bağımlı robot kollarının yerini alması.

- Kendi çevresini tanıyan, tanımlayan ve değişimlere ayak uydurabilen özerk taşıyıcıların belirlenmiş bir istikamette işlerini yapan sistemlerin yerini alması.
- Birbirleri ile iletişim kurarak iş planlarını oluşturabilecek ve gerçekleştirebilecek arızaları dikkate alarak olası bir sorun durumunda gerekli değişiklikleri kendi kararları ile yapabilecek sistemlerin sabit iş planlarının yerini alması

4.4. 3D Baskı

Ekllemeli üretim diye de adlandırılan 3D baskı; üç boyutlu dijital bir çizim veya modelden tabaka üstüne tabaka basarak fiziksel bir nesne oluşturulması işlemine denilmektedir (Schwab, 2017: 26). 3D baskı malzemeyi dijital bir şablon yardımıyla üç boyutlu bir nesne haline getirmektedir.

3D teknolojisi büyük şeylerden küçük şeylere kadar çok değişik alanlarda bir uygulama olanağı bulmakla birlikte bu zamanlarda öncelikle otomotiv, havacılık ve medikal endüstrilerdeki uygulamalarla sınırlıdır.

4.5. Yeni Malzemeler

Günümüzde tahmin edilemeyecek özelliklere sahip yeni malzemeler ortaya çıkmaktadır. Bu yeni malzemelerin etkilerinin neler olabileceğinin bilinmesi zor gibi gözükmektedir. Çelikten 200 kat daha güçlü, saçtan bir milyon kat daha ince ve verimli bir ısı ve elektrik iletkeni olan grafen vb. ileri nano malzemelere bakıldığında ki bu malzemenin fiyatı şu anda oldukça yüksektir. Bu malzemenin fiyat açısından rekabet gücünü elde ettiğinde, -bu arada belirtmek gerekir ki bir grafen tanecığı 1000 doların üzerinde bir fiyattadır- imalat ve altyapı endüstrilerinde büyük ölçüde bozulmaya sebep olacaktır (Isaiah, 2015; Laskow, 2014). Bunun yanı sıra ekonomileri büyük ölçüde belirli metalara dayalı ülkeleri ciddi anlamda etkileyecektir. Bir başka örnek ise termoset plastiklerindeki yeni inovasyonlardır. Bunlar mobil telefonlardan devre panellerine ve havacılık sektöründeki çeşitli parçalara kadar bir çok yerde kullanılan ve geri dönüşümü imkansız kabul edilen bazı malzemeleri yeniden kullanılabilir duruma getirebilir. Bu da küresel riskleri azaltmada önemli bir rol oynayabilmektedir. Poliheksahidrotriazinler (PHT) olarak isimlendirilen geri dönüşebilir termoset polimerlerin yakın zamanda keşfedilen yeni sınıfları, tasarım olarak kendi kendini yeniden üretebilen ve büyüme ile kaynak ihtiyaçları arasındaki ilişkiyi kopararak işleyen bir ekonomi olan döngüsel ekonomi anlamında atılmış önemli bir adımdır (Meyerson, 2015).

4.6. Nesnelere İnterneti

1991 yılında Cambridge Üniversitesindeki 15 araştırmacı tek kahve makinesi kullanıyorlar ve Truva Odası (TrojanRoom) adı verilen çalışma odasının dışında bulunan makineye gitmek için oldukça uzun bir mesafe kat ediyorlardı. Kat ettikleri bu mesafe kahve makinesinde kahve olmadığına ise boşa gitmekteydi. Bunun çözümü olarak oda da çalışan Quentin Stafford-Fraser makineyi gören bir yere bir kamera koydu ve Paul Jardetzky ise çalışma ağına bağladığı kamera için 30 saniyede bir görüntü yakalayan bir program yazdı. Görüntüleri araştırmacıların bilgisayarına gönderen program 1993 yılında Daniel Gordan ve Martyn Johnson tarafından internet üzerine aktarıldı ve araştırma merkezi başka bir yere taşınana kadar kullanıldı (Boulton, 2014).

Bu kahve makinesi “Nesnelere İnterneti” ile birbiriyle iletişim kuran objelerin varlığına dair ilk kanıttır. Ayrıca iyi bir örnek teşkil eden bu uygulamayı takip eden değişimler “bağlı nesnelere” ürettikleri bilgide ciddi artışlar olmasını sağlamıştır (Kutup, 2016: 27).

Kavram olarak ise Kevin Ashton tarafından Procter ve Gamble şirketinde 1999 yılında tedarik zinciri yönetimine dair bir sunumun başlığı olarak kullanılmıştır (Ashton, 2009: 1). RFID (Radio-Frequency Identification) altyapısı üzerine çalışmalar yapan MIT (Massachusetts Institute of Technology) Auto-ID laboratuvarı bu tarihten itibaren, kurucuları arasında yer alan Ashton tarafından ortaya atılan bu kavramın RFID teknolojisi kapsamında geliştirilmesi için çalışmalar yürütmüştür (Erdem, 2015: 6).

Esasen, Endüstri 4.0, CPS'nin üretim ve lojistik ile teknik entegrasyonunu ve işlerin ve hizmetlerin internetinin endüstriyel süreçlerde kullanılmasını içerecektir. Bunun değer yaratma, iş modelleri, servisler ve iş organizasyonu için etkileri olacaktır (Kagermann, Wahlster ve Helbig, 2013: 14).

“Akıllı Nesnelere” yaklaşımındaki gelişmeler ile birlikte entegrasyon ve kesintisiz iletişim konularında yeni bir aşamaya ulaşılmıştır. Bu nesnelere desteğiyle, yeni bir üretim yeteneği ve sanallaşma gelişmektedir. Akıllı nesnelere ile bu nesnelere kullanıcıları ve diğer akıllı nesnelere etkileşimi sanal dünyada sağlanmaktadır (Sacala, Moisescu, Dumitrache, Munteanu ve Caramihai, 2015: 205).

Nesnelere internetinin en yaygın uygulamalarından birisi uzaktan izlemedir. Herhangi bir paket, konteyner; bir sensör, aktarıcı ya da telsiz frekans belirleyici sayesinde izlenebilmektedir. Şirket; tedarik zincirinde yol alırken bunların nerde bulunduğunu, nasıl kullanıldığını ve performansını takip edebilmektedir. Müşteriler de bekledikleri paket ya da herhangi bir belgenin nerde bulunduğunu gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedir.

Diğer bir örnek ise blockchain denilen bir bilgisayar ağının bir işlemi kayıt edilmeden ve onaylanmadan önce kolektif olarak doğruladığı güvenli bir protokoldür. Blockchain’e temel olan teknolojiyle birbirlerine güvenmek için aralarında bir neden olmayan insanların, tarafsız bir merkezi otorite olmadan kendi aralarında işlem yapmasına imkan tanımaktadır. Blockchain esasında paylaşılan, programlanabilir, kripto grafik olarak emniyetli ve bundan dolayı güvenilir, herhangi bir kullanıcının kontrol edemediği, herkes tarafından gözden geçirilebilir bir kasa defteridir (Schwab, 2017:28).

İnternet; nesnelere sağladığı veri sayesinde, nesnelere değiştirilme zamanı, tamir ve bakım planları, geri çağırılması, iadesi, teslimi gibi birçok konuda tam ve doğru zamanlı bilgi sahibi olunmasını sağlayacaktır (Erturan ve Ergin ,2017 :13).

Bitcoin, blockchain teknolojisinin en bilinen örneğidir. İleriki zamanlarda bu teknolojiyle başka uygulamalar ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Şimdilerde bitcoin gibi dijital para birimleriyle yapılan finansal işlemleri kaydetmekte kullanılmakta gelecekte ise ölüm doğum belgeleri, mülkiyet belgeleri, eğitim diplomaları, medikal prosedürler ve seçmen oyları gibi birçok şeyi kayıt altına almada kullanılabilir olacaktır.

Başka bir durum ise; teknoloji tabanlı platformların değişim yaratma etkisinin olduğudur. Akıllı telefonlarda kullanım durumu çok kolay olan bu platformlar insanlar ve varlıkları bir araya getirerek ürün ve hizmetleri tüketme anlamında yeni yollar meydana getirmektedir. Bu da şirketler insanlar açısından büyük değişimler meydana getirmektedir. Sayısı günden güne artan bu platform şirketlerle birlikte çamaşır yıkamadan, konaklamaya, taksi hizmetinden, ev işlerine bir sürü hizmet sunulmaktadır. Üstelik bu hizmetler her iki tarafa geri bildirim olanağı vererek güven ortamı oluşturmaktadır. Dijital platformlar, bireylerin ya da firmaların bir varlığın ortak kullanımı veya bir hizmet sunumu esnasında zuhur eden işlem ve ihtilaf maliyetlerini büyük ölçüde azaltmaktadır. Her işlem daha küçük parçalara bölünerek ilgili taraflara ekonomik kazanım sağlayabilmektedir. Dijital platformlar kullanılırken her bir ilave ek ürünü, mal ya da hizmeti üretmenin marjinal maliyeti sıfıra yakındır (Schwab 2017, 28-30).

4.7. Zenginleştirilmiş Gerçeklik

Bu teknolojiden yararlanan sistemler depolarda parça seçimi ve mobil cihazlarda tamirat talimatları göndermek gibi çeşitli hizmetlerde destekte bulunmaktadır.

Siemens, işçilere acil durumlarda ne yapılması gerektiğini öğretebilmek adına zenginleştirilmiş gerçeklik özelliği olan veri tabanına bağlı ve 3 boyutlu bir ortam sunan sanal bir fabrika operatörü eğitim modülü geliştirmiştir. Ayrıca bu operatörler siber model üzerinden diğer makinelerle etkileşimde bulunarak parametreleri değiştirebilmekte, operasyonel bilgilere ve bakım talimatlarına erişim sağlayabilmektedir (TÜSİAD ,2016: 30).

4.8. Siber Güvenlik

Şirketlerin birçoğu üretim ve yönetim sistemlerinin birbirine bağlı olmadığı sistemleri kullanmaktadır. Günümüze geldiğinde Endüstri 4.0 ile beraber sistemlerin birbirine bağlanacak olması durumu bu sistemlerin saldırılara maruz kalabileceği riskini oluşturmaktadır. Bu bakımdan makine kimlik tespiti ve makinelere erişimin yönetimi temeline dayalı güvenlik önlemleri önemli olacaktır.

4.9. Biyolojik

Genetik alanındaki inovasyonlar içerisinde gen dizileme, genleri aktive etme veya düzenlemenin maliyetlerinin azaltılması ve kolaylığının artırılmasında önemli ilerlemeler olmuştur. İnsan Genomu Projesinin tamamlanması için 10 yıldan fazla bir süre geçmiş ve 2.7 milyar dolarlık bir maliyet yapılmış olmasına rağmen bugün bir genomun dizilimi bir kaç saatte ve bin doların altında bir maliyetle gerçekleştirilebilmektedir. Bilgi işlemdeki ilerlemelerle birlikte bilim adamlarının deneme-yanılma yöntemiyle ilerlemek yerine hangi özgül genetik varyasyonların belli özellikleri ve hastalıkları oluşturduğunu test edebilmektedirler (Wetterstrand ,2015)

Sentetik biyolojiyle beraber DNA yazılımları olacak ve organizmalar özelleştirilecek. Ortaya çıkaracağı ciddi etik problemlerin yanı sıra bu ilerlemeler tıp alanıyla sınırlı olarak kalmayacak tarım ve biyoyakıtların üretimi üzerinde de derin ve hızlı değişmelere ve etkilere yol açacaktır.

Değişik teknolojilerin iç içe geçmesi ve birbirlerini zenginleştirmesine bir örnek olarak 3D imalat ve gen düzenlemesinin birleştirilerek doku tamiri ve rejenerasyonu amacıyla canlı doku üretimi verilebilir. Biobaskı olarak adlandırılan bu süreç şimdiden deri kalp kemik ve damar dokuları üretimde kullanılmaktadır. İlerleyen zamanlarda basılı karaciğer hücre tabakları kullanılarak insanlara nakledilecek organlar üretilecektir (Schwab, 2017: 32)

5.ENDÜSTRİ 4.0'IN ETKİLERİ

Önceki devrimlerle birlikte birinci sanayi devrimi ve ikinci sanayi devrimi içinde iş bölümü ve uzmanlaşma ile birlikte mavi yakalı işçilerin artması, kırsal kesimden kente göçün hızlanması yaşanmıştır. Endüstri devrimlerini yeni teknolojilerle bütünleşmenin ötesinde ekonomik, sosyal ve kültürel anlamda etkileri ve önemi açısından dikkate almak önem arz etmektedir.

Endüstri 4.0 diye bahsinde bulunduğumuz teknolojik devrimin çıktılarını tahmin etmenin zor olduğunun farkında olmakla birlikte, bu devrim etkilerini ekonomik, sosyal, kültürel boyutlarda gösterecektir. Bu kısımda devrimin potansiyel etkilerinden bahsedilecektir

Endüstri 4.0'ın ekonominin küreselleştiği dünyada muazzam etkileri olacaktır. Bu devrimin hızı ötesinde ölçek getirileri konusunda da çarpıcı durumlar söz konusudur. 1990 yılının geleneksel sanayi merkezlerinden biri olan Detroit, Silikon vadisi ile karşılaştırıldığında; 1990'da Detroit'teki üç büyük şirketin piyasa değeri 36 milyar dolar, toplam gelirleri 250 milyar dolar ve toplam çalışan sayısı 1,2 milyonken; 2014 yılında Silikon Vadisinde üç büyük şirketin toplam piyasa değeri 1,09 trilyon dolar ve yaklaşık aynı miktarda 247 milyar dolar geliri 137.000 çalışanla gerçekleştirilmiştir (Manyika ve Chui, 2014).

10-15 yıl öncesine göre; daha az maliyetle daha verimli üretimin yapılabilmesi dijital şirketlerin sıfıra yakın marjinal maliyetlerle iş görebilmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca dijital şirketler depolama, nakliye, çoğaltma gibi maliyetleri sıfıra düşüren enformasyon malları üretebilmektedir. Üstelik bu şirketler çok az sermayeye ihtiyaç duymaktadır. Örneğin Apple, Snapchat gibi şirketler başlangıçta fazla sermayeye ihtiyaç duymamaktadır. Bu bakımdan sermaye ve ölçeklendirme sektörü endüstri 4.0 ile birlikte büyük değişime uğramakta ve ölçek getirilerinin ölçeği daha da kuvvetlendirdiği görülmektedir (Schwab, 2017: 19)

Dünya nüfusunun giderek arttığı görülmekte bunun toplam talebi artırması beklenmektedir. Bunun yanında bir problem olarak düşünülebilecek yaşlanma olgusu giderek önemli hale gelmektedir. Bunun nedeni ise yaşlanmanın ekonomiyi tehdit etmesidir. Yaşlıların ekonomik iş gücüne adaptasyonunun sağlanmaması çalışma yaşındaki nüfusun yüzdesini olumsuz etkileyecektir. Bu ise girişimcilik ruhu olan, lüks mallara talebi olan, risk almayı görel olarak tercih eden genç nüfusun azalmasını tetikleyerek talepte düşüşe neden olabilmektedir. Çünkü yaşlı nüfus risk almaktan öte daha rahat güvenli bir emeklilik hayatını tercih edebilmektedir. Yaşlanan toplumların bunu değiştirebilecek önlemler almaması durumunda, teknolojik üretkenlikle uyum sağlayamayan dünyada büyüme yavaş kalacaktır. Endüstri 4.0 esasında başta sağlık olmak üzere birçok alanda sunmuş olduğu gelişmiş teknolojiyle daha uzun, kaliteli ve aktif bir yaşamı sunmakta ve 100 yaşlarına kadar yaşama durumlarının konuşulduğu bir ortamı tetiklemektedir. Toplumların bu süreçleri iyi tahlil edip değişim kuvvetlerine önem atfederek nüfus, emeklilik gibi konuları yeniden değerlendirmesi gerekmektedir.

Endüstri 4.0 ile birlikte gelişmekte olan ülkelerde görülen düşük maliyetli işgücü avantajına dayalı olarak elde edilen küresel imalatın önemli kısmına sahip olma avantajı, gelişmiş ekonomiler

lehine dönebilir. Bunun sebebi düşük maliyetli iş gücüne erişimin, şirketlerin rekabet gücünü belirleyen önemli bir faktör olmaktan çıkmasıyla gerçekleşebilir. Genel bir kabuldür ki maliyet avantajlarına dayanarak imalat sektörlerinin oluşturulması ve sermaye birikimini sağlama gelirleri artırma bağlamında kalkınmayı tetikleyen bir durumdur. Son yıllarda ülkeler içindeki eşitsizliklerin artması karşısında ülkeler arasındaki eşitsizlik önemli ölçüde azalmıştır (Schwab, 2017: 55). Buradaki esas soru endüstri 4.0; gelir, beceri, altyapı ve finans alanlarında uçurumun azalmasını tersine mi çevirecek yoksa teknoloji ve hızlı değişimler için bir kaldıraç mı olacak? Bu; kamu ve özel sektör tarafından düşünülmesi, stratejiler oluşturulması, geliştirilmesi ve uyarlanması bakımından büyük önem taşımaktadır ve bunun için araştırmaların yapılması gerekmektedir (Schwab, 2017: 56).

Bir diğer konu ise istihdam konusudur. Öncelikle teknolojinin istihdam üzerinde birbirine zıt iki yönlü bir etkisi vardır. İlk olarak teknolojinin sağladığı otomasyon ile emek, sermayeyle ikame edilecek ve işçilerin işsiz kalması veya başka yönlere kaymasını başlatıcı olumsuz bir etki oluşacak buna karşılık yeni ürün ve hizmetlere olacak talep artışıyla birlikte yeni meslekler, yeni işler ve sektörler ortaya çıkacaktır. Teknolojik ilerleme ekonomik büyümeye hız katarken acaba iş gücü piyasasını nasıl etkileyecek? Bu soruya verilecek yanıt için World Economic Forum tarafından yayımlanmış bir makalede, Oxford üniversitesinin yapmış olduğu bir araştırma yol gösterici olacaktır. Çalışmada çok sayıda iş kolunun bilgisayar otomasyonunun tehdidi altında olduğundan bahsedilmektedir (Peterson, 2015). Otomasyondan etkilenme oranlarına göre sıralanan meslekler; kredi memurları, danışma görevlileri, katipler, satış elemanları, taksi şoförleri, güvenlik görevlileri, aşçı, barmen, finansal danışmanlar, şarkıcılar ve avukatlar olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada ayrıca %99 oranında bilgisayarlaşacak mesleklerden de bahsedilmektedir (Frey ve Osborne, 2013). Telepazarlamacılar, saat tamircileri, vergi hazırlayanlar kütüphaneciler bahsi geçen mesleklerdir. Ayrıca bilgisayarlaşma ihtimali çok düşük iş dallarından da bahsedilmektedir. İtfaiyeciler, terapistler, diş hekimleri, satış yöneticileri, bilgisayar sistem analistleri, hemşireler, mühendislikler, sahne sanatları, makyözler gibi mesleklerin bilgisayarlaştırma oranı % 1'in çok altında tahmin edilmiştir.

Yapılan araştırmalara göre; bilgisayarlaştırılmayacak meslekler arasında mühendislik dallarının, insan ilişkilerini kapsayan sosyal faaliyetlerin ve insan bakımıyla ilgili işler yer almaktadır. Veri üzerinde tahminleme yapılabilecek sistemlerin bu devrimle ortaya çıkmasıyla bu dönüşümle birlikte sigortacılık, bankacılık ve perakende iş kollarında yer alanların ve veri ile uğraşan kişilerin işlerinin yok olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında mühendislik kolları, tıp çalışanları, tiyatro ve müzik gibi iş kollarında çalışanların otomasyondan uzak olacağından bahsedilmektedir. Tüm bu değerlendirmelere bakıldığında teknolojinin işgücü piyasaları üzerindeki etkisinde çift yönlü bir algı bulunmaktadır. İyimser yaklaşım teknolojinin işsiz bıraktığı işçilerin, teknolojiyle beraber yeni iş kollarında işler bulacağı ve refaha kavuşacağı ile bunun zıttı olarak teknolojinin meydana getirdiği işsizlik ortamının sosyal, ekonomik ve politik sorunlara yol açacağı algısıdır. Kesin olan bir şey var ki teknolojik ilerlemenin ne şekilde olacağını tahmin edebilmek zor olmasa da; bu ilerlemenin iş ve sosyal hayatı ne kadar ve ne ölçüde etkileyeceğini kestirmek kolay değil. Şu da bir gerçek ki otomasyonla birlikte birçok iş kolu ortadan kalkacak ama yeni istihdam alanları olan iş kolları da ortaya çıkacaktır. Buna örnek olarak ABD'de tarımda çalışanların işgücü içerisindeki payı 19. yy başlarında % 90'larda iken bugün bu oran yüzde ikilere düşmüştür. Bir diğer husus ise ilk sanayi devriminden bugüne kadar işçilerin her devirde bir adım ilerde uzmanlaşması ve gelişmesinin gerekliliğidir. Yani işçiler, buhar makinelerini kullanmaktan CNC tezgâhlarını kullanmaya Endüstri 4.0'da ise siber ve fiziksel sistemler konusunda uzmanlaşmak ve robotlarla anlaşmak durumuna gelmişlerdir. Endüstri 4.0 iş kollarını bilgisayarlaştırmakta bir dönüşüm başlatmaktadır. Fakat bunun karşılığında da yeni iş kollarının oluşmasına yol açmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte bilgisayarlaştırılabilir iş alanlarına bakıldığı zaman; kullanılacak donanım veya yazılımın tek başına bir iş sürecinin başından sonuna değin karar verebilir olması gerekmektedir. Otonom taşıtlar, dil algılayabilip komut takip edebilen robotlar, hızlı ve ileri düzey hesaplama yaparak sonuç üretebilen makine öğrenimi ve yapay zeka sistemleri bunun örnekleridir. Bunlar bir süreci baştan sonuna kadar götürebilecek sistemlerdir (Özdoğan, 2017: 62). Asıl soru; olumlu tarafı gerçekleştirmek adına neler yapmak gerektiği konusunda düşünülmemekte midir?

Endüstri devriminin çalışma ve iş hayatına etkileri açısından diğer bir husus; mesai saati kavramı ve bürokratik organizasyon yapısı endüstri 1.0'dan itibaren hayatımızda yer almaya başlamıştır. Sanayi devrimleri bir yandan teknolojik ilerlemeyi sağlarken diğer yandan organizasyonel anlamda değişimlere sebep olmakta ve dolayısıyla iş ve çalışma hayatına etki etmektedir. Ayrıca iş

güvenliği ve iş güvencesi hususlarında her bir sanayi devrimi aşamasında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir ve nispeten günümüzde çalışma hayatının daha güvenli olduğu düşünülmektedir.

2015 yılının Nisan ayında Almanya’da yayımlanmış bir makalede geleceğin fabrikalarında çalışmak için sahip olunması gereken yetenekler ve özellikler açıklanmıştır. Bu makalede üretim işçilerinin yetkinlikleri için 3 kademeli bir yaklaşım üzerinde durulmuştur. Bunlardan ilki; yetenekler ve nitelikler, sonrasında görevleri ve son olarak geleceğin üretim işçisinin kullanabildiği araç ve teknolojiler, organizasyonel değişimler, çalışma ortamı ve organizasyon iç iletişimi ve iş birliğidir. Bu üç başlıkta geleceğin fabrikasında çalışacak işçide kesinlikle olması gereken teknik nitelikler arasında; bilişim sistemleriyle ilgili bilgisi ve kabiliyetleri, veri ve bilgi işleme yetisi ve analitiği, istatistiksel bilgi birikimi, organizasyonel durumları ve iş süreçlerini iyi kavraması, modern ara yüzler vasıtasıyla iletişim kurabilmesi yer almaktadır. Kişisel nitelikler ise kişisel zaman yönetimi, değişime verilen hızlı tepki ve açıklık, takım oyununa yatkınlık, sosyal ve iletişim becerileridir. Bu makaleye bakıldığında Özdoğan’ın da bahsettiği gibi (Özdoğan, 2017: 66); geleceğin fabrikasındaki üretim işçileri aslında birer veri uzmanı niteliğine sahip olmalıdırlar. Endüstri 4.0 devrimine geçerken böyle bir geçişle uyum sağlamanın en etkili yolunun eğitimden geçtiğinden bahsedilmekte ve erken öğretim döneminde bilişim, istatistik ve veri işleme bilgisinin verilmesinin uygun olduğu ifade edilmiştir. Bilgi teknolojileriyle ne kadar erken tanışılırsa; endüstri 4.0 sisteminde yer alacak ara yüzleri iyi okuyabilen veri işçileri daha kolay şekilde yetiştirilebilir. Bu da geleceğin fabrikalarında çalışabilecek endüstri 4.0’a çok kolay uyum sağlayabilecek nesilleri yetiştirmek adına bu teknolojilerin eğitimlerinin erken dönemlerde verilmesinin gerektiğini ifade etmektedir.

Sağlık alanında kanserin teşhis edilmesi ve uygun tedavi önerilerinin tespitinde yapay zekâ ve gelişmiş veri analizi sistemleri kullanılmaktadır. Memorial Sloan Kettering Kanser Merkezi, IBM’in Watson isimli yapay zekâ sistemini kullanarak kişiselleşmiş bir kanser tedavisi uygulamaya çalışmakta ayrıca sistemi eğiterek tedavi önerilerinin daha doğru yapılabilmesi adına çalışmalarını sürdürmektedir. Merkez, endüstri 4.0’a ait bir dönüşümle ilgili makine öğreniminden faydalanmaktadır. Burada dikkati çekecek husus; makine öğreniminin doktorun işini elinden almadığı, işin daha doğru tercihlerle yönetilebilmesine katkıda bulunduğu (Özdoğan, 2017:62).

Özdoğan 2017 yılında yayınladığı çalışmasında; düşük ücretlerle çalışılan fazla emek ve uzmanlık gerektirmeyen işlerin endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin çok ileri boyutlarda olması durumunda yok olacağını fakat sosyal zeka, yaratıcılık ve duygusal zekanın kullanıldığı ve sadece insanlara özgü olan unsurları kapsayan iş kolları otomasyondan olumsuz etkilenmeyecektir. Düşük nitelikli işlerin otomasyona yenik düşeceğini bu nedenle eğitim yönlendirme ve kaynak planlaması seçeneklerinin iyi yönetilmesi gerektiğini ve geleceğe en hazır şekilde ulaşmak gerektiğini ifade etmektedir (Özdoğan, 2017: 71).

Buraya kadar anlatılanlar endüstri 4.0’ın tamamı ile olmasa da genel anlamda etkilerini ifade etmektedir. Bunun nedeni; Endüstri 4.0’ın etkilerinin çok geniş olacağı ama sınırlarının ne olacağının tam anlamıyla bilinebilir olmamasından kaynaklanmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte dijitalleşme, inovasyon ve teknolojinin çift yönlü bir algı oluşturduğu bir gerçektir. Tehditleri ve fırsatları şeklinde sınıflandırabileceğimiz bu iki yönlü algıda yapılması gereken tehdit olarak algılanan durumları da fırsata dönüştürmek adına şirketlerin, hükümetlerin, üniversitelerin, platformların ortaklaşa bir eylem planı yapmaları gerekmektedir.

6. ENDÜSTRİ 4.0’IN AKILLI FABRİKALAR, ÜRETİM MALİYETLERİ, MUHASEBE SİSTEMİ VE DENETİME ETKİSİ

Endüstri 4.0’ı gerçekleştirecek olan akıllı fabrikayı oluşturan faktörler; fabrikada mevcut tüm sistemi birbiri ile ilişkilendiren dikey entegrasyon, fabrikanın dışındaki tedarikçi ve yan sanayi firmaları ile internet aracılığı ile entegrasyondur, fabrika içindeki sistem ve süreçlerin aynı ara yüzleri kullanarak uçtan uca dijital mühendislik sistemleri entegrasyonudur. (Banger 2016, 169).

Temel unsurlarından birisi dijitalleşme olan akıllı fabrikalarda; üretim süreçlerinin simülasyonu yapılarak üretim başlamadan önce ortaya çıkabilecek sorunlar tespit edilebilmektedir. Bu sayede endüstriyel prototip ya da model üretmeyle alakalı fiziki üretim süreçleri meydana getirme maliyetleri düşmektedir (Görçün 2016, 191).

Endüstri 4.0 ile beraber geleceğin akıllı üretim ekonomisi ortaya çıkmaktadır. Geleceğin lideri olmak isteyen işletmeler, üretim ve dağıtım kanallarında çalışacak akıllı robotlar, hem üretim hem

satış ve pazarlama kanallarında kullanılabilir yapay zeka sistemleri ile bunlar arasındaki bilgi alışverişini sağlayacak nesnelere interneti ve bunların hepsini yönetebilecek tasarımcı, yazılımcı ve uygulayıcı uzmanlardan oluşan bir ekiple bunu gerçekleştirebileceklerdir. Ayrıca; fabrikada çalışan direkt işçilerin yerini robotlar alacağı için üretim maliyetleri içerisinde yer alan “Direkt İşçilik Giderleri” ortadan kalkacaktır. Bu yeni durumda “nitelikli işçilik” kavramı gündeme gelecek ve işçilikler “direkt” değil “endirekt” olacaktır. Maliyet Muhasebesi kayıt sistemi içerisinde de “720 Direkt İşçilik Giderleri” hesabının kullanılması uygun olmayacak “nitelikli işçilikler” endirekt işçilik olarak kabul edilip “730 Genel Üretim Maliyetleri” kapsamında değerlendirilebilecektir.

Üretimde Endüstri 4.0. ile birlikte direkt işçiliğin yerini robotların alması sonucunda robotlar için yapılacak enerji, tamir bakım gibi endirekt giderler ile bu robotların yönlendirmesini sağlayacak ustabaşı gibi nitelendirebileceğimiz yazılım uzmanları vs. giderlerinin endirekt işçilik olarak değerlendirilmesi gerekecektir. Bu durumda da Genel Üretim Giderlerine “Otomasyon İşçiliği Gideri” gibi bir gider çeşidi eklenmesi uygun olacaktır.

Bilgiye ulaşmanın hızlı olması ve bilginin görünebilir olması şeffaflığa olumlu katkı sağlayacaktır. Bütün sistemin birbirine bağlı olması üretim aşamasında aksamanın olmamasına, ürünlerin kalite kontrol denetiminin yapılmasıyla beraber olası hataların önüne geçilmesini sağlayacaktır. Veri madenciliği ya da büyük veri analizi yöntemleriyle fabrikalarda üretimin verimliliği artacaktır.

Akıllı fabrikalara doğru yol alınırken işletmelerde muhasebe kayıtları, stok sayımları da akıllı ve öğrenen sistemlerle yapılır hale gelecektir. Akıllı fabrikalarda yapılacak stok denetimi için iyi bir yazılım mühendisliği gerekecektir. Bu yazılımlarla beraber siparişin alınması ile gerekli olan malzeme depodan sorgulanır eğer yoksa akıllı makineler sayesinde tedarikçiden talep edilir. Bu şekilde veri sistemine girilen verilen genel veri ağına işlenerek denetime hazır hale gelecektir. Akıllı ve öğrenen sistemler muhasebe sistemi ve denetim üzerinde de etkili olacaktır.

7.ÖRNEK UYGULAMA

ÖRNEK: ABC Üretim İşletmesi Ocak 2018 itibari ile Endüstri 4.0 uygulamalarına tam olarak geçmiştir. Üretim tamamen robotlarla yapılmaktadır. İşletmede “Montaj” ve “Paketleme” olmak üzere iki esas üretim gider yeri bulunmaktadır. Yardımcı gider yerleri ise “Enerji” ve “Tamir-Bakım”dır. İşletmede iki ana esas üretim gider yerinden X ve Y mamulleri üretilmektedir. Aylık olarak maliyetleri hesaplayan bu işletmenin Ocak 2018 ayına ilişkin üretim maliyeti bilgileri ve genel üretim giderlerinin dağıtımında kullanılan anahtarlar aşağıdaki gibidir:

Gider Yeri Gider Çeşidi	EÜGY		YÜGY		TOPLAM (TL)
	Montaj	Paketleme	Enerji	Tamir – Bakım	
Direkt İlk Madde ve Malzeme Gideri	85.000*	65.000**	-	-	150.000
Endirekt Malzeme Gideri	4.000	8.000	1.000	5.000	18.000
Endirekt İşçilik Gideri	-	-	-	-	12.000
Amortisman Giderleri	-	-	-	-	70.000
Elektrik Gideri	-	-	-	-	32.000
Otomasyon İşçilik Giderleri	-	-	-	-	60.000
Dağıtım Anahtarları					
Nitelikli Çalışan Sayısı	5	3	3	4	15 kişi
Makinelerin Değeri	80.000	128.000	64.000	8.000	280.000
Endirekt İşçi Çalışma Süresi (Saat)	1.500	500	400	1.600	4.000
Kwh	4.700	3.500	1.500	300	10.000

* Montaj bölümünde; X mamulü için 65.000 TL ve Y mamulü için 20.000 TL DİMMG kullanılmaktadır.

** Paketleme bölümünde; X mamulü için 20.000 TL ve Y mamulü için 45.000 TL DİMMG kullanılmaktadır.

İstenenler:

- Uygun dağıtım anahtarlarını kullanarak genel üretim giderlerinin birinci dağıtımını yapınız.
- Basit dağıtım yöntemine göre genel üretim giderlerinin ikinci dağıtımını yapınız.

Çözüm:**I.DAĞITIM**

Endirekt İşçilik Giderleri Yükleme Oranı = 12.000 TL/4.000 saat = 3 TL/saat

Amortisman Giderleri Yükleme Oranı = 70.000 TL/280.000 TL = 0,25

Elektrik Giderleri Yükleme Oranı = 32.000 TL /10.000 kwh = 3,2 TL/kwh

Otomasyon İşçilik Giderleri = 60.000 TL/15 = 4.000 TL

Gider Yeri Gider Çeşidi	EÜGY		YÜGY		TOPLAM (TL)
	Montaj	Paketleme	Enerji	Tamir – Bakım	
Endirekt Malzeme Gideri	4.000	8.000	1.000	5.000	18.000
Endirekt İşçilik Gideri	4.500	1.500	1.200	4.800	12.000
Amortisman Giderleri	20.000	32.000	16.000	2.000	70.000
Elektrik Gideri	15.040	11.200	4.800	960	32.000
Otomasyon İşçilik Giderleri	20.000	12.000	12.000	16.000	60.000
I. Dağıtım Toplamı	63.540	64.700	35.000	28.760	192.000

II. DAĞITIM

Tamir – Bakım Yükleme Oranı = 28.760 TL / (80.000 + 128.000)TL = 0,14

Enerji Yükleme Oranı = 35.000 TL/ (4.700 +3.500) kwh = 4,27 TL/kwh

Gider Yeri Gider Çeşidi	EÜGY		YÜGY		TOPLAM (TL)
	Montaj	Paketleme	Enerji	Tamir – Bakım	
I. DAĞITIM TOPLAMLARI	63.540	64.700	35.000	28.760	192.000
Tamir-Bakım	11.062	17.698	-	(28.760)	
Enerji	20.061	14.939	(35.000)	-	
II. DAĞITIM TOPLAMLARI	31.123	32.637	-	-	
I. VE II. DAĞITIM TOPLAMLARI	94.663	97.337	-	-	192.000

İşletmede X ve Y olmak üzere iki tip mamulün tamamlanabilmesi için iki esas üretim maliyet yerinde işlem görmesi gerekmektedir. Hesapları yapılan dönemde Esas Üretim Gider Yerleri itibariyle mamuller için harcanan makine çalışma saatleri aşağıdaki gibidir:

MONTAJ EÜGY	MAKİNE ÇALIŞMA SAATİ
X Mamulü	280 MÇS
Y Mamulü	200 MÇS
TOPLAM	480 MÇS
PAKETLEME EÜGY	MAKİNE ÇALIŞMA SAATİ

X Mamulü	160 MÇS
Y Mamulü	200 MÇS
TOPLAM	360 MÇS

Buna göre;

- X ve Y mamulünün Esas Üretim Gider Yerlerinden alacağı Genel Üretim Gideri Paylarını hesaplayınız. (III. Dağıtım yapınız)
- III. Dağıtıma ilişkin yevmiye kayıtlarını gösteriniz.

Çözüm:

Montaj EÜGY Yükleme Oranı = 94.663 TL / 480 MÇS = 197,21 TL/MÇS

Paketleme EÜGY Yükleme Oranı = 97.337 TL/ 360 MÇS = 270,38 TL/MÇS

X Mamulünün Gider Yerlerinden Alacağı Genel Üretim Payları

Montaj EÜGY'den Alacağı GÜG = 280 MÇS x 197,21 TL/MÇS = 55.220,08

Paketleme EÜGY'den Alacağı GÜG = 200 MÇS x 270,38 TL/MÇS = 54.076,11

TOPLAM = 109.296,2 TL

Y Mamulünün Gider Yerlerinden Alacağı Genel Üretim Payları

Montaj EÜGY'den Alacağı GÜG = 160 MÇS x 197,21 TL/MÇS = 31.554,33

Paketleme EÜGY'den Alacağı GÜG = 200 MÇS x 270,38 TL/MÇS = 54.076,11

TOPLAM = 85.630,44 TL

151 YARIMAMULLER 151.01 X MAMULÜ 109.296,2 151.02 Y MAMULÜ 85.630,44 731 GÜG YANSITMA HESABI 731.01 X MAMULÜ 109.296,2 731.02 Y MAMULÜ 85.630,44 / GÜG'lerin Mamullere Yüklenmesi	194.926,6	194.926,6
151 YARIMAMULLER 151.01 X MAMULÜ 85.000 151.02 Y MAMULÜ 65.000 711 DİMMG YANSITMA HESABI 711.01 X MAMULÜ 85.000 711.02 Y MAMULÜ 65.000 / DİMMG'lerin Mamullere Yüklenmesi	150.000	150.000
152 MAMULLER 152.01 X MAMULÜ 194.296,2 152.02 Y MAMULÜ 150.630,4/ 151 YARIMAMULLER 151.01 X MAMULÜ 194.296,2	344.926,6	344.926,6

8.SONUÇ

Endüstri 4.0 Almanya ve ABD'de gelişimini gösteren bir evrilme olmuştur. Almanya bu dönüşümü üretim sistemlerinde, ABD ise yazılım ve elektronikte sağlamaya çalışmıştır. Endüstri 4.0'ı yaşayan bu ülkelerin hedefi iş gücü minimize etmek olmuş olup, bu devrimin sağlayacağı rekabet gücü gelişmiş ülkeleri işgücü rekabeti handikabından kurtaracak önemli bir olgu haline gelmiştir. Türkiye'nin ise bu çerçevede geride kalmaması, gerek eğitim gerekse diğer altyapılarını, zihin gücünü bu yönde geliştirmeye çalışmalıdır.

Almanya örneğinden gidilecek olursa, Endüstri 4.0'a yaptıkları yatırımlarla 30 milyar Euro iş hacmine denk gelecek şekilde yüzde 3 oranında bir büyüme öngörülmektedir. Bu sistem Türkiye'de hayata geçirilebilirse büyümeyi yüzde 5 ila yüzde 8 arası bir oranda yakalamanın mümkün olduğu sanayi sektöründeki yöneticiler tarafından ifade edilmektedir. Eldeki en güncel verilere bakıldığında, GSYİH'deki yüzde 4 artışın 1 puanının endüstriyel üretimden geldiği görülmektedir. Bunun anlamı, Türkiye büyümesinin dörtte birini sanayisi sağlamaktadır. Endüstri 4.0 ile sanayideki büyüme iki ya da üç katına çıkarılabilirse, ekonominin geri kalanı durağan işlese bile Türkiye yüzde 6'yı aşan bir büyüme elde edilebileceği öngörülmektedir. (Fortune 2017).

Endüstri 4.0 ile beraber meydana gelen üst düzey dijitalleşmeyle endüstri, ekonomi, insanların hayatı kısacası her şey bir dönüşüme uğrayacaktır. Dönüşüm etkisini gösterirken birçok şey arkada kalacak ama bunun yanı sıra bir çok fırsatlar da sunulmuş olacaktır.

Dönüşümün etkileyeceği önemli alanlardan biri de muhasebe sistemi olacaktır. Muhasebe sisteminin dijitalleşmeyle beraber hata payı minimize edilmiş olacak, gerek iç muhasebe sistemi gerekse iç ve dış denetim sistemi daha şeffaf daha hızlı daha doğru hale gelecektir.

Üretim sisteminde yaşanacak dönüşümde, üretimde robotların kullanılması durumunda Maliyet muhasebesi sistemi içerisinde üretimin maliyetini saptamakta kullandığımız direkt İşçilik Giderinin niteliğinin değişeceği bunun yerine işçiliklerin robotlarla yapılacağı gerçeğine dayanılarak hesabın niteliğinin değişeceği düşünülmektedir.

Endüstri 4.0 ile beraber akıllı üretim süreçleri açısından bilişim teknolojilerine dayalı uzmanlara ihtiyaç artacaktır. Bu bakımdan ülke olarak nitelikli işgücünü doğuran ve gelişmiş ülkeler arasında yer almak için kodlama yazılım eğitimlerinin eğitim müfredatlarında kesinlikle yer alması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2014). Biyomedikal Uygulamaları İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Veri Toplama Ve Analiz Sistemi. *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi - Tıptekno'14*. 299-304. Kapadokya-Nevşehir: Biyomedikal ve Klinik Mühendisliği Derneği .
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları, *Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi* , 37-54.
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, *Journal Of Life Economics* , 19-30.
- Arslan, K., & Kırbaş, İ. (2016). Nesnelerin İnterneti Uygulamaları İçin Algılayıcı/Eyleyici Kablosuz Düğüm İlk Örneği Geliştirme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı* , 35-43.
- Ashton, K. (2009). That Internet of Thing Thing. *RFID Journal* , 1-2.
- Avrupa Birliği. (2013). Factories of The Future PPP: Towards Competitive EU Manufacturing, Brüksel: European Union.
- Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 Ekstra, Ankara: Dorlion Yayınları.
- Bayuk, M. N., & Öz, A. (2017). Nesnelerin İnterneti Ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri,' *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* , 41-58 .

- Boulton, J. (2014). The First Web Celebrity Was A Coffee Pot, Digital Archeology: <http://digital-archaeology.org/the-first-web-celebrity-was-a-coffee-pot/> adresinden 22 Aralık 2017 tarihinde adresinden alınmıştır.
- Brynjolfsson, Erik, McAfee, Andrew (2015). The Second Machine Age. Türk Hava Yolları Yayınları.
- Demirtaş, U. (2016). Yeni Bir Sanayi Devriminin Eşiğinde, *Anahtar Dergisi*: <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/yeni-bir-sanayi-devriminin-esiginde/6272> adresinden 31 Aralık 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Eğilmez, M. (2017). Endüstri 4.0. Mahfi Eğilmez Web Sitesi: <http://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html>
- Ercan, T., & Kutay, M. (2016). Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 599-607.
- Erdem, Ö. (2015). *HoneyThing: Nesnelerin İnterneti İçin Tuzak Sistem*, İstanbul Şehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ernst and Young. (2017). What Role Could The Finance Function Play in a 4.0 World, *Ernst & Young Global Limited Financial Accounting Advisory Services*.
- Erturan, İ. E. ve Ergin, E. (2017). Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü, *Muhasebe Ve Finansman Dergisi*, 13-32.
- Evgen, T. (2017). RFID Ve Nesnelerin İnterneti Tabanlı Tedarik Zinciri Bilgi Yönetimi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Dönem Projesi* . Denizli : Pamukkale Üniversitesi .
- Frey, C. B., and Osborne, M. A. (2013).. *The Future of Employment:How Susceptible are jobs to computerisation?* *Septemper 17*:http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Aralık 31, 2017 tarihinde Oxford Martin School University of Oxford: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf adresinden edinilmiştir.
- Görçün, F. Ö. (2016). Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0, İstanbul: Beta Basım.
- Halıcı, H. (2016). Otomasyon, Verimlilik, Endüstri 4.0, *Otomasyon ve Üretim Teknolojileri Dünyası* (s. 13). içinde İstanbul : VDMA Verlag GmbH.
- Hartigan, M., Laaper, S., Mussomeli, A. and Gish, D. (2017). The Smart Factory - Responsive, Adaptive, Connected Manufacturing, Deloitte University Press .
- <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841>, Erişim tarihi: 01.02.2018
- <http://www.bilimiletisimi.com/show.php?id=21911> ,Erişim Tarihi:10.01.2018
- <https://www.aicpa.org/>, Erişim Tarihi: 10.02.2018
- Isaiah, D. (2015). Automotive grade graphene:the clock is ticking Aralık 31, 2017 tarihinde Automotive World: <http://www.automotiveworld.com/analysis/automotive-grade-grapheneclock-ticking/> adresinden alındı
- Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G. and Wahlster, W. (2016). Industrie 4.0 in a Global Context Strategies for Cooperating with International Partners. *Münih : acatech – National Academy of Science and Engineering* .
- Kagermann, H., Lukas, W.-D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0, - *Mit Dem Internet Der Dinge Auf Dem Weg Zur 4. Industriellen Revolution. Vdi Nachrichten* , s. 2.
- Kagermann, H., Wahlster, W., and Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0 , Frankfurt: Acatech.
- Kagermann, V. H., Lukas, W.-D. and Wahlster, W. (2015). Abschotten İst Keine Alternative. *Vdi Nachrichten* .
- Kılıç, K. (2017). Endüstri 4.0 Yönetim Bilişim Sistemleri, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Dersi, İstanbul
- Kozan, D. (2017). Kurumsal Çözüm Önerileri, *Endüstri 4.0 - Capital Dergisi Eki* , s. 28-33.
- Kozanoğlu, H. (2016). Endüstri 4.0, İnsan Emeği Ve Mühendis, *Elektrik Mühendisliği Dergisi* , s. 18-19.
- Kutup, N. (2016). Nesnelerin İnterneti; 4H Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne ile Bağlantı, 21. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildiri Kitabı (s. 27-32). Ankara : TED Üniversitesi.
- Laskow, S. (2014, Eylül 23). "The Strongest, Most Expensive Material on Earth", Aralık 31, 2017 tarihinde The Atlantic,: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/09/the-strongest-most-expensive-material-on-earth/380601/> adresinden alındı
- Manyika, J., & Chui, M. (2014, Ağustos 13). "Digital Era Brings Hyperscale Challenges" , *13 Ağustos 2014*. Aralık 31, 2017 tarihinde The Financial Times: <https://www.ft.com/content/f30051b2-1e36-11e4-bb68-00144feabdc0> adresinden alındı

- Metten, B. (2016). Industrie 4.0 –Anahtar Sanayi Olarak Alman Makine ve Sistem İmalatı, *Otomasyon ve Üretim Teknolojileri Dünyası* (s. 32-33). içinde İstanbul : VDMA Verlag GmbH.
- Meyerson, B. (2015). *Top 10 Technologies of 2015*. World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/03/top-10-emerging-technologies-of-2015-2/> adresinden 31 Aralık 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Özdoğan, O. (2017). Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları, İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Peterson, H. (2015). *The 12 jobs most at risk of being replaced by robots*. World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/the-12-jobs-most-at-risk-of-being-replaced-by-robots/> adresinden 31 Aralık 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Ramanathan, K. (2015). Industry 4.0: Implications for the Asia Pacific Manufacturing Industry, *SMT Magazine* , s. 24-29.
- Sacala, I. S., Moisescu, M. A., Dumitrache, I., Munteanu, C. A. and Caramihai, S. I. (2015). Cyber Physical Systems Oriented Robot Development Platform. *Procedia Computer Science* , 203-209.
- Schwab, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi, (Z. Dicleli, Çev.) İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Stock, T., and Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, *Procedia CIRP* 40 , 536-541.
- Şener, S. ve Eevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları Ve Yüksek Öğrenim", *Mühendis Beyinler Dergisi* , 25-37.
- Şuman, N. (2017, Şubat 02). Akıllı Üretim Çağı:Endüstri 4.0. *Fortune Dergisi*: <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-caği-endustri-40-42841#popup> adresinden 31 aralık 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Tayaksi, C., Ada, E., & Kazançoğlu, Y. (2016). Bulut Üretim: İşlemler Yönetiminde Yeni Bir Bulut Bilişim Modeli, *Ege Akademik Bakış* , 71 / 84.
- TÜSİAD. (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 İstanbul: TÜSİAD.
- Wetterstrand, K. (2015). *DNA sequencing Costs:Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)* . National Human Genome Research Institute: <https://www.genome.gov/27541954/dna-sequencing-costs-data/> 2 Ekim 2017 tarihinde adresinden edinilmiştir.
- Wolters, U. (2016). Ölçüm Sistemlerinin Otomasyonu ve Ağlandırılması:Üretim Ölçüm Teknolojisi 4.0'dan Kaynaklı Değişimler. *Otomasyon ve Üretim Teknolojileri Dünyası* (s. 20-21). içinde İstanbul : VDMA Verlag GmbH.
- Yazıcı, A. (2016). Endüstri 4.0 Ve Otonom Robotlar, *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, Aralık (459), s. 39.