

## Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları

DOI: 10.26466/opus.704841

\*

Didem Koca\*

\* Ar. Gör., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Politika A.B.D, Ankara, Türkiye

E-Posta: [didem\\_koca@hotmail.com](mailto:didem_koca@hotmail.com)

ORCID: [0000-0001-5236-2677](https://orcid.org/0000-0001-5236-2677)

### Öz

*Bu makalede, geleneksel endüstri toplumlarından "Sanayi 4.0" a geçişin temel noktaları ve dönemlerinin işgücünün beceri dönüşümleri üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sanayi devrimlerinin tarihsel arka planı kapsamında, sanayi toplumlarının içinde bulunduğu koşullar çerçevesinde değişen ve işgücünün niteliğinin dönüşümünü tetikleyen paradigmlar ele alınmıştır. Endüstriyel dönüşümün tarihsel arka planına bakıldığında, bu dönüşümü gerçekleştiren ya da dönüm noktası olarak ifade edilen büyük değişim dalgalarına tanıklık edildiği görülmektedir. Aslında bu dönüşümler ve dönüm noktaları bazı yazarlara göre kilit dalgalar olup kendinden öncesini yok ederken, bazı yazarlara göre ise dönüşümlerin birbirlerini tamamlayan parçalar olduğu ifade edilmektedir. Dördüncü sanayi devrimi (Sanayi 4.0) dalgası, yalnızca işgücü piyasaları üzerinde değil aynı zamanda toplumsal değişimler üzerinde de etkili olmaktadır. Dolayısıyla birinci, ikinci, üçüncü sanayi devrimlerinin ve günümüzde tanıklık ettiğimiz dördüncü sanayi devriminin sosyal, ekonomik, kültürel ve siyasal açıdan önemli etkileri olmuştur. Özellikle Sanayi 4.0 kapsamındaki dönüşümlerin önümüzdeki dönemlerde işgücü piyasası üzerindeki yansımaları dikkat çekici olacaktır. Bu makalede öncelikle sanayi devrimlerinin tarihsel süreci ele alınmıştır. Bu kapsamda iş organizasyonlarının ve değişen istihdamın yapısı incelenmiştir. Diğer yandan sanayi devrimlerinin işgücü becerileri üzerindeki etkisi ele alınarak, Sanayi 4.0'ın işgücü becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Sanayi Devrimi, Sanayi 4.0, İşgücü, Beceriler

## The Historical Background of Industrial Revolutions and Their Reflections on Workforce Skills

\*

### Abstract

*In this article, the effect of transition from traditional industrial societies to “Industry 4.0” and the effects of the turns on the skill transformations of the workforce are examined comparatively. Within the context of the historical background of the industrial revolutions, the paradigms that have changed within the framework of the industrial societies and trigger the transformation of the quality of the workforce have been discussed. Looking at the historical background of the industrial transformation, it is seen that there are witnesses to the big waves of change that have made this transformation or expressed as a turning point. In fact, these transformations and milestones are key waves according to some authors, while they are vanishing ahead of themselves, and according to some authors, conversions are said to be complementary parts. The fourth wave of industrial revolution (Industry 4.0) has an impact not only on labor markets, but also on social changes. Therefore, the first, second, third and fourth industrial revolutions we witnessed today have had important social, economic, cultural and political implications. Particularly, the reflections of the transformations within the scope of Industry 4.0 on the labor market in the future will be striking. In this article, firstly, the historical process of industrial revolutions is discussed. In this context, the structure of business organizations and changing employment has been examined. On the other hand, the impact of industrial revolutions on workforce skills and the impact of Industry 4.0 on workforce skills are discussed.*

**Keywords:** *Industrial Revolution, Industry 4.0, Workforce, Skills*

## Giriş

İçinde bulunduğumuz toplum ifade edilirken birbirinden farklı tanımlamalara ve kavramlara yer verilmektedir. Elektronik çağ, endüstri sonrası toplum, uzay çağı, küresel köy, bilişim çağı gibi tanımlamalar kullanılmaktadır. Alvin Tofler tüm bu sınıflandırmaların yetersiz kaldığını ifade ederken “Üçüncü Dalga” kitabında, dönüşümlerin teknolojik gelişmeler ve toplum gereksinimleri ışığında olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda sınıflandırmasına birinci dalga ile yani tarımın ortaya çıkmasıyla başlamakta olduğunu belirtmektedir. İkinci dalganın ise endüstri devriminin getirdiği gelişmelerle başladığını ifade eden Tofler, üçüncü dalgayı teknoloji çağı olarak tanımlarken, diğer yandan da bilgi artışı, yeni teknolojilerin sonucunda kısalan mesafelerle dünyayı bir “küresel köy” olarak betimlemektedir (Tofler, 2008, s.16).

Diğer yandan Hans Freyer (2014) ‘e göre sanayi devrimleri altı dalga olarak belirtilmektedir. İlk sanayi dalgası dokuma sanayi ile başlamaktadır. İngiltere’de başlayan bu dalga sürecine işgücünden bakıldığında el işçiliğinden yetişme teknisyenlerin ve meslekten olmayan kimselerin varlığından söz edilmektedir. İkinci sanayi dalgasını demir-çelik dönemi oluşturmaktadır. Üçüncü sanayi dalgası ise ulaştırma çağı olmuştur. 19.YY ortalarına doğru sanayileşmenin dördüncü dalgası olan kimya çağı ile başlamıştır. Beşinci sanayi dalgası elektrik sanayidir. Bu dalga sanayide bir dönüm noktası olarak da ifade edilmektedir. Çünkü bu yeni sanayi dalgası, kendinden önceki bütün sanayileri kökünden değiştirmiştir. Buhar günün yerini alan elektrik, taşımadan ulaştırmaya kadar her alanda kendini görünür kılmıştır. Ve son olarak altıncı sanayi dalgası ise benzin motoru çağıdır. Bu dalga ise ulaştırma alanında yepyeni ufuklar açmıştır (Freyer, 2014, s.40-42).

Endüstri dönüşümün günümüzdeki son basamağı olarak ifade edilen Sanayi 4.0 kavramı ise 2011 yılında Almanya’da ortaya çıkan bir kavramdır. Almanya menşeli ortaya çıkan Sanayi 4.0 kavramı, daha sonra diğer ülkeler tarafından farklı isimlendirilmiştir. Diğer sanayi dönüşümlerinden farklı olarak Sanayi 4.0, üretim ekosistemi içerisinde yüksek katma değerli ürün üretimi, yüksek rekabet gücü, verimlilik artışı sağlamakta ve gelişen teknolojilere uygun üretim süreçlerini ortaya çıkarmaktadır. Tüm bu gelişmelere paralel olarak işgücünde de önemli değişimleri kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu bağlamda her sanayi devriminin ortaya çıkardığı yeni “araç” aynı zamanda işgücü becerilerini de doğrudan etkisi altına almaktadır. Dolayısıyla

değişimler ve dönüşümler, işgücü becerilerini dolaylı değil doğrudan etkilemektedir.

18.YY itibarıyla yaşanmaya başlanan sanayi devrimleri insanların üretime değer yaratma şekillerini dönüştürmüş ve tüm dünyayı etkilemiştir. Üç sanayi devriminin her birinde, teknolojiler, siyasi sistemler ve sosyal kurumlar hep birlikte evrim geçirerek sadece endüstrileri değil aynı zamanda insanların kendilerine bakış açılarını, birbirleriyle ilişkilerini ve dünyayla etkileşimlerini de değiştirmiştir (Schwab, 2019). 18.YY itibarıyla sanayileşmenin yaygınlaşmaya başlaması üretim odağında ihtiyaç duyulan işgücünün yetiştirilmesini de gündeme getirmiştir (Giddens, 2008).

### **Birinci Sanayi Devrimi**

Birinci sanayi devrimi, bir diğer adıyla Sanayi 1.0 olarak ifade edilen bu kavram sanayileşme sürecinin, dört aşamanın birinci basamağını oluşturmaktadır. Sanayi 1.0'ın başlangıç tarihinin 1650'li yıllara dayandığı ifade edilirken 1840'lı yıllara kadar devam etmiş olan bir süreçtir. Ancak 1840'lı yıllarda başlayan toplumsal işçi hareketleri, bu süreci 1840 ve 1848 yıllarında kesintiye uğratmıştır. Tarihsel birçok gelişmenin bir ürünü olarak ortaya çıkan sanayi 1.0, siyasal, ekonomik ve toplumsal bir zemin etrafında ortaya çıkmıştır. Bu uygun koşullar İngiltere'de kendini göstermiştir (Hobsbawm, 2008, s.53).

İlk Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın ortalarında İngiltere'de gerçekleşti ve buhar motorunun icadı ile güçlendirilmiştir. 19. yüzyılın ikinci yarısında, Avrupa ve ABD'de İkinci Sanayi Devrimi ortaya çıkmıştır. Bu devrim, seri üretim ve buharın kimyasal ve elektrik enerjisi ile değiştirilmesi ile karakterize edildi. Artan talebi karşılamak için, sanayi ve mekanizasyonda otomatik operasyonlu montaj hattı gibi üretkenliğin artmasına izin veren çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir (Pereira ve Romero, 2017, s.1207).

Tarih kitaplarının çoğu sanayi devriminin ilk aşamasını buhar makinesinin icadına dayandırsa da aslında sanayi devriminin başlangıcını tek bir olguya ya da nedene ya da sınırları çizilmiş bir tarihe bağlamak doğru olmayacaktır. Bu doğrultuda bakıldığında, buhar gücünün makinelerde kullanılmaya başlanması da yüzyılı aşan bir sürede gerçekleşmiştir. Buhar makinelerinin insan gücünün bir ikamesi olarak ortaya çıkması bu dönemde yüksek ürün talebi karşısında insan gücünün yetersiz kalması ile açıklanmaktadır.

Binlerce işçinin üretebileceği bir ürünün bir makine ile üretilmeye başlanması, tekstil ürünlerinin üretiminde artışı sağlayarak ürünlerin birim maliyetinde geçmişe kıyasla önemli ölçüde azalma yaşanmıştır. Bu makineler insanla kıyaslandığında, yorulmuyor, acıkmıyor, paydos etmiyor ve kesintisiz olarak çalışabilme potansiyeli sunuyordu (Görçün, 2016, s.12-13).

Buhar gücüyle çalışan buhar makinelerinin artık yoğun bir biçimde üretimde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte üretim yerlerinin yapısında da değişiklikler kaçınılmaz olmaktadır. Öncesinde insan gücüne dayalı olarak gerçekleşen üretimin yerini artık büyük çoğunlukla makineler almış, bu durum imalathaneleri büyük fabrikalara dönüştürmüştür (Stearns, 2013).

Bu gelişmeler ışığında üretim hacmi ve kapasitesi önemli ölçüde artmış, üretim miktarı kapasitesinin müşteri talebinden daha hızlı artması neticesinde tüketim fazlası ürünler envantere bekletilmeye başlanmıştır. Bunun sonucunda üretim, tedarik ve tüketim süreçlerinde dikkate değer ölçüde verimsizlikler ortaya çıkmıştır. Bu problemin aşılması buhar gücünün taşımacılığa yönlendirilmesi ile karşılanmıştır. Birinci sanayi devriminin dikkat çeken bir diğer özelliği de buhar gücünün üretimin yanında taşımacılıkta da kullanılmaya başlanması olmuştur. Bu sayede demiryolu araçlarının gelişmeye başlaması düşük maliyetli, etkin, verimli üretim ve taşımacılık gerçekleşmeye başlamıştır (Görçün, 2016,s.30-36).

Sanayi 1.0'ın üretim ve ulaştırma alanlarında gerçekleştirdiği dönüşümler yanında belki de etkisinin en sert hissedildiği toplumsal alandaki dönüşümdür. Avrupa nüfusunun bu dönemde hızla artmaya başlaması Sanayi 1.0'ın temelden sarsıcı etkisi kırdan kente göç akımını da tetiklemiş oldu. 18.YY sonlarına yaklaşırken feodalitenin tasfiyesiyle toprak mülkiyeti olmayan köylülerin dalgalar halinde endüstri merkezlerine doğru göç etmeye başlamışlardır (Mahiroğulları, 2005). Artan kent nüfusu, yeni yerleşim alanlarının şehir merkezlerinin dışına kurulmasına neden olmuştur. Bu yeni yerleşim yerlerine "banliyö" adı verilirken, banliyöler ile şehir merkezlerinde yaşayanlar arasında sosyo-kültürel farklılıklarının oluşmasına neden olmuştur. Uzun bir döneme yayılan bu göç hareketi beraberinde yeni bir sınıfın doğuşunu sağlamıştır. İşçi sınıfını ortaya çıkaran bu göç hareketi ile işçiler, geldikleri endüstri merkezlerinde başlangıçta sıkıntı yaşamaları bile emek arzının emek talebini aşması neticesinde "işsizlik" ile karşı karşıya kalmışlardır. Böyle bir durumda işverenin şartlarını koşulsuz şartsız kabul etmek zorunda kalan iş-

çiler, çalışma ilişkileri hususunda emeğin istismarının önüne geçen düzenlemeler gerçekleşene kadar zor ve kötü şartlar altında çalışmaya devam etmişlerdir.

İşçiler yaşadıkları bu zor durum ve makineyle özdeşleşen kapitalist düzen karşısında isyan etmeye başladılar. Çünkü tek bir aleti kullanma kapasitesine sahip işçinin ikamesi olarak "makine" görülmeye başlamıştır. Böylelikle emeğin vasıfsızlaştırılması ve yabancılaştırılmasının temeli olarak makinelerin görülmesi, işçilerin makinelere karşı ayaklanmasına neden olmuştur. Bu durum tarihe "makine kırıcılık" diğer adıyla "*Ludizm*" olarak geçmiştir (Taş, 2012). Ludizm 1758 yılında mekanik yün biçme makinelerinin İngiliz işçileri tarafından parçalanmasıyla başlamıştır. Verilen ölüm cezaları bile bu hareketin yayılmasını önleyememiştir. Ludizm hareketinin öncüleri, tekstil endüstrisinde dokuma tezgahlarında çalışan zanaatkarlar ve işçilerdi. Sanayi devrimi öncesinde bu sektörde ve dokuma tezgahlarında çalışan işçilerin tecrübeli ve teknik donanımı yüksek kişilerin olması beklenirken, sanayi devrimiyle birlikte nitelikli ve tecrübeli kişilerin gerekliliği ortadan kalkmıştır.

Birinci sanayi devrimi ortaya işçi sınıfını çıkarırken, dördüncü sanayi devrimi robot sınıfını ortaya çıkaracaktır. Gelecekte işçilerin takım arkadaşları robotlar olacaktır. Sanayi devriminde yaşanan makine kırma eylemlerinin gelecekte yine işçiler tarafından robotlara karşı yapılabileceği öngörülmüyor. Kendini geliştiren, kalifiyeli olan ve sahip olduğu becerileri sürekli yenileyen işgücü iş bulabileceklerdir. Sanayi 4.0 daha çok niteliksiz çalışanları negatif yönde etkileyecektir. Bu bağlamda giderek kas gücü ve el becerilerine dayanan işleri robotların devralacağı belirtilmektedir. Özellikle kas gücü ve el becerilerine bağlı işgücünün işsiz kalması ihtimali robot ve makinelere karşı bir düşmanlığı da beraberinde getirecektir. Tıpkı sanayi devriminin ilk başlangıcında olduğu gibi. Bu kapsamda Sanayi 4.0'ı topyekün bir değişim olarak ele alarak sanayi 1.0 ile karşılaştırıldığında yeni bir dönüm noktası olarak ifade edilebilir. 1770'li yıllarda ortaya çıkan makine yıkma girişimleri yani Ludizm hareketlerinin başka bir versiyonunun yakın gelecekte robotlara karşı da olabileceği öngörülmektedir (Öztuna, 2017, s.103).

## **İkinci Sanayi Devrimi**

İkinci sanayi devrimi veya Sanayi 2.0 olarak da ifade edilen bu dönem, takriben 1850-1914 yılları arasında kapsamaktadır. Birinci sanayi devriminde başrolü oynayan İngiltere yerini ikinci sanayi devriminde artık Almanya ve

Amerika Birleşik Devletleri'ne bırakmıştır. Bu dönem endüstrisinin başat aktörleri ise; elektrik motoru, telefon telgraf, içten yanmalı motor vb. olmuştur (Günay, Öcal ve Öcalan, 2018). Buhar makinesinin yavaş yavaş tarih sahnesinden silinmeye başlaması ve yerini genç ve dinamik petrol enerjisine bırakması Sanayi 2.0'ın önemini ifade etmektedir. İkincisi, Sanayi Devrimi sadece teknolojiye ve verimliliğin geliştirilmesinde büyük bir ilerlemeyi temsil etmekle kalmaz, aynı zamanda üretim biçimlerini ve üretim süreçlerinin unsurları arasındaki ilişkileri de dönüştürmektedir.

Bu dönem, geçmişte gerçekleştirilmiş olan teknolojik gelişmeye karşın 1929 ekonomik buhrana kadar arz ve talebin muazzam ölçüde yakınlaştığı bir dönem olma özelliği de taşımaktadır. Çünkü geçmişte arz her zaman talebin gerisinde kalıyordu. Steve Jobs yıllar sonra bu durumu şöyle açıklamıştır: “müşterilerinize ne istediğini sorup ona göre ona göre ürün çıkaramazsınız, çünkü siz onların istediğini yaparken onlar başka bir şey istiyor olacaktır.” Jobs müşterilerin ürünleri tüketme hızları ve yeni ürün beklentilerinden bahsetmektedir (Görçün, 2016, s.110).

Ancak ilerleyen yıllarda makine sayısının artışı da yeterli üretim kapasitesi ve verimlilik sağlayamayınca yeni üretim prosesleri ve teknikleri geliştirilmeye başlanmıştır. Yeni yaklaşımların geliştirilmesi gündeme getirilerek, gelişmiş nitelikte üretim akış süreçleri, fabrika iç tasarımları, üretim ergonomisi ve fabrika yerleşim düzeni gibi yeni kavramlar ortaya konulmuştur. Bu iş akış sistemleri sayesinde yüksek düzeyde uzmanlaşma ve organize edilmiş üretim metodları hayata geçirilmeye başlanmıştır (Görçün, 2016). Tüm bu gelişmeler fordizm üretimi temsil etmeye başlamıştır. Bu yaklaşımın ilk aşaması taylorizm olup esnek üretime geçiş sisteminin basamaklarını oluşturmaktadır.

19.YY sonlarında ilk kez ABD'de ortaya çıkan taylorizm, esasında üretim sürecinin bütün aşamalarının yönetimin elinde bulunmasını ifade etmektedir. Kafa ve kol gücünün birbirinden ayrılarak, üretim sürecinin tüm aşamalarının parçalanmak suretiyle basitleştirilmesi esasına dayanmaktadır (Sandrone, 2005). Üretim sürecinin bu şekilde bölümlere ayrılması esasına dayanan taylorizm, işçilerin sadece bir alanda uzmanlaşmasını esas almaktadır. Ancak makinelerin sabit olmaması ve işçilerin makineler arasındaki hareketliliği, zaman kaybına ve verimliliğin düşmesine neden olmuştur. Söz konusu bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla “üretimde montaj hattı” veya fordizm tarzı üretim sistemi hayata geçirilmiştir.

1900'lü yılların başında Henry Ford tarafından geliştirilen fordizm, ilk kez Ford otomobil fabrikasında uygulanmıştır. İşçilerin vasıfsızlaştırılarak, niteliklerine olan bağımlılığın en düşük düzeye getirilerek mekanize olmuş adimlardan oluşmaktadır. Üretim süreci, işlem sırasına göre dizilmiş makine ve iş istasyonları fordist montaj hattının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Ansal, 1996). Bu sayede ortaya çıkan dikey iş bölümü ya da katı iş bölümü görev ve pozisyonlarda ileri derecede farklılaşmaya yol açarak işin, niteliksiz veya yarı nitelikli işgücü tarafından yapılmasına imkan sağlayarak, nitelikli işgücüne olan bağımlılığın azalmasına yol açmıştır (Tokol, 2000). Böyle bir perspektifte işçilerin makineler karşısındaki konumu sert ve esnek olmayan bir manzarayı sergilemektedir.

1960'lara gelindiğinde ise fordist üretim sürecinde birtakım olumsuzluklar baş göstermeye başlamıştır. Klasik bant tipi üretim tipi sistemde bir parçanın diğer aşamaya getirilinceye kadar bitirilmek zorunda olması ve bu bitiş süreçlerinin farklı zamanlarda gerçekleşmesi bir takım zaman kayıplarına yol açmaktaydı. Diğer yandan, işçiler açısından bakıldığında uzmanlaşmanın sebebiyet verdiği memnuniyetsizlik, yoğun bir biçimde niteliksiz işgücünün kullanılması ve üretimin en küçük parçalara kadar ayrılmış olması fordist üretimin temel sorunlarını oluşturmaktaydı (Çakmak, 2004). Dolayısıyla yaşanan bu hadiseler, fordist üretim tarzına ikamesinin oluşturulmasını elzem kılmaktaydı.

*Tablo 1. Dönemler İtibariyle İş Organizasyonu ve İstihdamın Yapısı*

Dönemler	Piyasanın Özgün Niteliği	Üretim Modeli	Döneme Özgün Sorunlar	İşsizlik Türü
1950-1960	Sınırsız talep için standardize üretim	Fordist üretim modeli	Dönemsel dalgalanmalar	Konjonktürel işsizlik
1970-1980	Farklılaşmış talep, sık değişen tüketici tercih ve talebi, yüksek kaliteli ürünler	Bilgi ekonomisi üzerine bina edilmiş yeni üretim konseptleri insan odaklı üretim modeli	Kaliteli ve eğitilmiş işçilerin daha iyi bir işe yönelmeleri	Friksiyonel işsizlik görelisi daha yüksek
1980-1990	Gelişen global piyasalar	Tam zamanında üretim, ve hizmette küreselleşme	Sürekli yenilik için Pazar baskısı	Yapısal işsizlik, bölünmüş işgücü yapısı

Çakmak, 2004, s.241



1970'lere gelindiğinde ise yeni tüketim tercihlerine hızlı bir biçimde cevap veren esnek üretim modeli karşısında fordist üretim modeli geçerliliğini kaybetmeye başlamıştır. İlk kez Japonya'da geliştirilen ve yeni bir model olan esnek üretim modeli ortaya çıkmıştır. Esnek üretim modeliyle birlikte iş bölümlerinin, tanımlarının ve aynı zamanda ücretlerin farklılaştığı bir dönem olma özelliği taşımaktadır (Çakmak ve Erdem, 2005).

Diğer yandan fordizm sonrasında teknolojik gelişmelerin de etkisiyle birlikte makine ve emek arasındaki denetim ilişkisinin bu dönemde derinleştiği söylenebilir. Yani emek artık makinelerin denetimi altına girmeye başlamıştır. Günümüze doğru yaklaşıldığında ise bir makineye göre daha çok gelişmiş teknolojiye sahip bilgisayarların işçilerin her açıdan denetlemeye ve yöneltmeye başlamıştır. Sermaye ise üretim araçlarının üzerinde kurduğu belirgin ve derin egemenliğini devam ettirmektedir. Post-fordist üretim sisteminin uygulanmaya başlamasının ardından ortaya çıkan en önemli problem "işsizlik" olmuştur. Bu durum sadece istihdam azalmasına yol açmamış aynı zamanda istihdamı günün ihtiyaç yapısına göre yeniden şekillendirmeyi sağlamıştır. Aynı zamanda çalışma süreleri, saatleri ve ücretler hususunda da tıpkı üretim sürecinde olduğu gibi bir esnekleşme sürecinin başlamasına neden olmuştur (Aydoğan, 2011).

Post-fordist üretim sürecinde öne çıkan esnek üretim tarzının yanı sıra yalın üretim modelini tanımlamak da mümkündür. Piore ve Sabel (1984), makinelerin kullanıldığı ve vasıflı işçilerle küçük ölçekli imalatın sağlandığı esnek uzmanlaşma, bir diğeri ise daha çok büyük ölçekli işletmelerde kullanılan model olan yalın üretim modelidir.

### Üçüncü Sanayi Devrimi

1960-1990 dönemleri itibarıyla teknolojinin de gelişmesi ile birlikte, üçüncü sanayi devrimi ortaya çıkmaya başlamıştır. Böylelikle günümüzde kullanılmaya başlanan yazılımların üretimi başlamış olup, bilginin dijitalleşmesi süreci hayat bulmuştur. Bu noktada söz konusu yeni yazılımların hayata geçirilmesi ile birlikte yeni üretim araçlarının ve yeni nesil donanımlarının kullanımını başlamıştır (Özdoğan, 2018).

Önceki sanayi devrimleri ile kıyaslandığında; birinci sanayi devrimini üretimin makineleşmesi, ikinci sanayi devrimini, üretimin hızlanması ve üçüncü sanayi devrimi ise üretimin otomasyonu şeklinde değerlendirilebilir

(Özsoy, 2017). 20.yüzyıl ortalarında başlayan üçüncü sanayi devrimi, elektronik teknolojiler ve otomasyon bu süreçte üretime entegre olmuştur. Bu süreçte endüstriyel robotlar ve bilgisayar teknolojilerinin icadı üretimde otomasyonu sağlayarak, endüstrilerde çalışan işçilerin sahip olduğu nitelik ve becerilerinde de değişimler yaşanmaya başlanmıştır (TTGV, 2018). Böylelikle üretimde artık mekanik ve elektronik teknolojiler yerini dijital teknolojiye bırakmaya başlamıştır. Nitelik bakımından birinci ve ikinci sanayi devrimlerinden farklılaşan üçüncü sanayi devrimi, temel bileşenlerini internet, bilgi işlem teknikleri, dijital haberleşme, mikro elektronik vb. oluşturmaktadır. Bu gelişmeler, siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin birbiri ile iletişime geçmeye başlaması, dördüncü sanayi devriminin sinyalleri olarak ifade edilmektedir. Diğer yandan bu dönem dijital devrim olarak da adlandırılmaktadır (MÜSİAD, 2017).

Oluşan yeni teknolojiler ve bu kapsamda artan üretim kapasiteleri yeni pazarların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Küreselleşmenin bu üçüncü aşamasında üretimdeki mevcut maliyet kalemlerinin her biri endüstriler tarafından yakın takip edilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda müşteriler hem düşük fiyatlı hem de kaliteli ürün talep ediyorlardı. Bunun sağlanmasının tek koşulu ise maliyetlerin kontrol altına alınmasından geçmekteydi. Maliyetlerin kontrol altına alınabilmesi için endüstri faaliyetleri “katma değer yaratan” ve “katma değer yaratmayan” faaliyetler olarak parçalara ayrılmıştır. Bu noktada endüstri faaliyetleri açısından dış kaynak olarak tanımlanan işletme arayışı içine girilmiştir. Endüstrilerin dış kaynak kullanımları, maliyet avantajı sunmanın yanı sıra yüksek kaliteli ürün üretebilme olanağı da sağladı. Böylelikle üçüncü sanayi devrimi sürecinde tedarik zinciri gitgide küresel ölçekli bir nitelik kazanmaya başlamıştır. Bu kapsamda artık hiçbir ürün sadece bir yerde üretilmemeye başlanmıştır. Dış kaynak kullanımı ile diğer fonksiyonların yanı sıra, üretim faaliyetlerinin de dışsal aktörler tarafından yerine getirilmeye başlanması fabrikaların birçoğunu daha sakin ve ıssız yerler haline getirdi. Sanayi aşamalarının bu dönemi özellikle markalaşma dönemi olarak da tanımlanmaktadır. Bu kapsamda işletmelerin ürettikleri markaları daha fazla geliştirmek amacıyla küresel özelliklerini artırarak, üretim süreçlerinin neredeyse tamamını dış kaynaklara yönlendirerek marka geliştirme imkanı sağladılar (Görçün, 2016).

Bu dönem, bilişim kuramı ve dijital programlamada, yani üçüncü sanayi devriminin merkezindeki teknolojilerde devrim niteliğinde gelişmeler yaşanmıştır. Önceki dönemlerde olduğu gibi üçüncü sanayi devrimi de dijital teknolojilerin var olmasından değil bu teknolojinin ekonomik ve sosyal sitemlerin yapısını değiştirme yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Enformasyonu dijital bir şekilde depolama imkanı, işleme ve aktarma olanağı neredeyse her sektörü yeniden biçimlendirmiştir. Diğer yandan çok sayıda insanın çalışma hayatını ve sosyal yaşamını derinden değiştirmeye başlamıştır. Bu üç sanayi devriminin toplam etkisi zenginlik ve fırsatta inanılmaz bir artış olarak kendini göstermektedir (Schwab, 2019).

Dördüncü sanayi devrimine kadar geçen dönemde üç sanayi devrimi birlikte değerlendirildiğinde; sanayi devrimleri arasında geçen sürenin oldukça kısaldığı, bir önceki devirle kıyaslandığında üretimde emeğe olan ihtiyacın azaldığı görülmektedir. Bu bağlamda insan emeğinin giderek sermaye ile ikame edilmesi, emek yoğun teknolojinin artık sermaye yoğun teknoloji ile yer değiştirmesi nitelikli insan kaynağını ihtiyacını artırmaktadır.

Bhagavan'a göre (1990) teknolojinin tarihsel seyrini dört kategoriye ayırmak mümkündür. Bunlardan ilkinin geleneksel (basit) teknoloji, ikincisini erken-modern teknoloji, üçüncüsünü standart-modern teknoloji ve son olarak dördüncüsünü ise yüksek-modern teknoloji oluşturmaktadır. Bu dönemlerin işgücünün nitelik ve yeniliklerine etkisi noktasında; erken modern teknoloji dönemi olarak ifade edilen 1760-1860 yıllarını kapsayan dönemde zanaatkar, usta, yaratıcı makine işçilerinin ön planda olduğu ifade edilmiştir. Diğer yandan ikinci devrim olarak adlandırılan 1860-1980 yıllarını kapsayan dönemde ise mühendis, bilim adamı ve Ar-Ge departmanlarının ön plana çıktığı, üçüncü sanayi devrimi olarak ifade edilen 1960 ve sonrasını kapsayan dönemde ise tasarım mühendisleri, sistem mühendisleri ve Ar-Ge alanlarında baskın nitelik ve yetkinliklerin ortaya çıktığı belirtilmektedir.

## **Dördüncü Sanayi Devrimi**

18.YY'da İngiltere'de Sanayi Devrimi'nin başlaması ile birlikte toplumlar sürekli değişim ve gelişim içindedir. İkinci ve Üçüncü sanayi devrimleri topluma önemli ölçüde keşifler ve yenilikler getirmiştir. Şu anda dünya, topluma büyük değişiklikler getirecek olan dördüncü sanayi devrimine doğru

hızla ilerlemektedir. Dördüncü sanayi devrimi, zorlu iş ve görevleri otomasyon ve teknoloji ile çözerken diğer yanda, insanları değiştirebilecek olan siber fiziksel sistemler olarak da adlandırılan akıllı sistemleri gündeme taşımaktadır. 2011 yılında “Sanayi 4.0” söylemi ile aleni hale gelen dijital dönüşümün, gerek yeni iş modellerini gerekse farklı yetkinliklere sahip işgücü ihtiyacını gündeme getirdiği söylenebilir. Ayrıca bu dönüşüm çerçevesinde oluşan akıllı toplumun ortaya çıkmaya başlaması, yeni bir örgütlenme ve yaşam kodlarının teknoloji devrimine dayalı yeni sosyal ve küresel güç ağları ile örüldüğünü de göstermektedir.

Dördüncü sanayi devrimini diğer sanayi devrimlerinden farklı kılan, endüstriyel olanakların teknoloji ile harmanlanması sonucunda ortaya çıkmaya başlayan radikal değişiklikler, birinci, ikinci ve kısmen üçüncü sanayi devrimlerinin dönüm noktalarında kendini gösteren buluş ve icatlara kıyasla daha yenilikçi ve verimlilik temeline oturtulduğu ifade edilebilir. Dolayısıyla bu yenilikçi yapının her aşamasında ve her boyutunda yeni çözümlere duyduğu ihtiyaç, yeni modelleme gereksinimlerini de ortaya çıkarmaktadır.

Dördüncü sanayi devrimi çevreyi kuşatan ve neredeyse herkes için sıradanlaşmış sistemlerde hem süregelen hem de yaklaşmakta olan dönüşümler dizisini tarif etmenin bir yoludur. Nitekim bu devrim insani gelişmede birinci, ikinci ve üçüncü sanayi devrimleri kadar yeni bir aşama olup, bir dizi olağanüstü teknolojinin gittikçe artan erişilebilirlik ve etkileşiminden de güç almaktadır (Schwab, 2019, s.23).

Uzmanlar, Sanayi 4.0’ın dördüncü devrim mi, yoksa sadece önceki sürecin bir sonraki aşaması mı olduğu konusunda hemfikir değillerdir (Alcácer, Cantwell ve Piscitello, 2016). Sanayi 4.0, değişken, çevik, yeniden yapılandırılabilir ve sanal üretim olarak tanımlanabilir (Qin, Liu ve Grosvenor, 2016). Sanayi 4.0 kavramı, 2011 yılında Almanya’da organize edilen Hannover fuarında ifade edilmiştir. Böylelikle Alman hükümeti tarafından sanayi politikasında bu sürece uygun olarak değişimleri başlatmıştır. Bu yaklaşımın hayata geçirilmesinde Alman Hükümeti bir çalışma grubu oluşturarak, bu sürecin işlerlik kazanması amacıyla her yıl düzenli olarak rapor hazırlamaktadır. Sanayi politikasında yaşanan değişimin odak noktası insan kaynağını üretim süreçlerinden çekerek, yerine otonom ve mükemmelleştirilmiş endüstriyel araçlarla ikamesinin sağlanmasıdır. Bu bağlamda tam zamanında üretim “just in time” yöntemi de ileri bir aşamaya taşınarak üretimin daha yalın hale gelmesini sağlamıştır (Görçün, 2016, s.142). Diğer yandan Alman Hükümeti

tarafından açıklanan nihai rapor, Sanayi 4.0'ın yani dördüncü sanayi devriminin başarıya ulaşmasında sekiz temel aşamanın tamamlanması üzerinde durulmuştur.

“Birinci aşama referans donanım mimarisinin yönetilebilmesi, ikinci aşama karmaşık sistemlerin yönetilebilmesi, üçüncü aşama kapsamlı ve yüksek hızlı bir haberleşme altyapısının endüstriye sağlanması, dördüncü aşama emniyet ve güvenlik, beşinci aşama çalışma organizasyonu ve tasarımı, altıncı aşama eğitim ve profesyonel gelişimin sürekliliği, yedinci aşama mevcut mevzuatın uyarlanması, sekizinci aşama kaynakların verimli kullanılmasından oluşmaktadır (Kagermann, Wahlster ve Helbig, 2013, 49-50).

Schwab (2016) dördüncü sanayi devriminin gelişmekte olduğunu üç kanaatle açıklamaktadır. Önceki sanayi devrimlerine kıyasla dördüncü sanayi devriminin doğrusal değil üstel bir hızla geliştiğini ve bu durumun yeni teknolojinin sürekli ve daha gelişmiş teknolojilerinin önünü açmasının bir sonucu olduğunu savunarak “hız” faktörünün sanayi devrimlerinin gelişiminde ilk ve önemli bir gösterge olduğunu ifade etmektedir. Bir diğeri ise içinde bulunduğumuz dijital devrimi, toplumsal yapıda değişimlere yol açacak şekilde çeşitli teknolojilerin bir araya gelmesini sağlamaktadır. Diğer yandan Schwab (2016), dördüncü sanayi devriminin gelişmekte olduğunu “genişlik ve derinlik” kavramları ile açıklamaktadır. Son olarak ise üçüncü kanaat olarak “sistem etkisi” ne vurgu yaparak, bu devrimin sektörlerin, şirketlerin ve hatta ülkelerin topyekün dönüşümlerini sağlamaya yönelik olduğunu belirtmiştir.

Dördüncü sanayi devrimi, bir önceki sanayi devrimiyle karşılaştırıldığında yetki tanımları, görev, sorumluluk ve tekrar eden süreçlerin Sanayi 4.0'da değiştiği görülmektedir. Özellikle Sanayi 4.0 kapsamında çalışanlardan beklenen nitelik, kalifikasyonların alınan eğitimler kapsamında dönüşüm yaşanacağı belirtilmektedir. Nitekim Sanayi 4.0, karanlık (akıllı) fabrikalarda üretimin başlanması, robot teknolojisinin yaygın olarak üretime entegre edilmesiyle emek yoğun üretimin nitelik değiştirmesi veya bu dönüşüm kapsamında yeni mesleklerin ortaya çıkması ve insan gücünün niteliğinin değişmesi gibi öngörüler ortaya çıkarmaktadır.

**Tablo 2. Sanayi 3.0 ve Sanayi 4.0 Arasındaki Temel Farklılıklar**

Sanayi 3.0	Sanayi 4.0
Makineler işgücünün fiziksel yapısına göre dizayn edilir.	Robotik teknoloji kapsamında sistemlerin entegrasyonuna göre çalışmaktadır.
İş tanımları, görev, yetki, sorumluluk ve standartlar belirli bir hukuki temele göre yapılandırılmıştır.	İş tanımları, görev, yetki, sorumluluk ve standartlara uygun hukuki zeminin oluşturulmaya ihtiyacı vardır.
Çalışanlara nitelik kazandırılmasında mesleki eğitimlerin temelini teknik eğitimler oluşturmaktadır.	Çalışanların nitelik kazanmasında bilişim sistemleri ile bilgi ve veriler bulut bilişim sistemleri ön plana çıkmaktadır.
Makineler birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır	Akıllı fabrikalarda makineler birbirleriyle bağlantılı olarak çalışmaktadır.
Çoğunlukla sıradan ürün üretimi yapılırken, özel ürün üretiminde zorluklar yaşanmaktadır.	Her bir müşteriye aynı anda farklı ürün üretme özelliğine sahiptir.
Envanter süreçteki değişime dikkate ederek stoklama yaygın olarak yapılır.	Tam zamanlı üretim neticesinde müşteri odaklı çalışma neticesinde stoklama yapılmaz.

Davutoğlu, Akgül ve Yıldız, 2017, s.556-557.

Küresel ölçekte Sanayi 4.0'ın ortaya çıkış sebepleri için farklı senaryolar bulunmaktadır. Bu senaryolardan biri de fabrikaların ülkelerine geri dönüşüdür. Bu durumun önemli argümanlarından birisi üretim maliyetleridir. Nitekim, ucuz işgücü ve kaynak maliyetinin düşük olması sebebiyle başta Uzakdoğu ülkeleri olmak üzere çeşitli ülkelere yönelen batı ülkelerinin üretimlerini tekrar ana yurtlarına kaydırmaları sürecidir.

Küreselleşmenin ekonomi üzerindeki birinci etkisi sermaye akımlarının serbestleşmesi olmuştur. İkincisi ise üretimin mobilize olmasıdır. Sermaye akımlarının serbestleşmesi ile birlikte sermaye en çok kar elde edeceği ülkelere yönelmeye başlamıştır. Üretimin mobilizasyonu sonunda ise üretimin en düşük maliyetlerle yapılabilen ülkelere kaymasıdır. 1980'li yıllarda ABD, Avrupa üretimlerini başta Çin ve Uzakdoğu ülkeleri olmak üzere üretimlerini bu alanlara yöneltmişti. Ancak bu ülkelerin de kendileri için üretim yapmaya ve marka oluşturmaya başlaması, çoğu batılı ülkeyi tedirgin etmiştir (Eğilmez, 2017). Doğu'nun Batı'yı geçtiğini görmeleri bir anlamda Sanayi 4.0'ı gündeme taşımış oldu.

1990'larda tekstil imalatının Çin, Hindistan ve Meksika gibi düşük ücretli ülkelere kayması, Amerikan tekstil endüstrisini sarsmıştı. 1990 ile 2012 arasında yaklaşık 1,2 milyon kişi işinden olmuştu. Son birkaç yılda ise tekstil üretiminde yeniden bir canlılık yaşanmaktadır. 2009 ve 2012 yıllarında ABD tekstil ve giyecek ihracatı yüzde 37 artmıştır (Economist, 2013). Ancak üretimi

ülkeye taşıma senaryosunun da ciddi bir sorunu bulunmaktadır. Şu anda yaratılan kısmen az sayıdaki yeni fabrika bile çok uzun vadeli olmayacaktır. Robotların gelişip de üç boyutlu baskı gibi teknolojilerin kullanımı arttıkça, pek çok fabrika nihayetinde tam otomasyona geçecektir. Örneğin şu an Amerika'da imalat istihdamı, toplam istihdamın yüzde 10'unun bile altındadır. Dolayısıyla üretim robotlarının artmasının ve üretimin ülkeye taşınmasının toplam istihdam pazarı üzerindeki etkisi muhtemelen hafif olacaktır. (Ford, 2018).

Diğer yandan Çin gibi gelişmekte olan ülkeleri ise çok daha farklı bir senaryo beklemektedir. Bu ülkelerde istihdamın çok daha büyük bir bölümü imalat sektöründe imalat sektöründe yoğunlaşmış durumda. Hatta teknolojik gelişmeler Çin'deki fabrika işlerini etkilemeye başlamıştır. 1995 ile 2002 arasında Çin, imalat işgücünün yüzde 15'ini kaybetmiş durumdadır ki bu oran 16 milyon iş anlamına gelmektedir (Baum, 2013).

Önceki sanayi devrimleri boyunca, teknolojik yenilikler doğrudan ve dolaylı olarak büyük ölçekli yeni işlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Sanayi 4.0 ile birlikte yapay zeka ve makine öğrenim sistemleri, özellikle gelişmiş ekonomilerde, tüm sektörlerde birçok yeni işlerin ve yeni iş kategorilerinin yaratılacağı vurgusu yapılmaktadır. Görev gereksinimi giderek önemli ölçüde değişse de, bu işlerin çoğu zaten var olan mesleklerde olacaktır (Wilson, vd., 2017).

Sanayi 4.0 ile birlikte imalatta bilgisayar sistemlerinin entegre edilmesi süreciyle birlikte, insan emeğinin üretimdeki yerinin minimum düzeye indirilerek üretim hatalarının giderilmesi, üretimde esnekliğe kavuşarak müşterilerin özel taleplerine cevap verebilmek ve en önemlisi de üretimde "hız" ön plana çıkmaktadır. Diğer taraftan ucuz işgücü maliyetine dayalı üretim yaparak bu kapsamda rekabet gücünü artırarak ihracat yapan özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından Sanayi 4.0 önemli bir tehdit unsuru olabilmektedir. Çünkü, yüksek nitelikli insan kaynağını merkezine alan Sanayi 4.0 olgusu, otonom sistemler, akıllı cihazlar ve robotlar ile birim üretim maliyetini en düşük seviyelere kadar çekebilmekte ve ucuz işgücü ile üretim yapan ülkelerle üretimin birim maliyeti eşitlenebilmektedir (Yıldız, 2017).

Yeni üretim modelinin birinci özelliği, genelde tedarik zincirinin özel olarak imalat sürecünün tüm cihazlarının ve operatörlerinin birbirine tam olarak eklemlendiği, kesintisiz akan ve bütünsel bir sistem olmasıdır. İkinci ola-

rak, tedarik zincirinde yer alan tüm unsurlar arasındaki entegrasyon sayesinde üretim akışı içerisinde ara stoklara ihtiyaç duyulmayacağıdır. Üçüncü özellik, makine-makine ve makine-insan etkileşimi daha küçük partiler halinde, kişiselleştirilmiş üretimin gerçekleşmesine imkan tanınmasıdır. Dördüncü özellik ise ileri otomasyon seviyesinin işgücü niteliklerinin doğrudan belirleyicisi olmasıdır. Nitekim, yeni üretim tarzında nitelikli olmayan işgücü değer ve yerini yitirirken, yeni modele uygun bilgi ve becerilere sahip işgücüne olan talep artacaktır (Banker, 2017, s.258).

Sanayi 4.0 devriminin temelinde şirketler, öğrenim alanları, inovasyon merkezleri, bilginin ve yaratıcılığın depoları olarak görülmektedir. Bu esnada rekabetçi kalmak isteyen şirketler tarafından kullanılması gereken en önemli yetenek “çeviklik” olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla çevik firmaların kendine has birtakım özelliklere sahip olması da beklenmektedir. “Büyük veriler” ile çalışırken değerli bilgileri çıkarma yeteneği, tehditleri algılamak ve pazar fırsatlarını kullanmak, değişime hızlı tepki, değişikliklere uyumluluk, yeni fırsatlara açıklık, hızlı öğrenme yeteneği, yalın üretim vd. (Gotz, 2019).

Sanayi 4.0, firmalar için çeşitli fırsatlar sunmuş olsa da, süreç içerisinde devam eden otomasyon ve dijitalleşmeden kaynaklanan çeşitli zorlukları da ortaya çıkarmaktadır. Bunlardan bazıları; ekonomik, sosyal, teknik, çevresel ve yasal zorluklardır. Hecklau, Galaitzke, Flachs ve Kohl (2016)’a göre Sanayi 4.0’ın ortaya çıkardığı zorluklar Tablo 3’de gösterilmiştir. Bu kapsamda ekonomik zorlukların içerisinde; devam eden küreselleşme, yenilikçilik ihtiyacını artırmak, daha yüksek hizmet oryantasyonu, işbirlikçi ve iş birliğine dayalı çalışmaya artan ihtiyaç, demografik değişim ve değişen sosyal değerler, sanal çalışmayı artırmak, proseslerin artan karmaşıklığı, teknoloji ve veri kullanımı, platformlarda işbirlikçi çalışmaların yapılması, iklim değişikliği ve kaynak kıtlığı, standardizasyon, veri güvenliği ve kişisel gizlilik

**Tablo 3. Sanayi 4.0’ın Ortaya Çıkardığı Zorluklar**

<b>Ekonomik Zorluklar</b>	Devam eden küreselleşme Yenilikçilik ihtiyacını artırmak Daha yüksek hizmet oryantasyonu İşbirlikçi ve iş birliğine dayalı çalışmaya artan ihtiyaç
<b>Sosyal Zorluklar</b>	Demografik değişim ve değişen sosyal değerler Sanal çalışmayı artırmak Proseslerin artan karmaşıklığı
<b>Teknik Zorluklar</b>	Teknoloji ve veri kullanımı Platformlarda işbirlikçi çalışmaların yapılması
<b>Çevresel Zorluklar</b>	İklim değişikliği ve kaynak kıtlığı
<b>Politik ve Yasal Zorluklar</b>	Standardizasyon Veri güvenliği ve kişisel gizlilik

Hecklau, Galaitzke, Flachs ve Kohl, 2016, s.3



Schwab (2019), Sanayi 4.0'ın beraberinde birçok zorluk ve kaygıyı da getirdiğini belirtmiştir. bu kapsamda, yüksek hızlı dijital ağlar ve beceriler Sanayi 4.0 için zorunlu bir önkoşul ise güç, konumları, eğitim geçmişleri ve gelirleri, genişleyen dijital uçurumun doğru tarafta bulunanların eline geçebilir ve diğer tarafta kalan milyarlarca insan gelir, altyapı, dil ya da içerik uygunluğu bakımından daha da dışlanmış hale gelebilir. Diğer bir kaygı ise, ülkelerin ilk olarak üretimi ardından da yatırım ve teknolojileri çekmek için bolca düşük maliyetli işgücü sağladığı geleneksel sanayileşme yöntemini alt üst etme tehdidinde bulunmaktadır. Bu noktada ortaya çıkan en önemli sorun ise tarıma dayalı ve az sanayileşmiş ekonomileri olan ülkelerin Sanayi 4.0 ile birlikte sahip olunan yeni teknolojileri kullanma ve en sonunda da geliştirme becerisine sahip olan bilgiye dayalı ekonomilere nasıl dönüştürebileceği noktasındadır. Bu kapsamda becerilerin öneminin giderek arttığı dikkate alındığında, ülkelerin teknolojileri verimli bir şekilde kullanma yeteneklerini geliştirmek için çok önemli bir gereksinim olarak kalmaya devam edecek ve eğitim, beceri kazandırma ve ulusal Ar-Ge alanlarına yatırımlar yapılmasını gerektirecektir (Schwab, 2019, s.84).

### **Sanayi Devrimlerinin İşgücünün Becerileri Üzerindeki Etkisi**

Teknolojinin ilerlemesi ve üretim modellerinin giderek değişmesi süreci, bu adımların her aşamasında tartışılan “vasıf” kavramını ön plana çıkarmaktadır. Vasıf kavramı geleneksel üretim modelinde zanaatkar olarak tanımlanmakta idi. Manifaktür üretim sürecinin baş aktörlerinden olan usta ve çırak kavramları tasvir edildiğinde, üretim sürecinin tüm aşamalarının uzun bir çıraklık dönemini kapsadığı, diğer yandan ustanın ise üretim sürecinin tüm aşamalarında rol oynadığı söylenebilir. Esasında beceri ve ustalığa dayanan bu çalışma biçimi, üretimde kullanılan araçlar hakkında bilgi sahibi olmalarını da sağlayarak, kafa ve kol emeği ayrışmasını da ortadan kaldırmaktadır (Sayers, 2008).

Günümüzde teknolojiyle birlikte katlanarak hızlanan sanayileşme sürecinde, üretimin her aşamasında bilgi sahibi olan zanaatkarlığın giderek silinerek yerini karmaşık üretim yapısı içinde koğuşlanmış olan işçiye bırakmıştır. Zamanla iş bölümünün derinleşmesi ve işçilerin makinelerin bir uzantısı halini almaları, işçilerin yaratıcı yeteneklerini ortadan kaldırırken aynı işi sürekli olarak yapan “canlı makine” lere dönüşmesine yol açmıştır. Dolayısıyla

bu durum işçinin işin bütününe hakim olmasını engellemiştir. Bu sürecin başlangıcını taylorist üretim süreci oluşturmaktadır. Sürecin devamında öne çıkan fordist “bant sistemi” üretim modeli ile işçi becerilerine olan bağımlılığın tamamen ortadan kaldırılarak vasıfsız ve mekanize olmuş bir manzarayı gözler önüne sermektedir.

Post-fordist üretim sürecinde ise işgücünün niteliğine binaen iki farklı yaklaşım söz konusu olmaktadır. Birincisi, teknolojinin gelişmesi, üretimde kullanılan otomasyon ve bilgisayarlaşma ile işgücünün niteliğini artıracığı yönündedir. Diğer bir bakış açısı ise geleneksel üretim tarzının baş aktörlerine atıfta bulunarak, otomasyon ve bilgisayarlaşma esasında kafa ve kol emeğinin tekrar bütünleşeceğini ifade ederken, “zamatkarların” üretim sürecinin tüm aşamalarına hakimiyetinin yeni üretim sürecinde de işçiden bekleneceğini açıklamaktadır (Piore ve Sabel, 1984).

Diğer yandan işgücünün geçmişle karşılaştırıldığında eğitim düzeyinin daha çok artacağı ve mavi yakalılardan beyaz yakalılara geçişlerin yaşanarak, profesyonel mesleklerde yoğunlaşmanın başlayacağı öngörülmektedir (Bell, 1999). Alvin Toffler (2008) ise eğitimin önemine vurgu yaparak elle imalatın yerini zihinsel imalata bırakacağını belirtmiştir.

Braverman’ın (2008) bakış açısına göre ise sanayi sonrası topluma atıf yaparak, vasıfsızlaşmanın ön plana çıkacağı, hatta sadece sanayi işlerinin değil, aynı zamanda büro işlerinin de taylorizasyona uğrayacağını belirtmiştir. Aynı zamanda beyaz yakalı işçilerin işlerinin de tıpkı mavi yakalılarda olduğu gibi rutinleşmeye ve parçalanmaya tabi olacağını ifade ederken, hizmet sektörünün ekonomideki payının artması ve teknolojinin gelişmesinin profesyonelleşmeye değil vasıfsızlığa yol açacağını vurgulamaktadır. Diğer yandan bilimin emek sürecine eklenmesi ile, işçinin makine üzerindeki kontrolünün kaybedeceğini öne sürmektedir. Dolayısıyla bu durum daha az vasıflı işgücü ve daha az maliyetli işçinin kullanılması anlamına gelmektedir.

Braverman’ın teknolojinin vasıf üzerindeki etkisini Karl Marx (2011), İngiltere’de kitap basım örneğinden şöyle açıklamaktadır. Geleneksel yöntemlerle kitap basımında çırağın basit işlerden başlayarak kitap basımının tüm karmaşık aşamalardan geçtiğini ve zamanla bir matbaa ustası olduğunu şu cümlelerle ifade eder:

“Makine ile birlikte bu işyerinde iki tür işçi çalıştırılmaya başlandı: yetişkin işçiler ve genç işçiler. Yetişkinlerin işi makinelerin işlemesini gözlemektir; çoğunlukla 11-17 yaşları arasında olan genç işçilerin bütün yaptıkları [ise],

kâğıt tabakalarını makinenin altına yaymak ya da basılan kâğıtları makinenin altından çekmekten ibaretti (Marx, 2011, s. 463)''

Bu örnek ışığında üretim süreçlerinin bütünlüklü yapısına hakim olamayan ve yeterli beceri ve vasıftan mahrum olan bir işçi, işyerinin bütününde ya da makinede ortaya çıkan bir arıza ya da probleme tek taraflı olarak müdahale etmekten yoksun kalacaktır. Aynı zamanda makinelerde ortaya çıkan arızanın giderilememesi durumunda söz konusu geleneksel beceri ve bilgiden de yoksun olan işçi, eski üretim tarzında da bir üretim yapamayacaktır.

Gelişen ve değişen teknoloji yapı ile birlikte yeni üretim modellerinde teknoloji yoğun ve kilit sektörlerde bir grup işçi için gereksinim görünen yeni vasıflar ve beceriler, diğer yandan üretim ve hizmette standardize olmuş alanlarda vasıfsızlaşmanın da yoğunlaştığı söylenebilir. Hirsch, görece daha küçük bir grubun vasıflandığını, büyük bir grupta ise vasıfsızlaşmanın olduğunu ifade etmektedir (Hirsch, 2011). Vasıflandırılmış (yeniden vasıflandırma) işgücü ya da vasıfsızlaşma, temelde sermaye birikim sürecinin gerekliliklerine bağlı olarak değişmektedir.

İşgücündeki değişimler 20.YY'a gelindiğinde daha net gözler önüne serilmektedir. Nitekim en önemli değişim emek sürecinin parçalanarak kendi içinde farklılaşması olmuştur. Bu kapsamda emek sürecinin parçalanması iş bölümü ve üretim teknolojilerinde de değişimlerden kaynaklanmaktadır. Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler bir yandan yeni iş türlerinin ortaya çıkmasını sağlarken, diğer yandan istihdam biçimlerinin değişmesine yol açmaktadır.

Otomasyon teknolojisinin benimsenmesindeki ve üretim ortamına entegrasyonundaki artışlar, düşük vasıflı işçilerin yerini almaya başlayacaktır. Marsova ve arkadaşlarına (2018) göre, Sanayi 4.0, tekrarlanan ve rutin görevlerde bulunan işçilerin yeni becerileri benimsemelerini ve kolayca tekrarlanan görevlerin otomatik haline geleceği sebebiyle, sürekli çalışanların sürekli öğrenmeye katılmalarını gerektirecektir. Böylesi bir manzara, giderek daha dinamik bir ekonomide rekabetçi kalabilmek için gereken üretim yeteneğini ve becerilerini geliştirmek için yeni pazar stratejilerinin geliştirilmesini gündeme getirmektedir.

Gür, Ünay ve Dilek (2017)'e göre, teknoloji alanındaki hızlı değişim ve dönüşümle birlikte giderek emeğine gereksinim duyulamayan işgücünün başka alanlarda istihdam edilmeleri gerekecektir. Bu noktada farklı sektör ve alanlarda yeni iş modelleri oluşturulmaya başlansa da oluşturulan yeni mo-

delde yer almak isteyen işgücünün daha yüksek düzeyli eğitilmiş ve yeni becerileri kazanmış olması beklenmektedir. Dolayısıyla farklı alanlara yönlendirilen işgücünün ilk fırsatta sahip olduğu nitelik ve beceriler, istihdam edilebilmelerini zorlaştıracaktır. Bu bağlamda işgücünün kendilerini yenilemelerine ihtiyaç duyulacaktır. Nitekim ortaya çıkan bu manzara, iki önemli noktayı gündeme taşımaktadır. Birincisi, teknolojinin dönüşümü ve gelişimi sonucunda işsiz kalmış ya da işsiz kalacak bireyin ihtiyaç duyulan becerileri edinmesi noktasında yeni eğitim programlarına yönlendirilmesi gerekmektedir. İkinci önemli husus ise bu bireylere verilecek eğitimlerin maliyetinin en düşük düzeyde gerçekleşmesi sağlanmalıdır. Söz konusu bireylerin yeni beceriler edinmesini sağlamak için firma içi eğitimleri gündeme gelmektedir. Bu sayede çalışanların aldıkları eğitimler neticesinde firma bünyesinde başka alanlarda istihdam edilebilmeleri sağlanmış olacaktır. Diğer yandan firmaların söz konusu işgücüne diğer alanlarda da ihtiyacı kalmayacak durumlarda ise “sosyal devlet” kavramı gündeme gelecek ve devletin sosyal politika uygulamaları aracılığı ile yeni eğitim fırsatlarının sunulması sağlanacaktır.

Yeni işgücü becerileri iki ana kategoride ele alınabilmektedir. Birinci kategori teknik ve kişisel gelişim becerileridir. İkinci kategori ise birinci kategoriyi zorunlu, önemli ve yararlı olarak üçe bölecek biçimde olacaktır. Geleceğin fabrikasında öne çıkan teknolojik nitelikleri birinci kategoride yer alacak olan becerilerin belirlenmesinde önemlidir. Tüm bunların yalın üretim felsefesi üzerinde dizayn edilmiş nesnelere interneti, öğrenen makineler, yapay zekalı robotlar, genelde siber-fiziksel sistemlerin olduğu bilinmektedir. Bu sayılanlar yeni beceriler arasında bilişim-iletişim teknolojilerinin, büyük veri ve analitiklerin, bir bütün olarak süreç olgusunun önemli olacağını göstermektedir. Diğer yandan ikinci kategoriyi oluşturan önem ve öncelikler konusu ise geleceğin fabrikasının beklentisi olan işe girişte bulunması gereken ve daha sonra geliştirilmesi beklenen bilgi ve becerilerdir (Banker, 2017, s.255).

Diğer yandan McAfee ve Brynjolfsson (2017)'e göre dijital araçlar, rutin bilgi işlem, kalıp tanıma, dil, sezgi, yargı, öngörü, fiziksel dayanıklılık gibi bir çok şeyde insanın üstünlüğüne meydan okurken ve devre dışı bırakırken insanın “yaratıcılık” becerisinin herhangi bir ikamesinin olmadığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda çok uzun bir süre daha, teknoloji ilerlemeye devam etse bile insanlar yaratıcı uğraşlarda önemli bir rol üstlenmeye devam edecektir. Ayrıca teknoloji ilerledikçe üst düzey sosyal beceriler ileri sayısal becerilerden daha değerli hale geleceği ifade edilmiştir. Bu süreçte asıl kazananlar ise

sosyal beceriler ile sayısal becerilerin bir araya getirmeyi sağlayabilenler olacaktır.

## Sonuç

Sanayi devrimleri sürekli değişim içerisinde bulunmaktadır. Yaklaşık iki yüzyıl boyunca toplumsal ve ekonomik hayatı etkisi altına almaktadır. Bu noktada sanayi devrimlerine süreklilik kazandıran dönüm noktaları ile birlikte sanayi devrimi tanımları da değişmekte ve tüm alanları etkisi altına almaktadır. Nitekim, teknolojik gelişmeler sayesinde çalışma ortamları da hızla değişmektedir. Neredeyse her sanayi devrimi süreçleri, çalışanların beceri ve nitelikleri noktasında değişim ve dönüşümleri gerekli kılmıştır. Ancak çalışanların edinmesi gereken beceriler, her sanayi devriminin çıkış noktasına bağlı olarak ve kullanılan üretim araçlarına göre farklılıklar göstermektedir.

Demografik ve sosyal değişimlere yol açacak olan işgücünün becerilerinin geliştirmesi, Sanayi 4.0 çerçevesinin başarılı bir şekilde benimsenmesi ve uygulanmasında en önemli anahtar faktörlerden biridir. Sanayi 4.0 kapsamında yaşanan teknolojik gelişmelerin, kas gücü ve el becerilerine dayanan iş kollarının ortadan kaldıracağı yönünde öngörüler bulunmaktadır. Diğer yandan bazı yeni iş modellerinin de ortaya çıkacağı belirtilmektedir. Bu kapsamda yeni iş modelleri açısından istihdam sağlanabilmesi, işgücünün yeni bir takım beceri gereksinimlerinin karşılanabilmesi gerekmektedir.

Özellikle gelişen teknolojilerin sanayi üretiminde yoğun bir biçimde kullanılmaya başlanması işgücü becerilerinin yeni etkileşimlerini ortaya çıkarmaktadır. Geleceğin insan kaynakları tipolojileri için geliştirilen yeni beceriler; bilişsel, dijital beceriler, sosyal ve duygusal becerilerin bir arada harmanlanmasını gerekli kılmaktadır. Bireylerde bu becerilerin hakim olabilmesi sürekli öğrenme mekanizmasının etkili hale getirilmesine bağlıdır. Bu bağlamda yeni iş modellerinin ve üretim süreçlerinin değişimi işgücü becerilerini farklı seviyelerde (teknik, sosyal, bilişsel) yükseltilmesini gerektirmektedir.

Sanayi 4.0 sürecinde yaşanan topyekün değişim ve dönüşüm, geleceğin insan sermayesinin becerilerinin yenilenmesinde baskın bir oynamaktadır. Sanayi üretiminde yaşanan kademeli değişimler, bazı alanlarda işgücü gereksinimini azaltırken birçok alanda ise yeni işleri ortaya çıkarmaktadır. Bu süreçte giderek daha fazla ihtiyaç duyulan yüksek nitelikli insan kaynağının alt yapısının hazırlanmasında eğitim modelleri ve eğitim politikaları önemli

bir rol oynamaktadır. Bu noktada yüksek kalitede eğitim yoluyla gerekli becerilerin kazanılması için fırsatlar yaratmak ve eğitime yeni gerekli yetkinlik alanlarının dahil edilmesi ihtiyacı giderek artmaktadır. Nitekim yıllardır üst orta gelir grubu ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin yüksek gelirli ülkeler arasında yer alabilmesi için yüksek nitelikli insan kaynağı alt yapısını geliştirmesi gerekmektedir. Türkiye'nin gelişmiş birçok ülkeye göre en önemli avantajı olan genç ve dinamik nüfus yapısını etkili bir biçimde değerlendirebilmesi, insan sermayesine yapılacak olan yatırımlar sayesinde olacaktır.

**EXTENDED ABSTRACT**

**The Historical Background of Industrial Revolutions  
and Their Reflections on Workforce Skills**

\*

Didem Koca

*Ankara Yıldırım Beyazıt University*

Looking at the industrial revolutions in historical process, it could be said that industrial revolutions are not only about developments and enhancements in technology and production sectors, but also it had a transformative effect on modes of production, business models, relations of production and capabilities of labor force.

The first industrial revolution, starting from the 1760s until the 1830s, resulted in the replacement of the pure physical power with machine power through the use of steam power in machines. The effect of the first radical change in production processes significantly changed the economic and social structures as well. Indeed, this process, which led to changes also in agricultural goods and products, led the rise of industrial cities depending upon increasing productivity. In this way, the foundations of the modern world were laid out. When it came to the period from the 1840s to the 1870s, in addition to gradual mechanization of production, technology was started to be employed intensively. In the phase of the second industrial revolution, also called the technology revolution as its other name, it could be stated that the usage of electrical technology, which is superior to the steam power, started to become widespread. In this regard, the increasing production in large scales led to the rise of the concept of mass production. Moreover, gradually simplification of works and tasks which workers were to do meant the “de-skilling” of the labour force (Bravermann, 1998). With the second industrial revolution, intensified the use of machines in production processes, raised the feelings in people that machines would take away their jobs. According to Frey and Osborne (2013), people had the fear of technological unemployment. In this respect, today’s fear of technological unemployment is not a new phenomenon. However, many researches demonstrated that technology which was started to be used in production processes removed some business

sectors while it also led to the rise of many new ones. The most important feature of the second industrial revolution was the change in the skills of the workers due to the replacement of simple tasks performed by the labour force with the machine (Bulte, 2018). The world wars and the global economic crisis at the beginning of the 20th century caused the slowing down of industrialization and advancement in technology. However, when it comes to the 1950s, it is seen that the name of digital technologies has started to be mentioned frequently. In the 1990s, with the development of electrical and computer systems, the road for the information revolution was opened (Özkan ve Yavuz, 2018).

Lastly, the fourth industrial revolution, which has occurred in the ongoing period, basically points to the situation that machines manage both themselves and production processes. This process is intertwined with computer, communication, internet and artificial intelligence. While the concept of "Industry 4.0", which was stated at Trade Fairs in Hanover/German in 2011, has been accepted as a turning point for industrial revolutions, it has come to agenda as the messenger of the process that production processes and business models will be deeply affected. Although, the definition and the usage of the concept differs from country to country, Industry 4.0 or fourth industrial revolution covers novelties which the modern face of information era brings to production. In this context, according to a research conducted in the European Union, Industry 4.0 could have important effects on work times and private life (Smit vd, 2016). On the other hand, Frey and Osborne (2013) argue that with the Industry 4.0, 47% of employment in the USA will change along with automation technologies.

The effects of developments and novelties in technological sector have been seen on labour market during industrial revolutions. According to Açıoğlu ve Restrepo (2017) technology fulfils the productivity of workers and removes the requirement for labour. Hence, it is indicated that Industry 4.0 could have important reflections on the labour market and labour capabilities. In McKinsey's research in 2017 it is emphasized that 400 million job will disappear at the global scale. In this context, it is emphasized that instead of all business models and jobs, in jobs and works which could be replaced by technology, human labour will gradually decrease. Thus, in the technology-intensive production processes, the need for human resources that have new labour capabilities gradually increases.



It is expected that the most important effect of Industry 4.0 will be on labour capabilities. According to Maresova (2018), there are three possible scenarios about Industry 4.0's effect on labour force. The first one is the capability gap in unqualified and high qualified works; secondly, a necessity to upgrade education level to satisfy the need for high qualified labour; and the third scenario is bringing necessary capabilities in production period to labour force.

In this article, the transformative effect of industrial revolutions on labour capabilities is examined in the context of the historical process. During the first, second and third industrial revolutions, the gradual spread of use of technology in production processes have direct reflections on the labour market. For the fourth industrial revolution, which brings forth by values formed by cyber physical systems, internet of object and automation systems, possible scenarios are created about the deep effects of it on the labour market. Almost most of the scenario points to the high qualified labour force. The intensification of technology in production processes won't remove human labour entirely. However, for the business models that could not be replaced by machine technologies, the need for high qualified human resources that have digital, cognitive, social and emotional capabilities come to the fore. In line with this, it is seen essential to train high qualified human resources against the possible effects of labour. The most important field that needs to be focused on for developing and training high qualified human resources is education. Educational models and policies should be transformed accordingly to the necessities of the contemporary world. Training high qualified human resources that will be required in new jobs in the Industry 4.0 process will come into existence by innovative educational policies which the labour force is prepared for the work life.

### Kaynakça / References

- Acemoğlu, D., ve Restrepo, P. (2017). *Robots and jobs: Evidence from the US*. NBER Working Paper No, 23285.
- Alcácer J., Cantwell J. ve Piscitello L. (2016) Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks? *Journal of International Business Studies*, 47, 499–512.
- Ansál, H. (1996). *Esnek üretimde işçiler ve sendikalar*. İstanbul: Birleşik Metal-İş Sendikası Yayınları
- Aydoğanoglu E. (2011). *Fabrikada emek denetimi*. İstanbul: Evrensel Basım Yayın.

- Banker, G. (2017). Endüstri 4.0 Extra. Dorlion Yayınları: İstanbul.
- Baum, C. (2013). *So Who's Stealing China's manufacturing jobs?* 14.03.2019 tarihinde [http://www.sddt.com/News/article.cfm?SourceCode=20031014fw#\\_XE-cJSc8zjbA](http://www.sddt.com/News/article.cfm?SourceCode=20031014fw#_XE-cJSc8zjbA) sitesinden erişildi.
- Bell, D. (1999). *The coming of post industrial society*. USA: Basic Books.
- Bhagavan, M. R. (1990). *Technological advance in the Third World: strategies and prospects*. Zed Books.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2016). *Dijital Türkiye'nin yol haritası*.
- Braverman, H. (1998). *Labor and monopoly capital: The degradation of work in the twentieth century*. NYU Press.
- Braverman, H. (2008). *Emek ve tekelci sermaye* (Çev. Ç. Çıdamlı). İstanbul: Kalkedon Yayınları.
- Bulte, A. F. (2018). *What is Industry 4.0 and what are its implications on HRM Practices?* (Bachelor's thesis, University of Twente).
- Çakmak, H. Ve Erden, L. (2005). Yeni sanayi odakları ve sanayinin yeni mekan arayışları: Denizli ve Gaziantep örneği. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(1).
- Çakmak, U. (2004). Esnek üretim sistemi: istihdama etkisi ve Toyota örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 15(52- 53), 235-253.
- Davutoğlu, N. A. Akgül, B. ve Yıldız, E. (2017). İşletme yönetiminde sanayi 4.0 kavramı ile farkındalık oluşturarak etkin bir şekilde değişimi sağlamak, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 52,544-567.
- Economist (2013). *A growing number of American companies are moving their manufacturing back to the United States*. 12.03.2019 tarihinde <https://www.economist.com/special-report/2013/01/17/coming-home> sitesinden erişildi.
- Eğilmez, M. (2017). *Endüstri 4.0*. 22.05.2019 tarihinde <http://www.mah-fiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html> adresinden erişildi.
- Ford, M. (2018). *Robotların yükselişi: Yapay zeka ve işsiz bir gelecek tehlikesi* (Çev.: C. Duran), 4. Baskı. İstanbul: Kronik Yayınları.
- Frey, C.B. ve Osborne, M.A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280
- Freyer, H. (2014). *Sanayi çağı*. Ankara:Doğu Batı Yayınları.
- Giddens, A. (2008). *Sosyoloji*. İstanbul: Kırmızı Yayınları.
- Görçün, Ö. F. (2017). *Dördüncü endüstri devrimi "Endüstri 4.0"*. İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- Gotz, M. (2019). The industry 4.0 induced agility and new skills in clusters. *Foresight and STI Governance*, 13(2), 72–83.

- Günay, D., Öcal, A. ve Öcalan, K. (2018). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14 akt. Dördüncü sanayi devriminin emek piyasaları üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi ve çözüm önerileri. *Uluslararası Toplum Araştırması Dergisi*, 2071.
- Gür, N., Ünay, S., ve Dilek, Ş. (2017). *Sanayiye yeniden düşünmek: küresel teknolojik dönüşümün dünya ve Türkiye ekonomisine yansımaları*. SETA.
- Habsbawn, E. J. (2013). *Sanayi ve imparatorluk*. Ankara: Dost Yayınevi.
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S. ve Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 1(54), 1-6.
- Hirsch, J. (2011). *Materyalist devlet teorisi* (Çev. L. Bakaç). İstanbul: Alan Yayıncılık.
- Hobsbawm, E. (2008). *Devrim çağı*. Ankara: Dost Kitabevi.
- Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Report*. Industry 4.0 Working Group.
- Mahiroğulları, A. (2005). Endüstri devrimi sonrasında emeğin istismarını belgeleyen İki Eser: germinal ve dokumacılar, *Sosyoloji Konferansları Dergisi*, 32, 41-53.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A. Ve Krejcar, O. (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, 3(6).
- Marx, K. (2011). *Kapital*. Cilt 1(Çev. Nail Satlıgan). İstanbul: Yordam Kitap.
- Mcafee, A. ve Brynjolfsson, E. (2017). *Makine platform kitle dijital geleceği kucaklamak*, İstanbul: Optimist Yayın Grubu.
- McKinsey, G. I. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*. Technical report.
- MÜSİAD. (2017). *Endüstri 4.0 ve geleceğin lojistiği*. MÜSİAD araştırma raporları. İstanbul: Mavi Ofset
- Özdoğan, O. (2018). *Endüstri 4.0: dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve A.Ş.
- Özkan, M., Al, A., ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *Siyasal Bilimler Dergisi*, 1(1), 1-30.
- Ozsoy, E. C. (2017). Bilgi ekonomisi. E. Kutlu, B. Tugberk Tosunoglu (Ed.) *Bilgi Ekonomisi ve Eğitim içinde*, (s. 160-192). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, No: 3613.
- Öztuna, B. (2019). *Toplum 5.0 süper akıllı toplum*. Ankara: Ekin Yayınları.
- Pereira, A. C. ve Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Piore, M. ve Sabel, C. (1984). *The second industrial divide: Possibilities for prosperity*. New York: Basic Books.

- Qin J., Liu Y. ve Grosvenor R. (2016) A Categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173–178.
- Sandrone, V. (2005). *Frederick W. Taylor: Master of scientific management*. 21.05.2019 tarihinde <http://www.skymark.com/resources/leaders/taylor.Asp> adresinden erişildi.
- Sayers, S. (2008). *Marksizm ve insan doğası* (Çev. Ş. Alpogut). İstanbul: Yordam Kitap.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*, (çev.) Z. Dicleli, İstanbul: Optimist Yay.
- Schwab, K. (2019). *Dördüncü sanayi devrimini şekillendirmek*. İstanbul: Optimist Yayınları.
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., ve Carlberg, M. (2016). Industry 4.0 analytical study: European Parliament's Committee on industry. *Research and Energy* (ITRE): Brussels, Belgium.
- Taş, H. Y. (2011). Toplumsal sınıfların değişim sürecinde, sendikalar ve sendikaların geleceği. *Emek ve Toplum Dergisi*. 1(1)
- Toffler, A. (2008). *Üçüncü dalga: bir fütürist ekonomi analizi klasığı*. İstanbul: Koridor Yayıncılık.
- Tokol, A. (2000). Yeni teknolojiler ve değişen endüstri ilişkileri. *Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 2(1).
- TTGV (2018). *Sanayide dijital dönüşüm: Eğitim*. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
- Wilson, HJ, Daugherty, P. ve Bianzino, N. (2017). Yapay zekanın yaratacağı işler. *MIT Sloan Management Review*, 58(4).
- Yıldız, T. (2017). *Yaklaşan dördüncü endüstri devrimi ve Türkiye'deki mevcut durum*. İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü.

### Kaynakça Bilgisi / Citation Information

Koca, D. (2020). Sanayi devrimlerinin tarihsel arka planı ve işgücü becerileri üzerindeki yansımaları. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(31), 4531-4558. DOI: 10.26466/opus.704841