

DOI: <https://doi.org/10.34137/jilses.1015418>

Geliş Tarihi: 27 Ekim 2021

Received: 27 October 2021

Kabul Tarihi: 20 Aralık 2021

Accepted: 20 December 2021

Makale Türü: *Araştırma Makalesi*

Research Type: *Research Article*

Kaya, M. (2021). Sanayi 4.0, İşgücü Piyasası ve Bilgi İşçiliği. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 7(2), 54-73.



## Sanayi 4.0, İşgücü Piyasası ve Bilgi İşçiliği<sup>1</sup>

Mehmet KAYA<sup>2</sup>

### Öz

*Sanayi Devrimleri insanlığın iktisadi, sosyal, siyasi ve kültürel yaşamında pek çok gelişmeye yol açmıştır. Bu derece kapsamlı gelişmelere yol açsa da özelde en çok da üretim yönteminin değişmesi ile birlikte sermaye-emek ilişkisi değişmiştir. Emegın sermaye ile ikamesi, emegın işini kaybetmesi (teknolojik işsizlik) olasılığını doğurduğu gibi emegın üretimdeki yerinin azaldığına ilişkin kanaatlere de sebep olmuştur. Üretim teknolojisinin gelişmesiyle, emegın üretimdeki yerinin azalmasından ziyade fonksiyonun değiştiği söylenebilir. Ayrıca yeni üretim teknolojisine uyum gösterenlerin ise istihdam şansları daha da artmıştır. Sanayi 4.0'da ise dijital dönüşümün en ileri otomasyon teknolojisi, sadece niteliksiz değil nitelikli emeğe de işini kaybetme korkusu yaşatmıştır. Sanayi 4.0'ın gerektirdiği bilgiyi kullanacak ve üretecek donanıma sahip olanlar için bu korkularının yersiz olduğu belirtilmektedir. Öyle ki emek üretimde artık kas gücüyle değil beyin gücü ile yer aldığı için de "bilgi işçisi" olarak adlandırılmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** Sanayi 4.0, Teknoloji, İşgücü, Bilgi İşçisi

## Industry 4.0, Labor Market And Knowledge Work

### Abstract

*Industrial Revolutions have led to many developments in the economic, social, political and cultural life of humanity. Although this has led to extensive developments, the relationship between capital and labor has changed with the change in production method. The substitution of labor with capital, as well as the possibility of the loss of labor (technological unemployment), has led to the conviction that labor is reduced in production. With the development of production technology, it can be said that the function has changed rather than decreasing the place of labor in production. In addition, the employment opportunities of those who comply with the new production technology have increased. In Industry 4.0, the most advanced automation technology of digital transformation, not only unqualified but also qualified labor has caused fear of losing its job. It is stated that these fears are unfounded for those who will use and produce the information required by Industry 4.0. In fact, labor is now called "knowledge worker" because it is involved in brain power rather than muscle power.*

**Key words:** Industry 4.0, Technology, Artificial Intelligence, Digital Future

<sup>1</sup> Diyarbakır'da 25-28 Nisan 2019'da düzenlene Anadolu 2. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi'nde sunulmuş bildirinin gözden geçirilmiş şeklidir.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Dicle Üniversitesi, [kayamehmet@dicle.edu.tr](mailto:kayamehmet@dicle.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-9495-4141>

## Giriş

İnsanlığın ekonomik evrimini, sanayi öncesi ve sanayi sonrası dönem olarak ayırmak mümkündür. Sanayi sonrası dönemin ilk üç aşaması; üretimde makinalaşma, elektronik teknolojilerinin kullanımı ile otomasyona geçişi kapsamaktadır. Bu sürecin son aşamasına ise Nesnelere İnterneti ya da yeni Sanayi Teknolojisi denilmektedir. Bu yeni dönem bu defa doğduğu yerden farklı olarak, ABD’de 2010 yılında “Akıllı Üretim” Almanya’da 2011 yılında “Sanayi 4.0” olarak ortaya çıkmıştır. Türkiye’de de “Sanayi 4.0”, “Dijital Ekonomi”, “Bilgi Ekonomisi” olarak adlandırılrsa da süreç özünde bir teknolojik dönüşümü ifade etmektedir.

Sanayi 4.0, günümüzde etkin olarak yürütülen bir dijitalleşme hareketi olarak da tanıtılmaktadır. Çünkü imalatın her aşamasının dijital sistemlerle yürütülmesi temel amaç olarak belirlenmektedir. Diğer bir deyişle, Sanayi 4.0’ın imalat vizyonu “ürün + zeka + iletişim + bilgi şebekesi” dörtlüsünün odağında şekillenmektedir. Üretilen ürünler ile üretim düzenlerinin mümkün olan en üst düzeyde zekâ ile donatılması hedeflenmektedir. Bu şekilde yeni bir toplumsal oluşumun temelleri atılmakta ve diğer dönüşümlerde olduğu gibi bir kez daha eski köye yeni adet getirilmektedir (Öztemel, 2018:81).

Bu dönüşümün toplumların sosyo-ekonomik yapılarında değişiklik yaratacak çok sayıda işaretlerine rastlamak mümkündür. Sanayi 4.0’ın bir bileşeni ya da çeşitlenmesi sayılan bilgi ekonomisinde hizmet kesimi öne çıkarken, teknoloji bilgi teknolojisi, çalışanları ise “bilgi işçisi” olarak nitelendirilmektedir. Artık her mal ve hizmet üretiminde emek ve sermayenin yanında bilgiye veya teknolojiye daha çok ihtiyaç olacaktır. Bu yeni dönemde ekonomideki her kesimin işleyişinde, iş tanımında ve işgücü profilinde de değişimler beklenmektedir. Örneğin, tarım kesiminde üretim bilgileri çiftçiler tarafından en yeni bilgi teknolojileri ile yapılacaktır. Bunun yanında özellikle ar-ge ve bilgi işlem ile ilgili “Ar-Ge ve Kullanıcı Arayüzü Tasarımı”, “Lojistik”, “Bilgi İşlem ve Veri Entegrasyonu”, “Robotik ve Otomasyon” gibi iş alanlarının öne çıkacaktır. Doğaldır ki bu yeni iş alanlarının ihtiyaç duyacağı meslekler de farklı olacaktır. Nitekim BCG’ye (Boston Consulting Group) göre önümüzdeki birkaç yılda, “Endüstriyel Veri Bilimciliği”, “Robot Koordinatörlüğü”, “IT Çözüm Mimarlığı” gibi mesleklerde artış olacaktır. İnsanlığın geleceği açısından olumlu bir tablo çıkaracağı öngörülen bu yeni dönemle ilgili kaygılar da mevcuttur. Bunların en önemlisi de mevcut mesleklerin/işgücünün geleceğidir.

Henüz Üçüncü Sanayi devrimindeki teknolojik işsizliğe çare bulunamazken, bu yeni dönemin teknolojisine uyum sağlanmadığı takdirde işsiz ordusuna yenilerinin ekleneceğinden korkulmaktadır. “İkinci Makine Çağı” (The Second Machine Age, Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee) adlı ünlü kitapta robotların zamanla beyaz yaka iş(çi)lerinin yerini de alacağı öngörülmüyorsa bu korku hiç de yersiz değil. Buna çözüm olarak ilk akla gelen, her mesleğin yeni dönemdeki bilgiyi kullanacak, üretecek ve onu bir değere dönüştürecek teknolojik donanıma sahip olmasını sağlamak ve mesleği eğitimi de bu yönde yeniden düzenlemektir. Yoksa “korkunun ecele faydası yok” zaten işgücünün makine ile rekabeti/savaşı çok eskilere dayanmaktadır. Sanayi 4.0’ın otomasyona dayanan üretim sistemi muhtemelen vasıflı işgücünü de işinden edebilir. Ancak ekonomik yapıda değişime yol açan bu son devrim yeni istihdam kapıları da açacaktır. İşte bu yeni ekonomide sözkonusu kapıları açmada ve değişime uyum sağlamada anahtar teknik/bilgi olacaktır. Kısaca Sanayi 4.0 işgücünün üretimdeki önemini azaltmaz veya azaltmayabilir ama nitelikli işgücünün niteliksiz olanı üzerindeki üstünlüğünü daha da artırabilir.

Bu kapsam üzerine kurgulanan çalışma; hayatın her alanına dokunan Sanayi 4.0’ın işgücü piyasasına olası etkileri dolayısıyla, fonksiyonu ve yeri değişen/değişecek olan işgücünün bunu koruması için, bu yeni/dijital ekonomi için vazgeçilmez bir faktör olan bilgiyi üretme ve kullanma niteliğinin önemi üzerinde durulmaya çalışılacaktır.

## 1. Sanayi Devriminin Aşamaları

Sanayi Devrimi, toplumumuzu ve ekonomimizi kökten değiştiren bir kavram ve gelişmedir. "Gelişme (kalkınma)" terimi; gerçekten hızlı ve köklü bir değişimi ifade eden bir “devrim” bağlamında biraz gecikmeye işaret ediyor gibi görünebilir, ancak büyük değişikliklerin nispeten kısa bir süre içinde gerçekleştiği konusunda şüphe yoktur. Öyle ki endüstriler ortaya çıktı ve küçük ölçekli atölyelerin ve zanaat atölyelerinin yerini aldı. Tekstil ve çömlek fabrikaları, bu yeni başlangıcı ilk yaşayanları ve arkasından yeni bir kanal ve demiryolu altyapısı etkin dağıtımını sağladı. Böylece “sıkı çalışmadan” “endüstriyele” geçiş yaşandı ve bu her ikisi için de bir patlamanın başlangıcıydı (Sogeti, 2014:11).

Tam 230 yıl önce, 1784 tarihindeki ilk mekanik dokuma tezgâhından beri, Sanayi Devrimi olarak adlandırılan devam eden süreçte dört aşamayı ayırt edebiliriz (Tablo 1). 18. yüzyılın başında buharlı makinelerin icadı, demir üretiminin artması, demiryollarının yaygınlaşmasıyla birinci sanayi devrimi (Sanayi 1.0) başladı. 19. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren çelik üretim tekniğinin gelişmesi, elektrik, petrol ve değişik kimyasalların üretim sürecine katılması ikinci sanayi devrimi (Sanayi 2.0) olarak tanımlandı. Seri üretim bu dönemin tipik özelliği oldu. 1970 den itibaren bilgisayar teknolojisinde, telekomünikasyon, robotik, lazer, fiberoptik ve biyogenetikte çok hızlı gelişmeler, internetin yaygınlaşması, bilgiye ulaşmanın kolaylaşması, otomasyonun birçok alanda kullanılması

üçüncü sanayi devrimi (Sanayi 3.0) olarak kabul edildi. Artık dördüncü sanayi devriminin (Sanayi 4.0), başka bir tanımlamayla Sanayi 4.0'ın eşiğindedir (Başkaya,2018). Sanayi 4.0, üretim sistemleri ve ürünlerinin tasarımı, üretimi, işletilmesi ve servisinde uygulanmakta olan bir grup hızlı dönüşümü kapsayan bir terimdir. Sanayi 4.0'ın bu tanımlaması, dünyanın dördüncü sanayi devriminde olduğunu, üretkenlikte kuantum sıçramalarına neden olan ve tüm dünyadaki insanların hayatlarını değiştiren daha önceki üç sanayi devriminin ardılı olduğunu belirtir (EP,2015:2).

**Tablo 1:** Sanayi Devrimlerinin Evrimi

	Zaman Dilimleri	Teknolojik Yetileri
<b>Sanayi 1.0</b>	1784- 19. Yüzyılın Ortaları	Su ve buharla çalışan mekanik üretim
<b>Sanayi 2.0</b>	19. yüzyıl sonu -1970'ler	İşbölümüne dayalı elektrikle çalışan seri üretim (Montaj Hattı)
<b>Sanayi 3.0</b>	1970'ler-Bugün	Elektronik ve Bilgi Teknolojisi, karmaşık görevlerin yeni otomasyon seviyelerini yönlendirir
<b>Sanayi 4.0</b>	Bugün-	Sensör teknolojisi, ağ bağlantısalılığı ve veri analizi, kitlesel özelleştirmeye, değer zincirlerinin bütünleşmesine ve daha fazla verimliliğe olanak tanır

Kaynak: European Parliament (EU), ( 2015:3)

### 1.1.Birinci Sanayi Devrimi (Sanayi 1.0)

Geniş anlamda sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilen ilk Sanayi Devrimi'nin 16-18 yüzyıllar; dar anlamda da 1760-1830 arasında gerçekleştiği kabul edilir. 50-70 yıl içinde olağanüstü hızlı toplumsal, iktisadi, siyasal ve teknolojik değişimlerin yaşandığı bu dönemin başlıca özellikleri şöyledir (Köymen, 2007:160):

- Sanayi, ekonominin sürükleyici sektörü durumuna geldi; tarım, sanayinin çıkarlarına tabi oldu.
- Makinelerle donatılmış fabrika düzeni, aletli atölye tipi üretimin yerini aldı.
- Buhar, su, rüzgâr gibi insan ve hayvan gücüne dayanmayan inorganik enerji kullanımı yaygınlaştı.
- Sanayi üretimi dünya pazarlarını hedefleyerek örgütlendi; dünya pazarlarında sağlanan hammaddeler İngiltere'de işlenip dünya pazarlarına satıldı.
- Üretim teknolojisinde sürekli atılımlar gerçekleşti.

İngiltere'de başlayan ve bahsi geçen özellikler doğrultusunda ilerleme kaydeden Sanayi Devrimi, kısa sürede tüm Avrupa'ya ve ABD'ye yayılmıştır. Üretim yapısındaki bu köklü değişim, ekonomi dünyasında olduğu kadar toplumsal yapıyı da büyük ölçüde değiştirmiştir. Zira söz konusu gelişmelerin ışığında, ortalama yaşam süresi uzamış ve nüfusta artış gözlenmiştir (EBSO,2017:1). Ayrıca Sanayi Devrimiyle birlikte, dönemin ekonomik yapısı genel olarak tarım ağırlıklı bir ekonomiden, kütle üretim tarzına kaymıştır. Bu dönemde yeni bir sınıf olan işçi sınıfı oluşmuştur. Ekonomik yapının oyuncularını değiştirmiş; usta-çırak yerini patron-işçi almıştır (Destebaşı, 2018:7).

### 1.2. İkinci Sanayi Devrimi (Sanayi 2.0)

*Teknoloji Devrimi* olarak da adlandırılan 2.Sanayi Devrimi, üretim düzenlerinde elektriğin kullanılması ve elektrik gücünün montaj hatlarını kumanda etmesiyle ortaya çıktı. Elektrik gücüyle hareket eden üretim hattı ilk kez hayvan kesim işlemleri için ABD'de mezbahalarda kurulan düzenlerle başladı. Ama düzenin asıl uygulandığı Ford Motor Fabrikalarında kurulan seri üretim hatlarıyla oldu. Ford Motor Fabrikalarının otomobil üretiminde uyguladığı bu düzen (*Fordizm*), üretim ölçeğinin büyütülebilmesine ve dolayısıyla maliyetlerin ve fiyatların ucuzlamasına yol açtı. Bu fabrikalarda uygulanan teknikler o zamana kadarki iş yönetim modellerinin de yeniden yazılmasına yol açtı. Bu devrimin yarattığı ekonomik verimliliğin yaygınlaşmasında karayolu ağının yaygınlaşması önemli rol oynadı. Sanayi 2.0 üretimin makineleşerek seri üretime geçilmesi ve üretilen malların demiryolunun yanı sıra karayolu ağıyla da tüketim merkezlerine ulaştırılması olarak tanımlanmaktadır (Eğilmez, 2017).

Bütün bu gelişmeler sonucunda, kentler hızla büyümeye başladı; gelişmekte olan ülkeler (GÜ) de ailelerin iş ve konaklama mekânları farklılaşmaya başladı. Hayat biçimleri büyük oranda değişti. Ekonomik alanda yeni ve güçlü merkezi devletler kuruldu. 1.Sanayi Devrimi'nde İngiltere ve Avrupa'da etkisini gösteren sanayileşme, 2.Sanayi

Devrimi ile ABD, Japonya gibi ülkelerde de hızla yaygınlaşarak dünyada birçok bölge ve ülkeyi etkilemiştir (Taş, 2018:1821).

### 1.3.Üçüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 3.0)

1950'lerde mekanik elektrikle çalışan hesap makinesinin icadıyla 3.Sanayi Devrimi başlamıştır. Bu dönemde de ilk küçük bilgisayar, cep telefonu, internet, hibrit otomobil insanların hayatına girmiş ve uzaya ilk defa mekik gönderilmiştir. Üretimde bilgisayar, iletişim ve ulaşım teknolojilerinden faydalanılması, günlük yaşamda çok daha küçük, pratik ve nano teknoloji ürünlerin de girmesine sebep olmuştur. Öyle ki; makineler, günlük yaşama da egemen olmaya başlamış ve kas gücüne olan ihtiyaç giderek azalmıştır. Çünkü elektronik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle üretimin otomasyonu sağlandı (Taş, 2018:1821-1822). 3.Sanayi Devrimi "Bilgisayar Devrimi" ya da "Dijital Devrim" olarak da adlandırılmaktadır. Üretim süreçlerinin otomasyonuna örnek olarak;(ATSO, 2018:17).

- İlk programlanabilir mantıksal denetleyicinin (PLC) ve mikro bilgisayarın icatları,
- Üretimde bilgi teknolojileri ve elektroniğin kullanılması,
- Barkod okuyucular (1980) ve e-ticaret (1990) verilebilir.

Bu devrim, ilk ikisine göre nitelik bakımından biraz farklıdır. Bu devrimin temel bileşenleri, "bilgi işlem teknikleri", "haberleşme teknikleri" ve bunların ortak gerçekleştirme aracı olan "mikro-elektronik"tir. Yeni sanayi devrimi kısaca bilgisayar ve internetin baş döndürücü bir hızla ilerlediği "enformatik" dönem olarak da kabul edilebilir. Bu dönem bilgi, işlem ve bilgi iletişim alanında bugüne kadar sağlanan gelişmelerin, bir patlamaya dönüşerek zamanımızda ekonomik ve stratejik dengeleri değiştirecek nitelik kazanmıştır (Berkem, 2008'den aktaran Çeliktaş vd., 2015:25).

Genel olarak sanayi devrimlerinin her biri imalat sanayinin işleyiş şekline etki etmiştir. İmalat sanayinin dijital dönüşümü yeni bir sanayi devrimi niteliğindedir. Bu nedenle de dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi, bundan önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi sanayinin işleyişinde köklü ve küresel ölçekte değişime yol açabilecek potansiyele sahip olduğu için son derece önemlidir. Dijital dönüşüm sadece imalat sanayini değil aynı zamanda ekonominin diğer sektörlerini ve sosyal hayatı da etkileyecektir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018:22).

### 1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0)

Sanayide dijitalleşme on yıllardır sanayide süregelen evrimin bir sonucudur ve iki ayrı sanayi ülkesinde hemen aynı yıllarda da adı konmuştur. Sanayide bu paradigma değişimi ilk olarak 2010 yılında ABD'de *Smart Manufacturing*, Almanya'da 2011 yılında "Indusrie 4.0", G20 ülkelerinde ise "yeni sanayi devrimi" gibi adlarla yansıtılmıştır. Ancak devrim veya evrim terimlerinin kullanımı hakkındaki görüşler farklılaşmıştır. Öyle ki, dünya çapında Sanayi 4.0 olgusunu tanımlamak için çeşitli farklı terimler de kullanılmıştır. Japonya gibi bazı ülkeler "Sanayii 4.0"ı korumuş gibi görünüyor, ancak ABD gibi diğer bazı ülkeler "Her Şeyin İnterneti" gibi terimleri de tanımladı. Bunlara ek olarak Avrupa, Çin ve ayrıca ABD'de de "Akıllı üretim", "Akıllı imalat", "Akıllı endüstri" veya "Akıllı fabrika" gibi terimler ise, akıllı üretim sistemleri oluşturmak amacıyla özellikle dijital üretim ağına işaret etmek için kullanılmıştır<sup>3</sup> (Ulusoy, 2018:63, Stăncioiu, 2017:74 ve Dopico vd. 2016:408). Tüm bu terim ve kavramların ortak noktası, geleneksel üretim ve üretim yöntemlerinin dijital bir dönüşümün eşliğinde olduğunun kabul edilmesidir. Bir süredir, endüstriyel süreçler modern bilgi teknolojisini (BT) giderek daha fazla benimsiyor, ancak en son eğilimler 1970'lerin başından beri elektronik ve (BT) gelişmeler tarafından yönlendirilen üretim otomasyonunun tamamen ötesine geçiyor (Deloitte, 2015:2).

Her ne kadar isimler imalatı öne çıkarsa da dijitalleşme, ekonominin tüm sektörleri ve günlük yaşamımızın tüm yönlerini kapsamaktadır. Dijitalleşme süreci sağlıktan eğitime, tarımdan sanayiye sosyal ve iktisadi hayatın tüm alanlarını etkilemektedir. Siber-fiziksel düzenlerde yaşanan gelişmelerle ortaya çıkan 4.Sanayi Devrimi ile özellikle üretim, ulaşım ve hizmetler gibi birçok alanı kapsayan yeni bir dijital ekonomi kavramından söz edilmeye başlanmıştır (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,2018:22).

Ancak Sanayi 4.0 yaklaşımı, temel olarak bilişim teknolojileri ile sanayiyi bir araya getirmeyi hedeflemektedir. GÜ'nün rekabet üstünlükleri, yüksek kaliteli, yenilikçi ürünleri düşük maliyetle üretebilmeleriyle doğru orantılıdır. Yalnızca yüksek teknoloji ürünlerini değil, günlük hayatımızın rutin araçlarını da değiştiren bilişim

<sup>3</sup> Gelişmiş üretim için ulusal girişimler son yıllarda çoğaldı. Almanya'nın Endüstri 4.0 girişimi ("Plattform Industrie 4.0"), ABD'de Üretim İnovasyon için Ulusal Ağ, Japonya'nın Robot Stratejisi, Çin Halk Cumhuriyeti'nin Çin Malı 2025 ve İnternet Artı girişimleri sadece bazı örneklerdir (OECD,2017:27).

teknolojilerindeki gelişmelerin sınav işletmeler tarafından yenilikçi bir şekilde kullanılması, üretim süreçlerini tamamen değiştirme gizilgücüne (potansiyeline) sahiptir. İmalat süreçlerinin tümüne yayılan bilişim temelli çözümler, üretimi daha verimli kılmanın yanı sıra kişiselleştirilmiş ve çeşitlendirilmiş ürünleri, seri üretim süreçlerini değiştirmeden üretmeyi sağlayacaktır (EKOIQ, 2014:2-3).

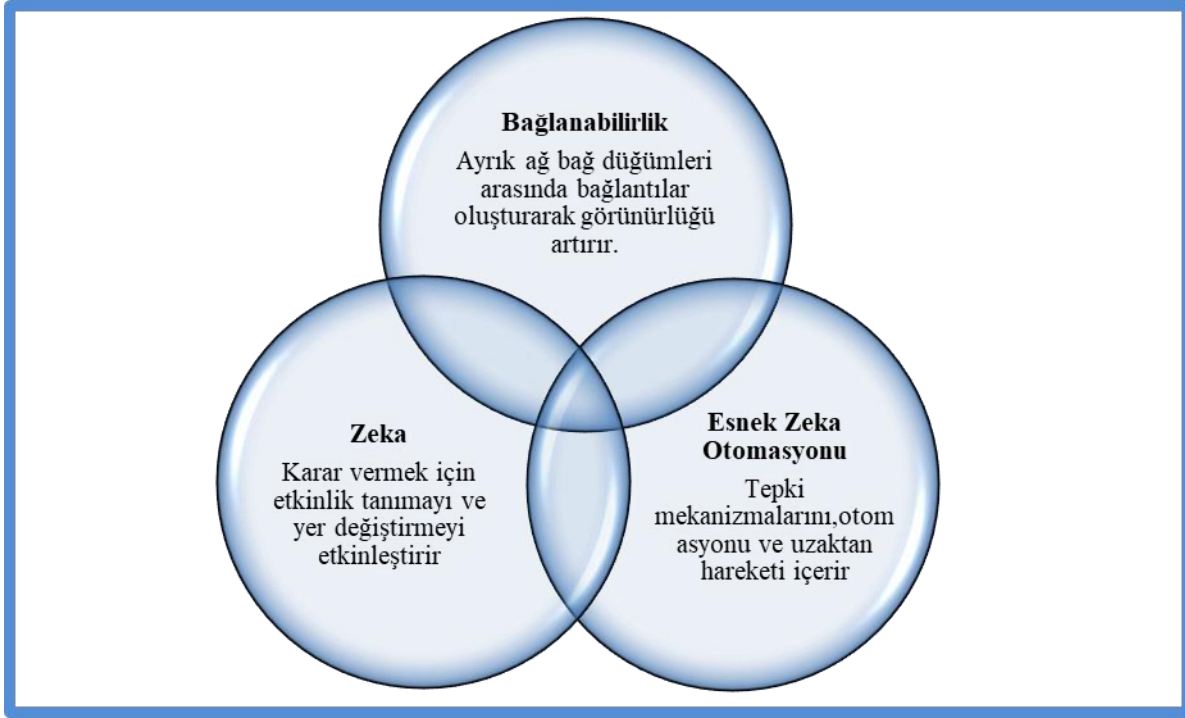
Dijital dönüşüm ve Sanayi 4.0 ile birlikte ulaşılabilecek yeni seviyede, insanların, nesnelerin ve sistemlerin birbirleri ile bağlantısı yaygın ve etkin bir şekilde gerçekleşmiş olacaktır. Bu altyapı sayesinde, dinamik, gerçek-zamanlı olarak optimize edilmiş, kendi kendine organize olabilen, tüm organizasyon geneline yayılmış ve organizasyonlar arası katma-değer zinciri ağları oluşacaktır. Bu ağlar, maliyet, ulaşılabilirlik ve kaynak kullanımı gibi çeşitli ölçütlere göre kendini en uygun (optimal) hale getirme olanağına sahiptir (Endüstri 4.0 ile Geleceğe Bakış ve Beklentiler, 2018).

## 2.Sanayi 4.0'm Bileşenleri, Özellikleri ve İşletmeler

Sanayi 4.0 tanımlaması ile, yukarıda da görüldüğü gibi, dijital imalat (otomasyon, veri alışverişi, üretim teknolojileri) entegre iletişim ağı (nesnelerin interneti), siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar (esneklik, hız, verimlilik) ve veriden anlamlı bilgi üretilmesi (büyük veri ve iş zekası) temelinde bir yapılanma öngörülmüştür. Makinelerin birbiriyle konuşabildiği, kendi kendilerine karar verebildiği, sensörler vasıtasıyla çevredeki olayları anlayıp yorumlayabildiği bir imalat ortamı tanımlanıyor (Öztemel, 2018:82).

Buradan hareketle 4. Sanayi Devrimi-" Sanayi 4.0", üretim süreçlerinde otomasyon, bütünleşme ve gerçek zamanlı veri alışverişinin geliştirilmesini destekleyen bir dizi bağlantılı dijital teknoloji çözümüne atıfta bulunan kolektif bir terim olarak tanımlanabilir. Özünde bu doğal olarak, bilimsel ve üretim uygulamalarının gelişimini izleyen endüstriyel ve teknolojik bir dönüşüm sürecini yansıtmaktadır (Koleva, 2018:17). Böylece daha önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi, bu dönemde de dönüşümü tetikleyen ve sürükleyen gücün, önadı değişse de, (dijital-akıllı) *bilgi ve iletişim-teknolojileri* olduğu açıktır.<sup>4</sup> Stancioiu da (2017:75), büyük sanayi devrimin küçük alanlardaki teknolojik devrimlere dayandığını belirtmektedir. Rojko (2017:80), Sanayi 4.0' tetikleyen bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) temeli, merkezi olmayan kontrol ve gelişmiş bağlantı (*Internet of Things-IoT-Nesnelerin İnterneti işlevleri*) ile siber-fiziksel sistemlerin akıllı otomasyonudur. Bu yeni teknolojinin endüstriyel üretim sistemleri için sonucu, klasik hiyerarşik otomasyon sistemlerinin, esnek seri özel üretime ve üretim miktarında esnekliğe izin veren kendi kendini organize eden siber fiziksel üretim sistemine yeniden düzenlenmesidir. WEF (2018:5) ise, Dördüncü Sanayi Devrimi bağlamında üç teknolojik megatrendin (Şekil 2) üretimi, henüz tam ölçekli uygulamaları ve üretimdeki faydaları gerçekleştirilmemiş olsa bile, eşi görülmemiş bir hızla ve genişliğe ulaştırdığını ve bir paradigma değişiminin eşğine getirdiğini belirtmektedir.

<sup>4</sup> Ancak dijitalleşme Sanayi 4.0'ı doğururken, tamamen teknolojik açıdan tanımlanamaz. Yakınsama nedeniyle, kurumsal dönüşüm-iş modellerinde, organizasyonda ve kültürde meydana gelen değişikliklerle-teknoloji kadar Endüstri 4.0'ın da ayrılmaz bir parçasıdır (UNIDO, 2017:5).

**Şekil 1:** Üretimi Dönüştüren Temel Teknoloji Megatrendleri

Kaynak: WEF (2017:5).

Ancak Sanayi 4.0; tek bir teknoloji değil teknolojik liderler, önemli kullanıcılar, sistem entegratörleri/bütünleyicileri ve hükümet politika yapımcıları tarafından fiili olarak bir araya getirilen farklı teknolojiler kümesidir (Martinelli vd., 2019:5). Bu teknolojiler; giderek daha otonom ve akıllı sistemlere izin veren makine öğrenimi ve veri bilimindeki gelişmelerden, Nesnelerin İnternetini destekleyen düşük maliyetli sensörlere ve ikinci nesil endüstriyel robotları mümkün kılan yeni kontrol cihazlarına kadar çoktur (OECD, 2017: 27). Hepsi de dijitalleşme yoluyla esnekliği ve kaynak verimliliğini artırmak suretiyle, ürünleri daha hızlı piyasaya süren/sürecek bir endüstrinin geliştirilmesini amaçlamaktadır (Stancioiu, 2017:75). Bu amacın gerçekleşmesi çeşitli fonksiyonlara sahip birbiriyle ilişkili teknolojilere/bileşenlere (*Boston Consulting Group (2015) raporuna göre, dokuz temel teknoloji*<sup>5</sup>) bağlıdır. Söz konusu teknolojiler aynı zamanda Sanayi 4.0'ın terminolojisi olarak da adlandırılmaktadır. Bunlar:

- 1- **Katmanlı/Eklemeli Üretim:** Sanayi 4.0 bağlamı, üretim ekipmanları ve sistemlerin yanı sıra kurumsal ve müşteri yönetim sistemleri gibi birçok farklı kaynaktan verilerin toplanması ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi tablo bahisleri haline gelecektir.
- 2- **Arttırılmış Gerçeklik (AG):** AG sistemleri, bir depoda parça seçme ve mobil cihazlar üzerinden onarım talimatları gönderme gibi çeşitli hizmetleri destekler. AG ile şirketler, çalışanlara karar verme ve çalışma izleklerini iyileştiren gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir.
- 3- **Otonom Robotlar:** Robotlar birbirleriyle etkileşime girebilir ve insanlarla güvenli bir şekilde yan yana çalışabilir. Bu robotlar daha az maliyetli olacak ve zamanla artan yeteneklere sahip olacaktır.

<sup>5</sup> Schwab (2016), bu teknolojileri, fiziksel (otonom araçlar,3D Baskı, gelişmiş robotik/bilimler ve yeni malzemeler),dijital ve biyolojik olarak sınıflandırırken, Stancioiu (2017:75), siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti ve bulut bilişim olmak üzere üçe indirmiştir. European Parliamaent (2016:22) ise, Sanayi 4.0 ile ilişkili terimler başlığında Nesnelerin ve Hizmetlerin İnternetini öncelirken, geri kalan terimleri Sanayi 4.0 ile ilgili literatürde sıklıkla belirtilen diğer bazı terimler olarak sıralamıştır.

- 4- **Büyük Veri ve Analiz:** Sanayi 4.0 bağlamında, birçok farklı kaynaktan (üretim ekipmanı ve sistemleri ile kurumsal ve müşteri yönetim sistemleri) gelen verilerin toplanması ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi masaya yatırılacaktır
- 5- **Bulut:** Bir şirket üretimle ilgili ne kadar çok girişimde bulunursa, siteler arasında veri paylaşımına o kadar çok ihtiyaç duyar. Şirketler, makine verilerini ve analitiğini, bulut teknolojilerinden yararlanarak giderek daha fazla dağıtacak ve böylece üretim sistemleri için daha fazla veriye dayalı hizmetler sağlayacaktır.
- 6- **Siber Güvenlik:** Sanayi 4.0'ın artan bağlanabilirliği ve standart iletişim protokollerinin kullanımının artırması, kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerinden koruma ihtiyacını artırıyor. Bu nedenle, makineler için gelişmiş erişim yönetimi ve kullanıcıların kimlik doğrulaması ile sağlam ve güvenilir iletişim esastır.
- 7- **Yatay ve Dikey Sistem Bütünleşmesi:** Sanayi 4.0, şirketlerin, departmanların, işlevlerin ve yeteneklerin çok daha uyumlu hale gelmesini olanak verir. Şirketler arası, evrensel veri bütünleşme ağları gelişir ve gerçek anlamda otomatikleştirilmiş değer zincirleri oluşur.
- 8- **Endüstriyel Nesnelerin İnterneti:** Sanayi 4.0'ı başlattığı kabul edilir. Çünkü Sanayi 4.0, daha fazla cihazın gömülü bilgi işleme zenginleştirilmesi anlamına gelir. Bu süreç, cihazların hem birbirleriyle hem de merkezi kontrolörlerle iletişimini ve etkileşimini sağlar. Ayrıca, analitiği ve karar vermeyi merkezden uzaklaştırır, böylece gerçek zamanlı yanıtlar sağlar.
- 9- **Simülasyon/Benzetim:** Gerçek zamanlı verilerden yararlanmak ve fiziksel dünyayı yansıtmak için tesis operasyonlarında yaygın olarak kullanılırlar. Bu modeller, operatörlerin çeşitli varyasyonlarda ayarları test ve optimize etmelerini sağlar, böylece makine kurulum sürelerini kısaltır ve kaliteyi artırır.

Sanayi 4.0'ın temelini oluşturan teknolojiye dokuz ilerlemenin çoğu zaten üretimde kullanılıyor, ama onlar Sanayi 4.0 ile birlikte üretimi dönüştürecekler; öyle ki yalıtılmış, optimize edilmiş hücreler tam bütünleşmiş, otomatikleştirilmiş ve optimize edilmiş üretim akışı olarak bir araya gelerek, verimliliklerin artmasına ve hem tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arasındaki hem de insan ve makine arasındaki geleneksel üretim ilişkilerinin değişmesine yol açacaktır (BCG, 2015:4). Bu teknolojiler üretimi dönüştürdükçe; verimlilik, istihdam, beceriler, gelir dağılımı, ticaret, refah ve çevre açısından geniş kapsamlı sonuçlar doğuracaktır. Kaldı ki tüm bu teknolojiler hızla geliyor. Hükümetler üretimin nasıl gelişebileceğini ne kadar iyi anlarsa, şirketlerin, ekonomilerin ve toplumların bu avantajlardan yararlanmak ve zorlukları aşmasına yardım etmek konusunda o kadar iyi bir konumda olacaklardır. (OECD, 2017:26).

Bununla birlikte Sanayi 4.0'a geçişin yarattığı değişim sadece mikro ekonomik etkiyle sınırlı kalmasa da bu dönüşüm öncelikle bireysel şirket seviyesinde kendini gösteriyor. Çünkü teknolojilerin ötesinde Sanayi 4.0 şirketlerin imalat stratejilerinde bir paradigma kayması anlamına gelir. Bu yenilikçi teknolojiler, fabrikaların "akıllı" olmasına olanak sağlayarak, endüstriyel ölçekte özelleştirilmiş ürünler üretirken, operasyonel esneklik ve verimlilik artışı için de pek çok fırsat sunuyor (Berger, 2016a:3, Petrillo vd., 2018:3). Sanayi 4.0 kavramlarının şirketlerin süreç ve operasyonlarına yayılımının artacağı noktasında çok az şüphe vardır. Bilgi akışı, ileri teknolojiler ve malzemeler; yani Sanayi 4.0'ı oluşturan dijital ve fiziksel teknolojiler, hayata geçirilebilir kavrayışları yönlendirmek için kuruluş genelinde gerçek zamanlı bilgi ve görüşlere erişmeyi mümkün kılar. Bu da şirketlerin yepyeni şeyler başarmasına olanak tanır ve tedarik zincirlerinde, üretimde ve iş modellerinde devrim yaratabilir (Deloitte, 2017:11).

**Tablo 2: Sanayi 4.0: Şirketler İçin Neler Değişiyor?**

	Geleneksel Üretim	Sanayi 4.0 İmalatı
<b>Süreç</b>	Katı ve manuel	Çevik ve otomatik
<b>Ürün</b>	Standartlaştırılmış	Kişiselleştirilmiş ve özelleştirilmiş
<b>Fabrika Ölçeği</b>	Merkezi konumlarda büyük fabrikalar	Merkezi olmayan konumlarda küçük fabrikalar
<b>Tedarik Zinciri</b>	Stok bazlı planlama	Dinamik ve öngörücü
<b>Başarı Ölçümü</b>	Düşük maliyet, yüksek verimlilik	Yüksek sermaye getirisi (ROCE)
<b>Müşteri İlişkisi</b>	Düşük ve dolaylı	Yüksek ve direkt

Kaynak: Berger (2016b:2).

Ancak Fouad (2019:14), Sanayi 4.0'a uyumun, işlerin bir kısmını otomatik cihazlarla bırakmak, yeni üretim teknolojileri kullanmak ve kontrol etmek ve üretim süreci analizinin verimliliğini bulut bilişim ile artırmaktan çok daha fazlası anlamına geldiğini belirtmektedir. KPMG'ye (2018:13) göre de, Sanayi 4.0'ı sadece bir teknolojik yatırım olarak görmek, konuyu küçümsemek anlamına geliyor. Sanayi 4.0, öncelikle geliştirilecek, uygulanacak ve sonrasında sonuçların değerlendirileceği bir projenin ötesinde değerlendirilmelidir. Gerçek ve Gökşen (2019:14) ise, Sanayi 4.0 vizyonunda gerek şirketlerin gerekse de bireylerin sahip olması gereken en önemli yetkinlik olarak, **değişime uyum sağlayabilmek ve değişimi yönetmek** özelliklerini vurgulamaktadır.

Nitekim Fouad (2019:14) devamında yukarıdaki savının gerekçelerini şöyle açıklamaktadır: “Yukarıdaki bileşenlerin Sanayi 4.0 'ın sadece teknolojik yönleri olduğunu anlamak önemlidir. Bu ve ilgili alanlardaki birçok uzmana göre, işletmeler için doğru yenilik algısının oluşumu büyük değer taşımaktadır. Psikolojik boyutu da önemli bir rol oynar: şayet şirket (öncelikle kendi çalışanları ve yönetimi) üretim, yönetim ve hizmet sunumu alanlarında yeni seçenekleri kabule hazır değilse, teknik yeniliklerin devreye girmesi çok fazla fayda ve kazanç sağlamayacaktır. Olgunun özünün tamamına ilişkin düzgün bir tutum ve anlayış olmadan, bu unsurlar bölük pörçük olarak kalacak ve bütünleşmiş bir sosyo-teknik sistem içinde birleşemeyecektir.”

Bu sebeple, Sanayi 4.0'ın işletme faaliyetleri üzerindeki kapsamlı etkileri göz önüne alındığında, üretim kuruluşları hem içten dışa hem de dıştan içe bakış açısını birleştirerek bütünsel düşünmelidir. Yeni teknolojilerin ve süreçlerin geçici olarak araştırılması ve uygulanması yeterli olmayacak, somut değer yaratmaya odaklanan yapılandırılmış bir yaklaşımı gerektirecektir (Deloitte, 2015:4). Bu yaklaşıma bağlı olarak Sanayi 4.0'a kanalize olması için işletmelere aşağıdaki hususları yerine getirmeleri önerilir: (Deloitte, 2017:11).

**1- Yenilikleri yakından izleme:** Kuruluşu çeşitli teknolojilerin uygulanmasını ve iş üzerindeki potansiyel etkilerini anlamaya teşvik için mümkün olan yolu araştırılması gerekir. Farklılaşma ihtiyacınızı neyin tetiklediğinin anlaşılması ve oraya nasıl ulaşacağınızı düşünmeye başlanmalıdır.

**2- Bir ekosistem kurulması:** Kurumun dijital olgunluğu; neyin yapılabilir olduğunu, mevcut kaynaklarınızla gerekli teknoloji becerileri oluşturmak için hangi adımların atılması ve ona ulaşmak için hangi yeni kaynakların sağlanması gerektiğini anlamak üzere değerlendirilmelidir.

**3- Kenarlarda/ Ölçekleme:** Zaman zaman, stratejilerin nispeten daha az sonuçla test edilip geliştirilebileceği daha küçük risklerle başlamak mantıklıdır. Kuruluşun “uçlarında” projeler seçmek, Sanayi 4.0'ı daha geniş bir ölçekte oluşturmak için daha fazla olanak, bireylerin başarısız olmaktan daha az korkmasını bu da sonuçta daha büyük yeniliklere ulaşılmasını sağlayabilir.

**4- İşe yaradığını kanıtlamak için bir veya iki dönüşümle başlanması:** Birkaç potansiyel değer dalgasının kılıdını açabilecek alanlara öncelik verilmesi ve daha sonra üstel büyümenin bu başarıların üzerine inşa edilmesi gerekir. İlk başarılar kanıt noktaları olarak hizmet edebilir ve daha önemli yatırımlar için risk alma konusunda isteği arttırabilir.



**5- Mükemmel için beklemeyin ve yinelemeye devam edilmesi:** Sanayi 4.0 teknolojileri hızla geliyor gibi görünmektedir ve genellikle tekrarlamak için yeterli alan vardır. Önceki deneyimlerden ders çıkarmak bir sonraki girişimler grubunu bilgilendirir ve bir sonraki öncelikler listesine girmenize yardımcı olur.

Ancak işletmelerin Sanayi 4.0 kapsamındaki bu girişimlerinin, olası Sanayi 4.0 senaryoları için teknolojilerinden türetilmiş tasarım ilkelerine uygunluğu oranında başarı şansı artabilir. Bu tasarım ilkeleri aynı zamanda işletmelerin daha sonra uygulanabilecek Sanayi 4.0 projelerini de destekler. Temel amacı yeni teknolojilerin ve kavramların potansiyellerinden yararlanmak olan Sanayi 4.0 sisteminin altı tasarım ilkesi vardır: (Akshath vd., 2020:67).

**1- Birlikte çalışabilirlik:** İş parçası taşıyıcılarının, montaj istasyonlarının, ürünlerin, insanların ve akıllı fabrikaların, Nesnelerin İnterneti ve hizmetlerin interneti yardımıyla birbirleriyle bağlantı kurma ve iletişim kurma yeteneği.

**2-Sanallaştırma:** Akıllı fabrikanın sanal bir kopyası, sensör verilerinin sanal tesis modelleri ve simülasyon modelleri ile bağlanması yoluyla oluşturulur.

**3-Yerinden yönetim (ademi merkezîyetçilik):** Akıllı fabrikaya dahil olan siber fiziksel sistemlerin kendi kararlarını verme yeteneğidir.

**4- Gerçek zamanlı yetenek:** veri toplama ve çözümü ve gerekli bilgileri hemen sağlama yeteneği.

**5- Servis Yönlendirme:** Sanayi 4.0, hizmetlerin interneti ile siber fiziksel sistemlere hizmet sunmaktadır.

**6- Modülerlik:** Akıllı fabrikaların bireysel modelin değişen gereksinimlerine esnek bir şekilde uyarlanmasıdır.

Son olarak Dördüncü sanayi devrimi çoktan başladı. Ancak bazı alanlarda hızlı ve yıkıcı değişimler görülürken, diğerlerinde yavaş ve istikrarlı bir değişim yaşanacak – ki bu daha "evrimsel" bir hızdır. Her iki durumda da geri dönüş yoktur. Bu sefer fiziksel nesnelere sorunsuzca bilgi ağı ile bütünleşiyor. İnternet gelişmiş bir ağ oluşturmak için akıllı makineler, sistem üretimi ve süreçlerle birleşiyor. Gerçek dünya devasa bir bilgi sistemine dönüşüyor (Berger, 2014:7). Bu bilgi sistemi neredeyse nasıl yaşayacağımızı belirlerken, büyük olasılıkla nasıl daha çok çalışacağımızı ve çalışabilmek için neler yapmamız veya nelere sahip olmamız gerektiğini belirleyecektir.

### 3. Sanayi 4.0'ın İşgücü Piyasasına Yansımaları

Üretim teknolojilerinde makinalaşma→otomasyon→dijitalleşme süreci ile gerçekleşen sanayi devrimlerinin her aşaması, insanlığın modernleşme/gelişme tarihinde yeni ufuklar açarak, ekonomik, sosyal ve kültürel tüm kazanımlarında mihenk taşı olmuştur. Hele henüz emekleme aşamasında olsa bile serinin son devrimi, yüksek teknolojileri ile ekonominin kurgu, kural ve işleyişini değiştirdiği gibi hayatın her alanında etkisini, özellikle küresel salgın sürecinde insanların hayata tutunma çabalarına katkısıyla, göstererek ekonominin geleceğine dair büyüme başta olmak üzere, iyimser kestirimlere ilham kaynağı olmuştur. Nitekim TÜBİTAK'a (2016:2) göre küresel öngörüler, yeni sanayi devrimi ile ilişkili teknolojilerin daha çok uygulama alanı bulacağını ve sürekli yükselen bir eğilim göstereceğini işaret etmektedir<sup>6</sup>:

- 2025-Endüstriyel robotların yaratacağı ekonomik etki yıllık 0.6-1.2 trilyon \$ olup GÜ'deki imalat süreçlerinin % 15-25 oranında otomasyona dayalı olacak;
- 2030-OECD ekonomilerindeki yenilik aracılığıyla, GHYH artışı verimlilik artışına bağlı hale gelecek. Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkileri olacak. Küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin etkileşimini kullanacaktır.

Birçok güç, örneğin demografik değişimler, işgücünün genişlemesi, kentleşme veya sermaye oluşumunda yeni modeller de, ekonomilerde ve toplumlarda büyük ölçekli değişiklikler oluşturabilir. Ancak 18. yüzyılın sonlarındaki ve 19. yüzyılın başlarındaki Sanayi Devrimi'nden bu yana, teknolojinin büyümeyi güçlendirmede ve ekonomileri dönüştürmede benzersiz bir rolü olmuştur. Teknoloji, bir şeyler yapmanın yeni yollarını temsil eder ve bir kez ustalaşıldığında, işletmelerin ve kültürlerin "öğrenmediği" kalıcı bir değişim yaratır. Benimsenen teknoloji, ister fiziki ister insan olsun, sermayede somutlaşır ve ekonomilerin daha az girdi ile daha fazla değer yaratmasını sağlar (McKinsey&Company, 2013:1).

<sup>6</sup> Miadımı dolduran ilk iki öngörü ise;i- 2018-Sanayide kullanılacak robot sayısı yaklaşık 3 milyon olacağı,ii-2020-Birbirine bağlı cihaz sayısı 13 milyardan 29 milyara çıkacak. Nesnelerin interneti pazarının büyüklüğü 656 Milyar USD'den 1.7 Trilyon USD'ye çıkacağı şeklindedir. Ancak 2019 Dünya Robot Raporu'na göre, 2018 yılında 2milyon 267 bindir. IDC -Uluslararası Veri Kuruluş -2020 yılında birbirine bağlı cihaz sayısı 11 milyar ve son olarak nesnelerin internetinin azar büyüklüğü 1 trilyon civarında olduğunu belirtmektedir

Ancak bu dönüşümün insanlığa nasıl bir dünya vaat ettiğine ilişkin, özellikle hızının ne boyutlarda olacağı ve kurumların bu hızla ne ölçüde karşılık vereceği sorusu başta olmak üzere, çeşitli soru(n)ları da beraberinde getirdiği unutulmamalıdır (Özkan vd., 2018:6). Nitekim bunlardan biri de, teknolojik dönüşümün işgücü piyasalarına olası etkilerinin neler olabileceğidir. Bu sorunun cevabı zamana, mekana ve dönem algısına göre farklılık gösterebilir ama insanların esas endişesi teknolojinin işlerini elinden alıp almayacağıdır. Doğaldır ki otomasyon, robotizasyon, bilgisayarlaşma ve dijitalleşmenin yaygın kullanımı işler, beceriler ve meslekler üzerinde ciddi etkilere sahip olması ayrıca *karar koltuğuna da makinelerin geçme* olasılığına ilişkin öngörüler, sözkonusu endişelerin yersiz olmadığını göstermektedir (Akçomak, 2018:66, Sümer, 2018:3).

Çünkü teknolojik devrimler, jeopolitik ve çevresel etkilerine ek olarak, başarılı sayılmak için gereken becerileri değiştirerek toplumsal manzarayı da etkileyebilir. Birinci sanayi devriminden bu yana emeğin tanımında kademeli bir değişim olmuştur. İlk değişim dalgası zanaatkarlıktaydı. Ustalar üretim becerilerini uzun bir çıraklık döneminde kazanırken, üretimin başlangıcından sonuna kadar tüm süreçlerin sorumluluğunu üstlenmişlerdir. Teknolojinin gelişmesiyle yaşanan sanayileşme süreci ile zanaatkarlık daha geniş ve teknik bölünmenin yaşandığı üretim sürecinde yerini, işçilere bırakmıştır. Çalışmanın planlanması ve uygulanması Taylorist yöntemlerle ayrıştırılmış, işçi her türlü beceri ve zihinsel faaliyetten uzaklaştırılarak diskalifiye edilmiştir. Fordist üretim tarzı, işçileri makine uzantılarına dönüştürse de, Taylorist yöntemlerin makineler arasında değişiminin işçilerin zaman kaybetmesine yol açması nedeniyle, geliştirilmiştir. Fordist üretim tarzında, zaman kaybını en aza indirmek için makineler ve işçiler yeniden konumlandırıldı. Post-Fordist üretim tarzı ile birlikte gelişen teknoloji üretim süreçlerine dahil edilmiş ve işgücünde aranan niteliklerde artış olmuştur. Sanayi 4.0 devrimi ile birlikte ise, çalışanlarda aranan niteliklerde benzeri görülmemiş bir artış yaşanmıştır. (Alper ve Alper, 2020:454).

Her sanayi devriminin kendi toplumunu (Sanayi 1.0 için sanayiye hazır tarım toplumu, Sanayi 2.0 için sanayi toplumu, Sanayi 3.0 için sanayi sonrası bilgi toplumu) yaratırken, o toplumun bir bileşeni olarak kendi işçi tipini de (sırayla tarım, sanayi ve bilgi işçileri şeklinde) yarattığı ve buna bağlı olarak işgücü piyasalarının mavi yakalılar (çiftçi, inşaatçı, madenci gibi bedensel çalışanlar), beyaz yakalılar (memur, mühendis, hekim gibi zihinsel çalışanlar.) ve altın / sarı yakalılardan (bilişim teknolojilerini yoğun kullanan her türlü uzmanlar) oluştuğu görülmektedir (Kalaycı ve AYTEKİN, 2016: 7). Bu sınıfsal ayrımın Sanayi 4.0 ile birlikte ortadan kalkmayacağı fakat her bir sınıfın küreselleşen rekabet koşullarının zorlamasıyla yenilikçi / akıllı teknolojilerin kullanımı ölçüsünde daha da gelişeceği öngörülebilmektedir (Kalaycı, 2020: 843-vd.).

Ancak Sanayi 4.0'ın teknolojileri ve işlerin geleceği hakkındaki tartışmada esas olarak, teknolojilerin emek tasarrufu potansiyeline odaklanılmıştır. Bu fikir; bu teknolojilerin makinelerin rutin olmayan bilişsel beceriler gerektiren alanlarda performansını artırması ve doğal dil işleme, konuşma-tanım vb. etkin performans gösterebilecekleri faaliyetleri geliştirilmesiyle daha da güçleniyor. Dahası, robotların becerilerindeki gelişmeler, rutin olmayan daha fazla manuel işlemler yapabilmelerine olanak sağladı. Bu değişiklikler, emeğin yerine makinelerin ikame edilmesini ve emek piyasalarının yeniden şekillendirilmesini kolaylaştırabilir (Unido, 2019:5).

Bunun son devrimle yaşanan/yaşanacak doğal bir süreç olmanın ötesinde, Eğilmez'in de (2017), belirttiği gibi aslında Sanayi 4.0 ile bir yandan üretimin; en üst düzeyde esnekliğe kavuşturulması ve bu yolla tüketiciye özel ürün yapabilme olanağının elde edilmesi, üretimin hızlandırılması, öte yandan üretimde insan emeğinin en aza indirilmesi ve bu yolla üretimdeki hataların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Cem (2020), bunu bir adım daha öteye taşıyarak, Sanayi 4.0'ın yola çıkış felsefesinin; "insan faktöründen tamamen arındırılmış, bütünüyle otonom ve mükemmelleştirilmiş endüstriyel süreçlere dayalı bir üretim sisteminin inşa edilmesidir" demektedir. Elbette bu felsefe sanayi üretimi için geçerliydi. Kas gücüne dayalı, zor ve tehlikeli işlerin robotlar tarafından yapılmasını hedefleyen bu felsefe, diğer tüm sektörlerde de dijital teknolojilerin ve yapay zekânın kullanılmasıyla evrilmiş ve değişmiştir. Bu evrim sonucunda oluşan yeni felsefeyi, "insan faktöründen mümkün olduğunca arındırılmış, olabildiğince otonom ve mükemmelleştirilmiş" olarak açıklayabiliriz.

Daha da önemlisi resmin bütününde karlılığın artırılması yönündeki kapitalist zorunluluk göz önüne alındığında, (dijital) bir makine ile işgücü maliyetlerini azaltmak ve insanları kontrol edilebilir bir dişli yapmak konusunda zaten sermayenin çıkarı bulunmaktadır. Öyle ki kapitalist koşullar altında Sanayi 4.0 temelli otomasyonun en olası sonucu, teknolojinin neden olduğu işsizlik ve insanların üretim araçları üzerindeki kontrolünün kaybolmasıdır. Böylece dijital makineler de; sermayenin işçileri kontrol ettiği, izlediği ve üretim sürecinde emeğin özerkliğini ve karar gücünü sınırlamaya çalıştığı bir araç olarak hareket eder. Ayrıca robotlar; muhalefet etmez, ücret artışları ve daha iyi çalışma koşulları talep etmez, greve gitmez ve yönetmek için çalışmaz, bu da onları işçi sınıfı mücadelelerinin potansiyellerini sınırlamanın bir aracı olması açısından sermaye için daha çok caziptir (Fuchs,2018:284).

Sanayi 4.0'ın bu felsefesinin hayata geçirilmesinin en uç/ilk örneği Çin'de kurulan karanlık (Lights out) fabrikalardır. Karanlık fabrikalar, bir başka deyişle işiğe ihtiyaç duymayan fabrikalar, tamamen otomatik sistemlerle donatılmış ve bünyesinde insanın varlığına ham maddenin fabrikaya girişinden ürünün fabrikadan

çıkışına kadar sürede yok denecek kadar az ihtiyaç duyulur. Ancak çalışanların ihtiyaç duyduğu hiçbir faktörü<sup>7</sup> barındırmayan sadece üretime yönelik ortamlardır. Karanlık fabrikalarda üretimde verimlilik artmış, maliyetler azalmış, işgücüne olan ihtiyaç azalmış ve rekabet avantajı sağlanmıştır. Nitekim telefon modülü üreten Çin'deki fabrikada bu sistem kurulmadan önce, çalışan işçi sayısının 650 olduğu ve sistemle birlikte bu sayının 60'a indiği fabrikanın genel müdürü tarafından açıklandı. Nihai ürün çıkışında kusurlu parça oranının da % 25'lerden %5'lere kadar düştüğü gözlemlenmiştir (Alkan, 2016, Satı, 2018).

Ayrıca Sanayi 4.0 konseptinin öncü firması olarak dikkat çeken Siemens'in Amberg fabrikası da dijital fabrika konsepti de ilk başarı örneği kabul ediliyor. 10.000 m<sup>2</sup>'lik üretim alanında iş süreçlerinin % 75'i makineler ve bilgisayarlarla yürütülüyor ve fabrikada 1000 farklı ürün, milyonda 12 hata oranıyla üretiliyor. Siemens'in çalışmaları, dijitalleşme başarısına bağlı olarak süreçlerin % 25 ila 50 oranında kısalmacağını, mühendislik giderlerinin % 30'a kadar düşebileceğini ve % 70'a varan oranlarda enerji tasarrufu yapılabileceğini kanıtlıyor (KPGM, 2018:3).

Sanayi 4.0'ın kendinden organize dijital veya akıllı fabrikalarının gelişmiş teknolojisi, son derece, esnek, veri destekli, maliyet açısından verimli süreçler dizisini kapsamaktadır. Fütüristik bir ortama yerleştirilmiş; makine-ürün-insan-sistem faktörleri arasında iletişimin sağlandığı ve sürecin kendisiyle karar alabildiği bu modüler ve verimli üretim sistemlerinin hayata geçirilmesi ile pekala Sanayi 4.0'ın insan faktörünün minimize edildiği üretim sürecini amaçlayan felsefesi, gerçekleşme yolunda hızla ilerleyecektir (Dopco vd. 2016:408, Özsoylu,2017:52). Doğaldır ki bir yandan yeni teknolojilerle endüstrilerde işlerin değişen doğası öte yandan emeğin otomasyonla ikamesine dayanan anlayışın meslekler, istihdam üzerinden işgücü piyasasına etkisinin olacağı kuşkusuzdur. Bu etkinin hangi yönde olacağına ilişkin farklı görüşler mevcut iken, Tüm çalışmalar bu 'devrimin' işgücü piyasası üzerinde büyük bir etki yaratacağına işaret ederken, bu etkinin sektöre göre farklılaşacağını ve ortaya çıkan yeni işlerin birçok şekil alacağını da vurguluyorlar. Buna göre, gelecekteki belirli sonuçların tüm meslekler, tüm işler, tüm sektörler üzerinde kesin bir ölçümünü yapmak çok zordur. Dijitalleşmenin; işgücü piyasalarındaki gelişmelerden, ücretten, sosyal eşitsizlikten, yeni yaratılan, değiştirilen veya 'kaydırılan' işlerin kalitesinden kaynaklanan makroekonomik risklerin yol açtığı dört etkisi sözkonusudur (Degrys, 2016:17).

- *İstihdam yaratma*: yeni sektörler, yeni ürünler, yeni hizmetler;
- *İş değişikliği*: dijitalleşme, insan/akıllı makine arayüzü, yeni yönetim biçimleri;
- *İş yok etme*: otomasyon, robotlaşma;
- *İş vardiyası*: dijital platformlar, kitle kaynak kullanımı, 'paylaşım' ekonomisi.

Bu değişimlerin ışığında kesin olan bir şey var: Yeni teknolojiler, tüm sektörlerde ve mesleklerde çalışmanın doğasını çarpıcı biçimde değiştirecektir. Ana belirsizlik, otomasyonun işgücünün yerini ne ölçüde alacağını (Alper ve Alper, 2020:455) ya da verimliliği artıran süreç yenilikleri istihdamı yok ederken, yeni teknolojilerin kalıcı bir teknolojik işsizliğe yol açıp açmadığıdır. Tarihsel tecrübeler, iş yok etme evrelerinin ardından iş yaratma evrelerinin geldiğini göstermektedir. Bu da yeni teknolojilerin üretkenlik ve işler üzerindeki etkilerinin, yeni işleri yaratan değiştirme süreçlerini tetiklediği anlamına gelmektedir (Nübler, 2016:10).

Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerindeki etkilerini anlamak için iki zıt etkiyi anlamak gerekiyor. İlk olarak (*kötümser görüş*), teknolojinin neden olduğu bozulma ve otomasyon, emek yerine sermayeyi ikame edip, işçileri işsiz kalmaya veya becerilerini başka yerde kullanmaya zorladığında, yıkıcı bir etki ortaya çıkıyor. İkincisi (*tekno-iyimser görüş*), bu tür yıkıcı etkiye iyileştirici bir etki eşlik ediyor ve yeni ürün ve hizmetlere olan talep artıyor, yeni mesleklerin, işlerin ve hatta sektörlerin ortaya çıkmasını tetikliyor. Burada, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin işgücü piyasaları üzerindeki net etkisi (*dengeleyici görüş*), iki zıt etkiden hangisinin daha büyük olduğuna bağlı olarak değişebilir (Alper ve Alper, 2020:455).

**J-** Yelpazenin *kötümser* tarafında yer alanlar, yukarıdaki örneklerin gösterdiği gibi, Sanayi 4.0 'ın benimsenmesinin üretim alanında otomasyon ve robotların daha fazla kullanılmasına yol açacağına inanmaktadır. Bu robotların insanlara göre çok daha kısa süre içerisinde, yüksek hassasiyet seviyesinde birçok görevi yerine getirebilecek kapasitede olduğu düşünülürse, robotlar, işgücü için verimli bir alternatif olarak görev yapacaktır (Berger, 2016b:6).

Yüceol'a (2018:199) göre de, aslında içinde bulunduğumuz dönem de dâhil olmak üzere her yaşanan dönüşüm veya sanayi devrimi işgücü piyasaları açısından sancılı yeni bir dönemin başlangıcını oluşturmuştur. Çünkü üretim biçimleri daha esnek hale geldikçe insan beşeri sermaye olarak üretim sürecinde yer almakta, kas gücüne ihtiyaç azaldıkça işsizlik artmaktadır. Almanya'nın öncülük ederek dikkat çektiği kritik nokta tam da burada ortaya

<sup>7</sup> 24 saat üretim, Öğle yemeği yok, tazminat Yok, mazeret İzinleri yok, İş güvenliği problemleri Yok ve daha birçok yeni madde...(Alkan, 2016).

çıkılmaktadır. Çin ve Uzakdoğu ülkelerinin ucuz işgücü nedeniyle rekabet gücünün bu bölgelere kayması, Almanya gibi büyük sanayi ülkelerini Sanayi 4.0 aracılığıyla üretkenlik artışlarıyla tanıştıracak, nitelikli işgücüne olan talebi artıracak yeni hamlelere zorlamaktadır. Nitekim Ulusoy (2018;63).bunu Sanayi 4.0 'ın ana amacı olarak ifade etmektedir: “ileri sanayileşmiş ülkelerin sanayide dijitalleşme ile işgücüne olan gereksinimlerini önemli ölçüde azaltarak<sup>8</sup> geliştirmekte olan ülkelerin bu alandaki rekabet avantajını ellerinden almak suretiyle<sup>9</sup> kendi imalat sanayilerinin rekabetçiliğini artırmaktır “Ancak bu dönüşüme ayak uydurmamak, zaten kapitalizmin doğasında olan konjonktürel dalgalanmaların işsizlik başta olmak üzere daha fazla ekonomik sorun ve bunlara ek toplumsal sorunlarla karşılaşması anlamına gelmektedir (Yüceol, 2018:199).

İşte kötümser yaklaşımı en çok besleyen de Sanayi 4.0 değişiminde işsizlik sorununun yaşanabileceği korkusudur. Bu sonuç yaşanabilir mi? (MÜSİAD,2017:109). (Akçomak, 2018:67), aslında günümüz üretim organizasyonunda hemen herkesin işinin teknolojinin tehdidi altında olduğunu ve dijital dönüşüm bu tehdidi daha da artırdığını belirtmektedir. Çünkü:

- Teknoloji işinizi tamamen elinizden alabilir. Yeni bir makine herhangi bir mesleği gereksiz kılabilir. Örneğin teknolojiyle beraber oldukça gelişen depolama yöntemleri forklift benzeri makine operatörlerini işinden etmiştir.
- Teknoloji verimliliği artırarak işgücü kaybına neden olabilir. Yeni bir üretim teknolojisi kullanan bir işletme talebe göre üretimi ayarlayarak daha fazla sermaye ve daha az işgücü kullanan bir üretim örgütlenmesi benimseyebilir. Bu durumda işçilerin bir kısmı işini kaybedecektir.
- Teknoloji bir işin ya da mesleğin içindeki bazı görevleri tümleyerek bazılarını da ikame ederek meslekleri küçük parçalara ayırabilir. Bu durumda işinizin bir bölümünü kaybedebilirsiniz. Örneğin bir binanın güvenlik görevlisi, bilgisayarlı sensör sistemlerinin devreye girmesiyle meslek görev tanımının sadece bir bölümü olan yakın koruma işini yapmak durumunda kalabilir.
- Teknoloji, işi ya da mesleği çeşitli görevlere ayırıp her görevin başka bir mekânda yapılmasına olanak tanıyabilir.

**ii-** İyimserlere göre ise teknolojik yeniliğin bazı işleri yok ettiği ve bunun yerine farklı bir faaliyette ve muhtemelen başka bir yerde yenileriyle değiştirdiği her zaman karşılaşılan bir durum olmuştur. Ancak çeşitli kurumların dijital dönüşümün işgücü piyasasına etkisine ilişkin kestirimleri, kötümser yaklaşıma pay çıkarırken beraberinde iyimser olmayı destekleyen mesajlar da içermektedir. Nitekim OECD'ye (2021) göre:

- İşlerin % 14'nün yüksek otomasyon riski altında olduğunu tahmin ediyor. Buna rağmen 2012-2019 döneminde tüm OECD ülkelerinde istihdam artışı yaşanmıştır.
- Ülke düzeyinde otomasyon riskinin daha yüksek olması ise, dönem içinde istihdamdaki artışın daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmemiştir. Bunun nedeni, diğer faktörler de söz konusu olsa da otomasyonun verimliliği artırarak istihdam artışını teşvik etmesi olabilir.
- Otomasyon riski yüksek olan mesleklerde istihdam artışı (% 6), düşük risk altındaki mesleklerde (% 18) çok daha düşüktür.

Benzer bir çıkarsamayı WEF'in The Future of Jobs Report 2020 (İşlerin Geleceği 2020)'den de görmek mümkündür. Çünkü rapora göre,; işverenler 2025 yılına kadar, giderek artan gereksiz çalışan sayısının % 15,4'den % 9'a düşmesini ve geliştirmekte olan mesleklerin toplam çalışan tabanının ise % 7,8'den % 13,5'e büyümesini bekliyor. Ayrıca insan-makineler arasındaki iş bölümünün kayması 85 milyon iş yerinin değişmesine, uyum ise 97 milyon yeni rol çıkabilir.

Bu sebeple tekno-iyimserler soruyor: Geçmişten yola çıkarsak, bu sefer neden farklı olmasın? Teknolojinin yıkıcı olabileceğinin farkındalar ancak her zaman verimliliği ve zenginliği artırdığını, bunun da daha fazla mal ve hizmet talebine ve bunu karşılayacak yeni iş türlerine yol açtığını iddia ediyorlar. Argümanın özü şöyledir: İnsan ihtiyaçları ve arzuları sonsuzdur, dolayısıyla onları sağlama süreci de sonsuz olmalıdır. Normal durgunluklar ve ara sıra yaşanan depresyonlar dışında, her zaman herkes için iş olacaktır (Schwab, 2016:38). Bazı düşük vasıflı işlerin ortadan kaldırılacağına şüphe yoktur. Ancak, talebi karşılamak için kapasite artışının, daha yüksek düzeyde beceri gerektiren işlerin yaratılması üzerinde olumlu bir etkisi olması beklenmektedir. Düşük vasıflı işlerin ortadan kaldırılması nedeniyle işsiz kalan çalışanların ise, yeni gereksinimlere hazır hale getirilmesi için yeniden

<sup>8</sup> Nitekim gelişmiş ülkelerde 1991 yılında 187 milyon olan sanayi işçisinin sayısı, 2017 yılında 160 milyona gerilemiştir (Fuchs, 2018:286).

<sup>9</sup> Böylece iPad bundan böyle düşük ücretli genç kırsal göçmenler tarafından Shenzen'deki Çin Foxconn fabrikalarında değil, Münih'teki bir robot tarafından monte edilecektir. Çinli işçiler için bu, yüksek oranda sömürülen sanayi işçilerinden işsiz kalmasından başlayarak aşağı yönlü sınıf hareketliliği anlamına gelecektir (Fuchs, 2018:286).

vasıflandırılması veya vasıflarının yükseltilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, yeni yüksek vasıflı işlerin yaratılması, düşük vasıflı işlerin ortadan kaldırılmasını büyük ölçüde telafi edecektir (Berger, 2016b:6).

Öyle ki “İyimser görüş” sahipleri yeni bilgi teknolojilerinin istihdamı olumlu etkileyeceğini belirtmektedirler. Nitekim istihdamla ilgili birçok karşıt görüşe rağmen, Sanayi 4.0 sayesinde üretim sektöründe % 6-10 oranı kadar istihdam artışı beklenmektedir. Yeni işgücüne en fazla talep ise mühendislik-mekanik sektöründe hissedilecektir. Öte yandan düşük nitelikli işgücü için istihdam olanakları azalırken, farklı yetkinliklere sahip olan elemanlara yönelik talep ise artacaktır (EBSO, 2015:19).

**iii-** Son olarak “*Dengeleyici görüş*” sahiplerine göre ise, aslında teknolojik gelişmelerin istihdam yapısı ve miktarını etkileyeceği mutlak olmakla birlikte bunun hangi yönde ve ne şekilde olacağını ise kestirilmesi her zaman mümkün olmayabilir. Diğer taraftan, bundan önceki her sanayi devriminin getirdiği yeni teknik ve teknolojiler de istihdam üzerinde bir baskı oluşturmuş, ancak ekonomideki büyümenin yarattığı ek istihdam olanakları sayesinde istihdam edilen insan sayısı sürekli artmıştır. Sonuç olarak, dijital dönüşümün istihdam üzerindeki net etkisinin negatif yönlü olacağını söylemek için henüz erkendir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 30-31).

Kısaca teknolojinin tarihi sadece insan emeğinin otomasyon teknolojileri tarafından yerinden edilmesiyle ilgili değildir. Öyle olsaydı, milli gelirden sürekli azalan emek payı ile küçülen bir dizi eski görev ve işle sınırlı kalırdı. Bunun yerine, otomasyonun yer değiştirme etkisi, emeğin karşılaştırmalı bir avantaja sahip olduğu yeni görevler yaratan teknolojilerle dengelenmiştir. Bu tür yeni görevler yalnızca olumlu bir üretkenlik etkisi değil, aynı zamanda işe alma etkisi yaratır—emeğe daha geniş bir görev alanı sağlar ve böylece üretimin görev içeriğini emek lehine değiştirirler. İşe iade etkisi, yer değiştirme etkisinin tam tersidir ve emek talebinin yanı sıra doğrudan emek payını da artırır (Acemoğlu ve Restrepo, 2019:4).

#### 4. Geleceğin Meslekleri ve Bilgi İşçiliği

Dijital dönüşümü çok ileri düzeyde bir otomasyon olarak düşünürsek her seviyedeki mesleği etkileyeceğini söyleyebiliriz. Teknolojik dönüşümler genelde mavi yakalılar olarak tanımladığımız daha düşük nitelikli üretim işlerini etkilemiştir. Bu genel gözleme en ters örnek Sanayi Devrimi'nin başlangıcıdır. Sanayi Devrimi sonucunda üretim yapan nitelikli işçiler (her türlü giyim, araç gereç, ev eşyası vb. ürünleri üreten zanaatkarlar) işlerini kaybetmiş, niteliksiz işçiler üretime dâhil olmuştur. Yaklaşık 250 yıl sonra dijital dönüşümü de bu çerçevede değerlendirebiliriz. Uzun bir aradan sonra ilk kez teknolojik dönüşüm, nitelikli işleri ikame edecek boyuta ulaştı (Akçomak, 2018: 68).

Çünkü Sanayi 4.0 'ın ekonomik yapıyı değiştirmesi ile her alandaki işlerin kompozisyonunu ve buna bağlı olarak işgücününün sahip olması gereken özelliklerin değişmesi dolayısıyla işgücünün de değiştirmesi beklenmektedir. Sanayi 4.0 teknolojilerinin, çalışma hayatında bir rekabet ortamı oluşturacağı ve bazı alanlarda insanların, bazılarında ise yeni teknolojilerin kazanacağı öngörülmektedir. Buradan hareketle hangi mesleklerde Sanayi 4.0 teknolojilerinin kullanılmasıyla genellikle varılan sonuç: rutin görevlerden oluşan işlerin, Sanayi 4.0 teknolojileri tarafından otomatize edilebileceği, rutin olmayan işlerin ise ancak öğrenilebilir beceriler ile yarı otomasyona dönüştürülebileceği yönünde olmuştur (Akkuşçu, 2019:85).

Ancak bu teknolojilerin emek tasarrufu hedeflerinde gözle görülür bir şekilde başarılı olduğu ve dahası, her zaman daha fazla emek tasarrufu sağlayan teknolojiler icat ettiğimiz göz önüne alındığında, teknolojik değişimin işçilerin büyük çoğunluğu için istihdamı daha şimdiden ortadan kaldırmadığına biraz şaşırılmamalıdır? Otomasyon, üretilen çıktı birimi başına işgücü gereksinimlerini gözle görülür şekilde azaltmasına rağmen, neden toplam istihdamı mutlaka azaltmıyor? (Autor, 2015: 6).

Bu sorular, gözden kaçırıldığı kadar temel bir ekonomik gerçekliğin altını da çizmektedir: Otomasyon tarafından değiştirilemeyen görevler genellikle yine otomasyon tarafından tamamlanır. Öyle ki çoğu iş süreci çok yönlü bir dizi girdiden yararlanır: emek ve sermaye; beyin ve kas; yaratıcılık ve ezber tekrarı; teknik ustalık ve sezgisel yargı; çaba ve ilham; kurallara bağlılık ve takdir yetkisinin uygun bir şekilde uygulanması gibi. Genellikle, bu girdilerin her biri temel roller oynar yani birindeki iyileştirmeler diğerine olan ihtiyacı ortadan kaldırmaz. Bu durumda, bir dizi görevde verimlilik iyileştirmeleri mutlaka kalan ya da görevlerin ekonomik değerini artırmaktadır (Autor, 2015:6).

Bu anlamda yeni sanayi devrimiyle bazı meslekler son bulurken yeni ve yüksek bilgi ve teknoloji gerektiren meslekler ortaya çıkacaktır (bkz. Tablo 1). Yani bir taraftan işsizliğin artması beklenirken diğer taraftan da yeni iş ve meslek alanları ile istihdamın artması sağlanacaktır. Bu yeni dönemde teknolojiye geliştiren ve kullanan ilk ülkeler de işsizliğin artmasından ziyade azalması beklenirken, diğer taraftan teknolojiyi kullanamayan ve bu alanda geç kalan ülkelerde işsizlik sorunu yaşanabileceği tahmin edilmektedir (Taş, 2018 :1829).

İşsizlik gerçeği mesleklerin geleceği ve geleceğin meslekleri üzerine daha fazla düşünülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu anlayışla, 21. yüzyıl içinde değişen ihtiyaçlar ve koşullar ile sanayi 4.0 kapsamındaki yapay zeka eklenmesiyle gelişen teknoloji (internet, dijital para, robotlar, vs.) yüzünden birçok meslek cerrahlık, elektrikçilik, vb.) varlığını korumaya devam ederken bazı mesleklerin (temizlikçilik, kasiyerlik, vb.) “işsiz” kalmaya, buna karşı bazı yeni mesleklerin (veri madenciliği, 3d yazıcı mühendisliği, vb.) ortaya çıkmaya başlamıştır (Kalaycı, 2021: 273). Ayrıca, Sanayi 4.0’ın tarımsal sanayi denilen karma sektörünün işlevlerini genişlettiği ve bunu da – çeşitli yeni iş kollarını ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıyı vaat eden- biyoteknolojik şirketler yoluyla sağlamaya çalıştığı belirtilmelidir (Kalaycı, 2012: 181-vd.).

Teknolojinin meslekler üzerindeki etkisine ilişkin korkular ise yeni değil. 1931’de ekonomist John Maynard Keynes, “emek için yeni kullanım alanları bulabileceğimiz hızı aşan emek kullanımını azaltan yollarını keşfetmemiz nedeniyle” ortaya çıkan yaygın teknolojik işsizlik konusunda bilinen bir uyarıda bulundu. Bunun yanlış olduğu kanıtlandı ama ya bu defa doğrusu? Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, bilgisayarların bir dizi işin, özellikle de muhasebecilerin, kasiyerlerin ve telefon operatörlerinin yerini aldığına dair bulgularla tartışma yeniden alevlendi (Schwab, 2016: 37).

**Tablo 3: Geleneksel Mesleklerden Dijital Mesleklere Doğru Dönüşüm**

<i>Otomasyon / Dijitalleşme ile Birlikte Yüksek Risk Altında Olan Meslek Grupları</i>	<i>Otomasyon / Dijitalleşme ile Birlikte Orta Risk Altında Olan Meslek Grupları</i>	<i>Otomasyon / Dijitalleşme ile Birlikte Ortaya Çıkabilecek Yeni Meslekler</i>
<b>Büro ve Sekreterlik İşleri</b>	Eğitim, Sanat ve Medya	Veri Madencisi, Veri Mühendisi, Veri Analisti
<b>Satış ve Ticaret</b>	Yönetim, İnsan Kaynakları Yönetimi ve İşletmecilik	Yazılım ve Uygulama Geliştiricisi
<b>Taşıma, Lojistik, İmalat Sanayi</b>	Bazı Finansal Hizmetler Tıbbi Hizmet Sağlayıcıları	Network Uzmanı, Yapay Zekâ Uzmanı, Akıllı Makine, Robot ve 3D Yazıcı Tasarımcısı ve Üreticisi
<b>İnşaat Sektörü</b>	Bilgisayar Teknisyeni, Mühendis ve Bilim Adamı	Dijital Pazarlama ve E-Ticaret Uzmanı
<b>Bazı Finansal Hizmetler</b>	Bazı Hizmet Sektörleri (kuaförlük, güzellik uzmanlığı v.b.)	
<b>Bazı Hizmet Sektörleri (çevirmenlik, vergi danışmanlığı v.b.)</b>		

Kaynak: Degryse, 2016,’den, aktaran Yüceol, (2018: 19).

Görüldüğü gibi 4.Sanayi Devriminden en fazla etkilenen yüksek, orta ve düşük riskli meslekler arasında bilgisayarlaştırma (bilgisayar temelli otomasyon) olasılığına bağlı olarak ayırım yapılmaktadır, örneğin ABD’de mesleklerin % 47’si yüksek risk altındadır. Risk altında olan meslekler; lojistik ve taşımada çalışanlar, ofis ve idari destek görevlileri, üretimde çalışanlardır (Tablo 1). Hareketlilik ve beceri ile ilgili görevlerde insan emeğinin karşılaştırmalı üstünlüğü giderek azalmaktadır. Analizler ücretlerin ve eğitim seviyesinin bilgisayarlaşma ihtimaliyle güçlü ve ters ilişki sergilemekte olduğunu göstermektedir. Bu durum, 19., 20. ve 21. yüzyıl arasında sermayenin vasıflı işgücüne olan talebin derinleşmesinde bir süreksizlik olduğunun da göstergesidir. 19. yüzyıl üretim teknolojileri, görevlerin basitleştirilmesi yoluyla vasıflı işçiliği büyük oranda değiştirirken yirminci yüzyılın ‘Bilgisayar Devrimi’ orta gelirli işlerde açığa neden olmaktadır (TTGV, 2018: 37).

“Sanayi 4.0” ile ortaya çıkan karmaşık üretim düzenlerinin yürütülmesi için yüksek nitelikli işgücü gizilgücü (potansiyeli) önemli bir öğedir. Dijital dönüşüm, yeni beceri ve yetkinliklerle donanmış bir işgücü gerektirecektir. Bu nedenle, işgücünün yeni yetenek ve beceriler kazanmasına yönelik strateji ve politikalar giderek artan bir önem kazanmaktadır (Vardar, 2016 :12).

Zaten Sanayi 4.0; tüm kurgusu, işleyişi ve gelişimi mal ve hizmet üretim sürecinin tüm aşamalarını bilgi ve iletişim teknolojilerinin uygulanmasına dayandığından, aynı zamanda bilgi temelli ekonomi<sup>10</sup> olarak da ifade edilmektedir. Bu sebeple bu ekonomik yapıda teknik/bilgi diğer üretim faktörlerine nazaran kullanıldıkça ve paylaşıldıkça azalmaması özelliği başta olmak üzere diğer üretim faktörlerinin önüne geçmiştir. Üretimde bilginin stratejik faktör haline gelmesi ile alışlagelmiş değer kavramı da değişime uğramış, diğer bir deyişle malın değerini götüren unsurlardan ziyade görünmeyen unsurlar yani *bilgi kümesi* belirlemiştir. Doğaldır ki yüksek otomasyon dayalı üretim sistemlerinin işleyişinde, Sati (2017), yukarıda da belirtildiği gibi, geçmiş endüstri devrimlerinin mavi yakalı işçisine artık ihtiyaç kalmadığı, beyaz yakalı işçilerin de ancak işleri otomasyona girmeyenlerin istihdamda kalacağı öngörülerini ağırlık kazanmaktadır. Gri yakalı kalifiye işgücü *ile altın yakalı bilgi işçileri*<sup>11</sup> sahip oldukları bilgi, beceri ve deneyimlerinden yararlanma kapasiteleri doğrultusunda istihdam fırsatına sahip olabileceklerdir. Yani kısaca Özgüler (2004), analiz-sentez yeteneği olan, bilgiyi işin gereklerine göre dönüştürebilen, çeşitli değişkenlerle problemleri çözebilen çalışanlara yönelik talep artacaktır.

Nitekim ASME (American Society of Mechanical Engineers-Amerikan Makine Mühendisleri Birliği) ve VDI (Verein Deutscher Ingenieure- Alman Mühendisleri Birliği) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında ABD ve Almanya gibi imalat sanayinin güçlü olduğu GÜ için geleceğin fabrikalarının nasıl olacağına dair bir vizyon geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmaya göre geleceğin fabrikalarında çalışacak işgücü için önerilen teknik ve kişisel nitelik ve beceriler önem bakımından üç ayrı öncelik kategorisine göre Tablo 2’de gösterilmektedir (Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, 2017’den aktaran Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 32-33).

**Tablo 4:** Geleceğin Fabrikalarında Çalışanların Nitelik ve Becerileri

	Zorunlu	Gerekli	Olabilir
<b>Teknik Nitelik ve Beceri</b>	Bilişim Teknolojileri Bilgi ve Becerileri	Bilgi Yönetimi	Bilgisayar Programlama ve Kod Yazımı
	Veri ve bilgi işleme analizi	Teknoloji ve örgütlenme hakkında disiplinler arası genel bilgi	Teknoloji hakkında uzmanlık bilgisi
	İstatistiksel bilgi	İmalat faaliyetleri ve süreçleri hakkında uzmanlık bilgisi	Ergonomi hakkında farkındalık
	Kurumsal işleyiş ve süreçlere ilişkin anlama (kavrama)	Bilişim Teknolojileri güvenliği ve verilerin korunması ile ilgili farkındalık	Hukuki işlere yönelik bilgi ve anlama
<b>Kişisel Nitelik ve Beceri</b>	Modern arayüzlerle etkileşime girme becerisi (insan-makine / insan-robot)		
	Öz yönetim ve zaman yönetimi	Yeni teknolojilere güvenme	
	Değişimlere ayak uydurma becerisi	Sürekli gelişim ve yaşam boyu öğrenmeye yatkınlık	
	Ekip çalışması becerileri		
	Sosyal beceriler		

Kaynak: Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018: 32).

<sup>10</sup> Söz edilen bu ortamın sadece üretim ve iş ortamında etkilerinin olmadığı konusunda ve toplumu her yönüyle etkilediğine vurgu yapmak üzere Japonya dijitalleşme sürecini Toplum 5.0 olarak tanımlamakta ve bu süreci bilgi toplumunun bir sonraki aşaması olarak konumlandırmaktadır ([https://tr.wikipedia.org/wiki/Toplum\\_5.0](https://tr.wikipedia.org/wiki/Toplum_5.0)).

<sup>11</sup> “Bilgi İşçisi”, 1959 yılında Peter. Drucker ve tarafından tanımlanmıştır aynı yıllarda Fritz Machlup da bilgi işçilerinin yeni kapitalistler olduğunu belirterek bilgi işçisi terimini kullanmıştır. Daha sonra 1991’de Robert Reich, sembolik olarak “parmakları farede (bilgisayar mouse’u) düşünceleri uzayda olan işçi bilgi işçisidir” tanımını yapmıştır (<http://www.yeniekonomi.com/isgucunun-durumu/>)

Bilgi işçiliği kapsamında bilgi ve iletişim teknolojilerini (BİT) üretme, geliştirme, dağıtma, vb. boyutunda yer alan beyaz ve sarı yakalılar sadece ekonomide yüksek katma değer yaratmazlar, aynı zamanda dijital toplum ve dijital kalkınma hedeflerine göre belirli bir risk karşılığında refahın küreselleşmesine de katkı sağlarlar. Sanayi 4.0'ın bir özelliği de, hem ulusal kalkınmanın hem de küreselleşmenin anahtarı haline gelmiş olan BİT işgücü piyasasına ve bilgi işçiliğine dair meslekleri çeşitlendirmesidir (Kalaycı, 2008: 5-vd.; Kalaycı, 2016: 450-vd.).

Sanayi 4.0 üretim sistemlerinin ihtiyaç duyduğu ve tüm bu nitelik ve becerileri taşıyan on yeni meslek ise; endüstriyel veri bilimciliği, robot koordinatörlüğü, it/iot çözüm mimarlığı, endüstriyel bilgisayar mühendisliği / programcılığı, bulut hesaplama uzmanlığı, veri güvenliği uzmanlığı, şebeke geliştirme mühendisliği, 3-d yazıcı mühendisliği, endüstriyel kullanıcı ara yüzü tasarımcılığı ve giyilebilir teknoloji tasarımcılığıdır (Bayrak, 2018). Otomasyonun gelişimine ve her alana hakimiyetinin artmasına bağlı olarak, mesleklerin yürürlükten kalkma ve başka yeni mesleklere ihtiyaç duyma sürecinin devam edeceği öngörülebilir.

Tarih sonucun muhtemelen ortada bir yerde olacağını göstermektedir. Ancak soru şudur: Daha olumlu sonuçları teşvik etmek ve geçiş sürecinde yakalananlara yardım etmek için ne yapmalıyız? (Schwab, 2016:38). Bunun için yeni ve akıllı teknolojilere uyum sağlamak ve bazı sektör ve meslek gruplarında işgücünün gereksizleşmesi sonucu işsizliğin artmasının önüne geçmek üzere çalışanların yeni beceriler ve yetkinlikler kazanması sağlanabilir (Satı, 2018:33).

Sanayi 4.0'daki üretim yönteminin bilişim teknolojisi ağırlıklı yapısı dolayısıyla bu ekonomide çalışanların sahip olması gereken temel nitelik, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı konusundaki yetkinlik olarak ifade edilebilir. Ayrıca Sanayi 4.0'da üretim düzenlerindeki *robotlaşma trendinin* robotlarla insanların bir arada, her ikisinin de bir merkezi akıl yönetiminde çalıştığı bir sistem getirmektedir. Robotlar ve insanlar bir ağ üzerinde çalışacaklardır ama beklenmeyen bir durum ortaya çıktığında, insanın rolü önem kazanmaktadır. Ekonomideki dijital dönüşümün başta imalat olmak üzere her sektördeki mal ve hizmet üretimine ilişki sistemini değiştirmesiyle birlikte her sektörde bu yeni teknolojiye vakıf olacak teknik/kişisel nitelik ve beceriye sahip çalışan talebinin daha çok artacağı olasıdır (TTGV, 2018:37).

Ülkeler, şimdi, kurumsal çerçeveyi reformdan geçirmek ve yeni sektörlerle geçiş yapmak için gerekli yetkinlikleri, zihniyetleri ve tutumları oluşturmak için eğitim ve eğitim politikalarını zorlayan ürün yenilikleri ve yapısal değişim yaratma konusunda zorlanmaktadır. Günümüzde eğitim ve öğretimdeki asıl mesele artık "ne tür becerilerin kazandırılması gerektiği" değil, "iş gücünün nasıl eğitileceği" ve ekonominin yeni sektörlerde istihdam yaratmasını sağlayacak bilgi tabanını ve sosyal kapasiteleri oluşturmak için hangi kurumlara ihtiyaç duyulduğudur (Nübler, 2016:23).

Buna göre Sanayi 4.0 'a uyum için düzenlenecek bir eğitim modeli aşağıdaki gerçekleri dikkate almalıdır: (Fitsilis, 2018: 132).

- "teknolojik determinizm (gerekircilik)" yok,
- Belirli Sanayi 4.0 "biyotoplarına (habitatlarına)" göre farklı beceri ihtiyaçlarının ele alınmasına ihtiyaç vardır,
- Farklı işgücü segmentleri (bölümleri) var,
- Sözkonusu teknolojilerin farklı alt kümelerini kullanan farklı sektörler var,
- Farklı geliştirme ve operasyon süreçlerinin desteklenmesi gereken farklı ürün yaşam döngüleri vardır.

## Sonuç

Sanayi Devrimlerinin insanlığın tarihine ekonomik, sosyal ve siyasal açıdan çok önemli etkileri olmuştur. Öyle ki Sanayi Devrimleriyle birlikte üretim konusunda erişilen olanaklar ve gelişen teknolojilerin insanlığın her açıdan ilerlemesinin ve modernleşmesinin seyrini belirlediğini söyleyebiliriz. Bu gün sahip olunan refah seviyesinde ve yaşam konforunda bu devrimlerin payı yadsınamaz. Bu sebeple uygarlık tarihini sanayi devrimlerine atıfla sanayi öncesi ve sonrası dönem olarak ayırıyoruz. Sanayi devrimlerinin birçok boyutuna rağmen, teknik olarak üretim yönteminin emek yoğun teknolojiden sermaye yoğun teknolojiye evrilmesi olarak açıklanabilir. Sanayi Devrimlerin tarihsel olarak birçok etkilerinin yanında, diğerlerinde olduğu gibi Sanayi 4.0' da da işgücü piyasasına etkileri önemli bir tartışma konusu olmuştur. Bu konudaki değerlendirmelerin zamana-döneme ilişkin algıya göre farklı olacağı ortadadır. Sanayi 4.0'ın yeni iş alanları yaratarak istihdamı arttıracağına karşı yüksek otomasyon teknolojili fabrikaların işgücüne olan ihtiyacı azaltacağı da öngörülmektedir.



Ancak Sanayi 4.0'ın istihdama etkisine ilişkin projeksiyonlarda bir teknolojik işsizlik ihtimali var olsa da, bunun yeni teknolojik yöntemlerin yaratacağı ekonomik büyüme gizilgücüne giderilebileceği öngörülmektedir. Ancak işgücünün yeni teknolojinin gerektirdiği donanımına sahip olması halinde istihdam konusundaki şansının daha da artacağı belirtilmektedir. Aksi halde istisnasız her mesleğin bu süreçteki yerinin garanti olmadığı gibi bu durumun sadece beyaz yakalılar için değil mavi yakalılar için de geçerli olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Bu sebeple Sanayi 4.0'da hiçbir mesleğin garantisi olmadığı gibi hiç kimsenin işteki yeri de sağlam değil. Kaldı ki daha önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi bazı mesleklerin tarihe karışma ihtimali de çok yüksek. Böylece yine bir teknolojik/dijital işsizliğin olması mümkündür. Bundan kurtuluşun yolu ise sanayinin 4.0 olduğu gibi mesleki bilginin/eğitimin 4.0 olmasını sağlamaktır.

## Kaynakça

- Acemoğlu, D., Resrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 33, Issue:2, p.3–30.
- Akçomak, İ. S. (2018). “Teknoloji ve İşgücü: Dijital Dönüşüm İşlerimiz Ne Yapacak?”, *İktisat ve Toplum Dergisi*, S. 92, s. 66-69.
- Akkuşçu, H.İ. (2019). Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, Cilt. 38, Sayı. 2, s. 65-98.
- Alkan, M. A. (2016). “Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim”, <http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>
- Alper, A.E, Alper, F.Ö. (2020). Industry 4.0 Revolution And Its Impacts On Labor Markets, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 29, Sayı 3, 2020, s. 441-460.
- Akshath S., Prakash Ganesan G., Rakesh D. (2020). Review on Industry 4.0 and its Elements, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume: 07 Issue: 07, s. 67-71.
- Atso (2018). Antalya Firmalarına Yönelik Endüstri 4.0 Durum Tespiti, Antalya Ticaret ve Sanayi Odası.
- Autor, D.H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation, *Journal of Economic Perspectives*—Volume 29, Number 3—Summer 2015—p.3–30
- Başkaya, C. (2018). Yapay zeka neler getiriyor, neleri götürecektir?, <https://www.acikgazete.com/yapay-zeka-neler-getiriyor-neleri-goturecek/>
- Bayrak, Ö. (2018). Dünya’da Ve Türkiye’de Sanayi’de Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi Ve Türkiye’nin Entegrasyonu İçin Değerlendirmeler, Ankara.
- Bcg (2015). Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)
- Berger, R. (2016a), Mastering The Industrie 4.0 Transition Quantified Think Act Industrie 4.0.
- Berger, R. (2016b). Skill Development For Industry 4.0, Brics Skill Development Working Group.
- Berger, R. (2014). Industry 4.0 The New Industrial Revolution How Europe Will Succeed, Think Act Beyond Mainstream.
- Bilim Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı (2018). Türkiye’nin Sanayi Devrimi Dijital Türkiye Yol Haritası, <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>.
- Cem, H. (2020). Toplum 5.0 | Süper Akıllı Toplum, <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/toplum-5-0-super-akilli-toplum,28790> .
- Çelikaş, M. S, Sonlu, G., Özgel Ve S., Atalay, Y. “Endüstriyel Devrimin Son Sürümündü Mühendisliğin Yol Haritası”, *Mühendis ve Makina*, 56 (662).
- Degrays, C. (2016). Digitalization Of The Economy And Impacts Of Labor Market, Working Paper 2016.02.
- Deloitte (2015), Industry 4.0 Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use of Exponential Technologies, Audit.Tax Consulting Corporeta Finance Deloitte Development LLC.
- Deloitte (2017), Forces Of Change: Industry 4.0 A Deloitte Series On Industry 4.0, Deloitte Development Llc.

- Destebaşı, A. N. (2018), Endüstri 4.0 Ve Emek Piyasası Üzerine Etkileri, www.Academi.Edu.Tr .
- Dopico, M., Vd. (2016), A Vision Of Industry 4.0 From An Artificial Intelligence Point Of View, Int'l Conf. Artificial Intelligence | Icaı'16 |, Csrea Press.
- Ebso (2015), *Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek Bilgi Çağının Ötesine Hazırlanın*, Ege Sanayi Ve Ticaret Odası Araştırma Müdürlüğü.
- Eğilmez, M. (2017), “Endüstri 4.0”, [Http://Www.Mahfiegilmez.Com/2017/05/Endustri-40.Html](http://www.Mahfiegilmez.Com/2017/05/Endustri-40.Html),
- Ekoiq (2014), “Akıllı” Yeni Dünya Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Bilişimin Endüstriyle Buluştuğu Yer Türkiye “Akıllı” Üretime Hazır Mı?, *Ekoiq Dergisi Özel Eki*, Aralık, 1-17.
- Endüstri 4.0 İle Geleceğe Bakış Ve Beklentiler (2018). <https://www.Endustri40.Com/Endustri-4-0-İle-Gelecege-Bakis-Ve-Beklentiler/>.
- Ep (2015). Industry 4.0 Digitalisation For Productivity And Growth, Eprs | European Parliamentary Research Service.
- Ep (2016). Directorate-General For Internal Policies Policy Department A: Economic And Scientific, Policy, Industry 4.0, Study.
- Fitsilis Vd. P. (2018). Industry 4.0: Required Personnel Competences, International Scientific Journal "Industry 4.0"
- Fouad, F. (2019). The Fourth Industrial Revolution Is The A1 Revolution A Business Prospective, *International Journal Of Science And Applied Information Technology*, Volume 8, No.5, 12-23.
- Fuchs, C. (2018). Industry 4.0: The Digital German Ideology, *Triplec* 16(1): 280-289, <http://www.triple-c.at>
- Gerçek, A., Gökşen, H. (2019). Endüstri 4.0 Kobiler İçin Dijital Dönüşüm Rehberi, Tbd.
- Kalaycı, İ. (2021). Türkiye’de İşsizlik ve İstihdam, iç. Türkiye’nin İktisadi Görünümü: Temel Sorunlar ve Çözüm Önerileri, İ. Eroğlu (Editör), Ekin Yay., Bursa, 255-276.
- Kalaycı, İ. (2020), “Küresel Endeksler ve Ekonomi-Politik Gelecek”, iç. İ. Kalaycı (ed.), Türkiye Ekonomisi: Kuram-Tarih-Politika, İstanbul: Divan Kitap, ss.837-880.
- Kalaycı, İ. (2016), “Kalkınma Paradigmasında Bilgi ve İletişim Teknolojileri”, Yeni Türkiye, cilt.2, Temmuz-Aralık, S. 89, ss.449-458.
- Kalaycı, İ. (2012). Türkiye Tarım Sektöründe Yapısal Dönüşüm Politikaları (1923-2023): Sürdürülebilir Tarımsal Biyoekonomi Ekseninde Uygulanabilir Öneriler, İktisadi Araştırmalar Vakfı, İstanbul.
- Kalaycı, İ. (2008), “Kalkınmada Bilgi Teknolojisi-Bilgi Teknoloji-sinde ‘Kalkınma’: Türkiye’ye Başarı Kapısını Açacak Anahtar”, Bilgi Teknolojileri Ülkemizin Hızlı Kalkınmasını Nasıl Başarır, H. Dağ (Ed.), İstanbul: Kadir Has Üniversitesi yayınları, ss.5-95.
- Kalaycı, İ. , B. Aytekin (2016), Yenilikçi Girişimcilik: Türkiye Boyutu, Ankara: Orion Yayınevi
- Koleva, N.(2018). Industry 4.0’s Opportunities And Challenges For Production Engineering And Managemnet, *International Scientific Journal "Innovations"* , Year V1, Issue 1, P.P. 17-18.
- Köymen, O.(2007). *Sermaye Birikirken Osmanlı, Türkiye, Dünya*, Yordam Kitap, İstanbul
- Kpgm (2018). Endüstriyel Üretim Sektörel Bakış.
- Martinelli, A., Mina, A., Moggi, M. (2019). The Enabling Technologies Of Industry 4.0: Examining the Seeds Of The Fourth Industrial Revolution, Version February
- Mckinsey&Company (2013). Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, And The Global Economy.
- Müsiad (2017). Endüstri 4.0 Ve “Geleceğin Lojistiği”, Lojistik Sektör Raporu.
- Nübler, I. (2016). New Technologies: A Jobless Future Or Golden Age Of Job Creation? Ilo, rResearch Department Working Paper no. 13
- Oecd (2017). The Next Production Revolution: Implications For Governments And Business, Oecd Publishing, Paris.

- Oecd (2021). What Happened To Jobs At High Risk Of Automation? Policy Brief On The Future Of Work.
- Özgül, C.Ö. (2004). Yeni Ekonomide Bilişim İletişim Teknolojileri (Bit) Ve Bilgi İşçileri, *İş-Güç Endüstri İlişkileri Ve İnsan Kaynakları Dergisi*, Cilt. 6 Sayı 2.Sıra.1, <http://www.isguc.org/?p=article&id=224&cilt=6&sayi=2&yil=2004> .
- Özkan, M., Al.A., Yavuz, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayide Devrimi'nin Etkileri Ve Türkiye, *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi • Marmara University Journal Of Political Science • Cilt 6, Sayı 2, 126-156*
- Öztemel, E. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Yapay Zeka”, *Bilim Ve Teknik*, S.607.
- Özsoylu, A.F. (2017). Endüstri 4.0, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt:21. Sayı:1. 41-64.
- Petrillo, A.Vd. (2018), Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, And Opportunities, <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0> .
- Rojko, (2017). Industry 4.0 Concept: Background And Overview, Special Focus Paper, *İjım – Vol. 11, No. 5,77-90*.
- Satı, Z. E. (2018). “Endüstri 4.0’ın İstihdam Paradoksu Türkiye İstihdam Yapısına Yansımalar, Endüstri 4.0’ın İstihdam Yapısına Yansımaları”, *Toprak Ve İşveren Dergisi*, S.120, 26-38.
- Satı Z.E., Yılmaz, B.O. (2020). Endüstri 4.0 Ortamında Değişen İş Ve Mesleklerin Türkiye’de Kadın İstihdamına Etkileri, *Strategic Public Management Journal*, Volume 6, Issue 11, Pp. 54-76.
- Schwab,K. (2016), The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum.
- Sogeti (2014). The Fourth Industrial Revolution Things To Tighten The Link Between It And Ot, Vint Research Report 3 Of 4.
- Stăncioiu, A. (2017), The Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0”, *Fiabilitate Si Durabilitate - Fiability & Durability No 1/ 2017,Editura “Academica Brâncuși” , Târgu Jiu, Issn 1844 – 640x,74-78*.
- Sümer, B. (2018). Impact Of Industry 4.0 On Occupations And Employment İn Turkey, *European Scientific Journal*, April 2018 Edition, Vol.14, No.10.
- Taş, H.Y. (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına Ve İstihdama Muhtemel Etkileri”, *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, C.9, S.16, 1819-1836.
- Ttgv (2018). Sanayide Dijital Dönüşüm: Eğitim, Ttgv Yayın No Ttgv – T/2018/01.
- Tübitak (2016), Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası.
- Ulusoy, G. (2018), İmalat Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşüm Çabaları: Bazı Gözlemler, *İktisat Ve Toplum Dergisi*, S. 92, 63-65.
- Unctad (2019). Value Creation And Capture: Implications For Developing Countries, Dijital Economic Report.
- Unido (2019). Bracing For The New Industrial Revolution Elements Of A Strategic Response Discussion Paper.
- Unido 82017). Industry 4.0 Opportunities Behind The Challenge, Unido General Conference
- Vardar, S. (2016), “4.Endüstri Devrimi Paradigması”, *Anahtar Dergisi*, S. 334,12-15.
- Yüceol, H. M. (2018). “Endüstri 4.0 Ve İşgücü Piyasasına Yansımaları, Endüstri 4.0’ın İstihdam Yapısına Yansımaları”, *Toprak Ve İşveren Dergisi*, S . 120, 16-26.
- Wef (2020). The Future Of Jobs Report.
- <https://www.endustri40.com/>
- <http://docplayer.biz.tr/3639386-Endustriyel-devrimin-son-surumunde-muhendisligin-yol-haritasi.html>
- <https://www.m-risk.com/en/blog/industry-4.0-artificial-intelligence-and-digital-transformation-as-drivers-of-productivity>
- <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/4-ways-to-close-the-inequality-gap-in-the-fourth-industrial-revolution/>
- <http://www.yeniekonomi.com/isgucunun-durumu/>

<https://www.universal-robots.com/tr/blog/dunya-robotik-raporuna-gore-cobot-pazar-payi-buyuyor/>

[https://tr.wikipedia.org/wiki/Toplum\\_5.0](https://tr.wikipedia.org/wiki/Toplum_5.0)

### Extended Abstract

Humanity has been and continues to be involved in various activities for the supply of goods and services that it needs to survive. These activities, which are characterized by the production phenomenon starting with the agricultural revolution, have made progress by transforming, especially with the industrial revolution. So much so that the production activities which started as labor-intensive have evolved into capital-intensive forms with the industrial revolution. It is possible to talk about four industrial revolutions in this evolution. For the production activities in each revolution, it is possible to say that their story is shaped around technology, based on the use of the steam engine, the electricity, the computer and the digital or cyber physical technologies, respectively. In this story, it is also possible to observe the course of the relationship between humanity/labor and machine in all economic life, the production activities being in the first place. As a matter of fact, the relationship of labor with the machine started in the form of cooperation since it produces by itself (which is the reason it is called inanimate labor) and increases efficiency of production, however; with the industrial revolution, the transition from labor-intensive technology to capital-intensive technology has caused this relationship to turn into a sort of competition/battle. The competitive advantage of the capital's ability to substitute labor, and the superiority of capital-intensive technologies on the issues of cost, efficiency, competition, fast production, etc., started the shaking of the labor's throne in production activities.

Even though it is still in its infancy, Industry 4.0's "philosophy of dehumanizing production as much as possible," as stated by many circles, and the lights out factory applications that include highly automated and robotic production systems in order to realize this, are the footsteps of the progress towards the elimination of labor. Moreover, until this stage in the industrial revolution, routine works carried out by muscle power depending on the changing pattern of production activities were transferred to machines, and those who performed these jobs; the blue-collar workers, became unemployed (technological unemployment). In fact, the digital production technologies, that is, the machines that can communicate with each other and with the product, and control all the stages of the process, have also become a threat for the skilled white-collar workers to lose their white-collar jobs as well. The possibility of a decrease in employment on account of this situation triggered the pessimistic approach that Industry 4.0's production strategy would affect the labor market adversely. The philosophy of the new revolution, which removes the workforce from production to the maximum extent, and the attempts of the economic system in which this philosophy sprawled to break away from the burden of workforce wages, strikes, etc., reinforce the conviction that this approach should not be underestimated.

However, like in previous industrial revolutions, while the development of production technology fuels technological unemployment on one hand, the employment may increase on the other, due to the labor demand to be created by new jobs in parallel to the new sectors that develop over time and the new sectors created by the new pattern of production. This is where the owners of the optimistic approach argue that there may be a possibility of a similar situation taking place for Industry 4.0. So much so that the owners of this approach state that although the last revolution caused the fear of losing jobs among qualified employees in the labor market, people with personal, social and technical skills such as self-confidence, ability to start a business, business intelligence, initiative, flexibility, analytical thinking ability, imagination, etc., which are required by this new production system, can adapt to this process faster, and therefore, their employment opportunities are quite strong. As a matter of fact, the workforce profile having these characteristics of this new economy is defined as the knowledge worker. In this respect, the possibility of being on the losing side may enable the professions to get equipped with the information technologies and the novel abilities this economy requires. Naturally, in addition to the things to be done for the existing employees, the superstructural institutions of the social structure will undergo changes as well, education being in the first place, depending on the changes in the production method, that is, the infrastructure. In this respect, especially the formation of vocational education should be arranged in the way to include the smart technologies of this new economy.

Finally, when the pessimistic and optimistic views on Industry 4.0 regarding the effects of the production strategy on the labor market are placed on the two sides of a scale, the balancing view stating that time, and the things to be done to adapt will determine the direction in which the process will evolve should not be forgotten.