

ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA AKILLI FABRİKALAR VE ÇALIŞMA İLİŞKİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ¹

Hidayet Yılmaz², Abidin Öncel³

Özet

Bu çalışmada Endüstri 4.0'in ve en önemli bileşenlerinden biri olan akıllı fabrikaların çalışma ilişkileri üzerindeki etkileri araştırılmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda özellikle otomasyonun gelişmesiyle bazı mesleklerin ortadan kaybolacağı ve bazı yeni mesleklerin ortaya çıkacağı beklenmektedir. Ayrıca bu sürecin, çalışma koşulları, mesleklerin dönüşümü, istihdam, işsizlik, sendikalaşma, ücretler ve gelir dağılımı üzerindeki etkileri başta olmak üzere çalışma ilişkilerini birçok yönden etkileyeceği görülmektedir. Dijitalleşmenin ve otomasyonun işgücü piyasalarında olumsuz etkiler oluşturmaması için; işgücünün niteliğini artırıcı eğitimlerin artırılması, iş hayatında ihtiyaç duyulacak mesleklere göre bir insan kaynakları planlamasının yapılması, ücretlerde yaşanacak düşüşlerin önüne geçilmesi ve ayrıca yeni üretim sürecinin gerektirdiği tüm yasal ve kurumsal düzenlemelerin yapılarak ortaya çıkabilecek sorunların önüne geçilmesi önerilebilir. Bu bağlamda hükümetlere, sendikalara, sivil toplum örgütlerine ve bilim insanlarına önemli sorumluluklar düşmektedir.

Anahtar Kelimeler; Endüstri 4.0, Dijitalleşme, Akıllı Fabrikalar, Çalışma İlişkileri

INTELLIGENT FACTORIES IN THE SCOPE OF INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACTS ON LABOR RELATIONS

Abstract

This study investigated the effects of Industry 4.0 and smart factories, one of its essential components, on labor relations. In this context, it is expected that some professions will disappear and some new professions will emerge, especially with the development of automation. In addition, this process is foreseen to affect labor relations in many ways, especially its effects on working conditions, the transformation of professions, employment, unemployment, unionization, wages, and income distribution. In order for digitalization and automation not to have adverse effects on the labor market, it is recommended to increase the training to increase the quality of the workforce, to make human resources planning according to the professions that will be needed in the business life, to prevent the decrease in wages, and to prevent the problems that may arise by making all the legal and institutional arrangements required by the new production process. Governments, trade unions, non-governmental organizations and scientists should assume essential responsibilities in this context.

Keywords: Industry 4.0, Digitalization, Intelligent Factories, Labor Relations

¹ Bu çalışmanın ilk versiyonu 18-19 Haziran 2022 tarihlerinde düzenlenen International Symposium on Economics, Finance and Econometrics (ISEFE) 2022 kongresinde bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitabında tam metin olarak basılmıştır.

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Sakarya Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı, e-mail: hidayet.yilmaz2@ogr.sakarya.edu.tr

³ Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, e-mail: aoncel@sakarya.edu.tr .

1. Giriş

İnsanlığın varoluşundan günümüze kadar geçen süreçte üretim odaklı birçok araç icat edilip üretim sürecinde kullanılmış ve bu sayede üretim hacimleri büyük artışlar göstermiştir. Endüstri ve diğer sektörlerdeki olumlu gelişmeler aynı zamanda sosyoekonomik hayatta da önemli değişimleri beraberinde getirmiş ve toplumlar günümüzdeki refah düzeyine erişebilmişlerdir. Üretim temelli atılan ilk adımlardan en önemlilerinden biri 1790 tarihinde James Watt'ın geliştirdiği buharlı makine olarak görülmektedir. Endüstri 1.0'in de bu icatla birlikte ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Söz konusu icat ile su ve buhar teknolojileri üretimde kullanılmaya başlanmış ve bunun bir sonucu olarak atölye tipi üretim yapısının yerini fabrika tipi üretim yapısı almıştır. Bu devrim sayesinde üretim hacminde ciddi artışlar oluşmuş ve ülke ekonomileri önemli ölçüde büyüme olanağına kavuşmuşlardır (Alçın, 2016). Endüstri 1.0 devrimini izleyen süreçte, 20. yüzyılın hemen başlarında, özellikle ulaşımın ve demiryollarının gelişmesi sayesinde Endüstri 2.0 ortaya çıkmıştır. Bu dönemde üretimde çelik ve elektriğin kullanımına büyük önem verilmiştir. Henry Ford'un katkısının da oldukça fazla olduğu bu süreçte sanayide bant sistemi geliştirilmiş ve bu sayede kitlesel-seri üretime geçilmiştir. 1980'lerde ise Endüstri 3.0'a geçişle birlikte, 3 boyutlu yazıcılar geliştirilmiş, elektrikli üretime geçilmiş, robotlar ve bilgisayarlar sayesinde üretimin fabrikalarda gerçekleştirilmesi ön plana çıkmaya başlamıştır (Şekkeli ve Bakan, 2018: 204). 21. yüzyıla gelindiğinde ortaya çıkan Endüstri 4.0 devrimi ise verimlilik, hız ve inovasyon çerçevesinde gelişen üretim anlayışı ve çok hızlı şekilde ilerleyen teknolojik imkânlar sayesinde üretim sürecinin geldiği yeni noktayı gözler önüne sermektedir. Bu dönüşüm ve yenilik sayesinde üretim sürecindeki tüm birimlerin birbirleriyle sürekli iletişim kurarak büyük veriye ulaşabilmeleri ve böylece hızlı bir karar alma mekanizmasını devreye sokarak daha verimli çıktı elde edilmesi hedeflenmektedir. Hedeflenen bu üretim sürecinde ise Endüstri 4.0'ın en önemli bileşenlerinden biri olarak karşımıza Akıllı Fabrikalar çıkmaktadır. Bu bağlamda akıllı fabrikaların büyük ölçüde kendi kendini planlama ve uyum sağlama yeteneğine sahip oldukları varsayılmaktadır (Gedik, 2021: 253).

Akıllı fabrikalar, üretim sürecindeki insan faktörünün minimuma indirildiği, siber fiziksel sistemlerce tüm bileşenlerin koordineli hareket ettiği, karar verme aşamasının oldukça hızlı olduğu ve sürdürülebilir üretim ağının ortaya çıktığı yeni alanlar olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda akıllı fabrikalar bileşenini de içeren Endüstri 4.0 devriminin sadece endüstriyel üretimi değil, tarım ve hizmetler sektörü başta olmak üzere diğer tüm alanları etkileyeceği öngörülmektedir. Ayrıca diğer

devrimlerden farklı olarak, teknolojik gelişmeyi daha çok ön plana çıkarmasından dolayı, en önemli etkilerinden birisinin çalışma ilişkileri üzerinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Buradan hareketle Endüstri 4.0 devriminin özellikle akıllı fabrikalar kanalıyla çalışma ilişkileri üzerindeki etkileri araştırılmaya değer bir konu olarak görülmektedir.

Yukarıda kısaca çerçevesi çizilen arka plandan hareketle hazırlanan bu çalışmada temel amaç; Endüstri 4.0 ve onun önemli bir bileşeni olarak akıllı fabrikaların incelenerek bu kapsamda ortaya çıkan yeni üretim sürecinin çalışma ilişkileri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Dolayısıyla Endüstri 4.0'ın bileşenleri içerisinde yer alan akıllı fabrika bileşeninin önemi de bu çalışmada vurgulanmış olmaktadır. Bu amaçtan hareketle çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde endüstri devrimlerinin tarihsel süreci kısaca anlatıldıktan sonra Endüstri 4.0 olgusu ayrıntılı olarak açıklanmaya çalışılmaktadır. İkinci bölümde ise, Endüstri 4.0'ın bileşenleri arasında yer alan akıllı fabrikalar ele alınmakta ve bu fabrikaların oluşturduğu yeni üretim sistemleri hakkında detaylı bilgi verilmektedir. Üçüncü bölümde Endüstri 4.0'ın çalışma ilişkileri üzerindeki etkileri tartışıldıktan sonra, çalışma sonuç ve değerlendirme bölümü ile sonlandırılmaktadır.

2. Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci ve Endüstri 4.0 Kavramı

2.1. Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci

Endüstri devrimlerinin tarihsel sürecine bakıldığında Endüstri 4.0'a gelinceye kadar üç büyük endüstri devriminin gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Her bir endüstri devrimi gerek toplumsal ve gerekse endüstriyel açıdan önemli gelişmelere öncülük etmiş ve bir diğer devrimin gerçekleşmesine zemin hazırlamıştır. Çalışmanın bu kısmında öncelikle her dört endüstri devrimi kısaca izah edilmekte ve devamında ise endüstri 4.0 kavramı daha ayrıntılı şekilde incelenmeye çalışılmaktadır.

Birinci Endüstri Devrimi (Sanayi 1.0)

Endüstri Devrimi öncesinde üretim ilişkilerinin, toprakla uğraşan sınıf ile hayatta kalmak için kas gücünü kiralayan topraksız kişiler arasında geçtiği söylenebilir. Dolayısıyla devrimden önceki iktisadi yapı tamamen tarım ve hayvancılıktan oluşmaktaydı. 1700'lerin ortasından başlayıp 1830'lara kadar uzanan süreç, tarım ve hayvancılıktan makine ile üretime geçişi kapsayan 1. Endüstri Devrimi olarak adlandırılmaktadır. Buhar gücü ile çalışan makinelerin keşfiyle başlayan devrim, seri

üretim odaklı sürecin de başlangıcı olmuştur. Bu değişim, üretim alanının yanı sıra siyasal ve kültürel hayatı da içeren, o zamana kadar eşi benzeri görülmemiş bir devrim ile neticelenmiştir. Devrim ilk olarak İngiltere’de gerçekleşmiş ve yaklaşık 100 yıl kadar sürmüştür. Devrimin İngiltere’de ortaya çıkmasının en önemli nedenleri, İngiltere’nin sömürgeci yapısı ve elinde bulundurduğu yeterli yeraltı kaynakları olarak belirtilebilir. Buhar gücü ile üretim, hem üretimde kesinti yaşanmaması hem de kas gücüyle yapılan üretimden daha efektif olması nedeniyle üretimde muazzam bir artışa katkı sağlamış, üretim araçları ve aşamaları bütünüyle değişime uğramıştır. Endüstrinin yeni bir boyuta geçtiği bu döneme Endüstri 1.0 adı verilmiştir (Yalpa, 2020).

İkinci Endüstri Devrimi (Sanayi 2.0)

Endüstri devriminin ikinci aşaması 1870’lerden sonraki zamana denk gelmektedir. Bu dönemde en önemli değişiklikler temel hammadde ve enerji kaynakları açısından ortaya çıkmıştır. Kömür ve demir ile birlikte petrol ve elektriğin de endüstride kullanılmaya başlanması, endüstrinin bugünkü haline ulaşmasının temel köşe taşlarından sayılmaktadır. Endüstrileşmenin birinci aşamasında demirin sahip olduğu önemli role bu dönemde çelik sahip olmuştur. Özellikle demiryolu sektöründe büyük öneme sahip olan çelik, birinci dünya savaşı esnasında savaşan devletlere ikmal gücü olarak önemli lojistik destek sağlamıştır. Petrol ise, özellikle 1873’lerden sonraki dönemde, kömürün etkisini kaybetmesiyle birlikte, endüstride öncelikli enerji kaynağı haline gelmiştir. 1914’ten sonraki dönemde ise elektrik enerjisi ilk sıraya yerleşmiştir. Elektrik sokakları aydınlatmış, lojistik ve haberleşmenin ana enerji kaynağı haline gelmiştir. Döneme damgasını vuran önemli bir örnek, dünyanın ilk metrosu olan Londra Metrosu’nun 1890 yılından itibaren buhar gücü yerine elektrik ile çalışmaya başlamasıdır (Arkan, 2018). İçten patlamalı motorlar, telgraf, radyo vb. buluşlar bu döneme damgasını vuran diğer bazı önemli gelişmelerdir (Şekkeli ve Bakan, 2018).

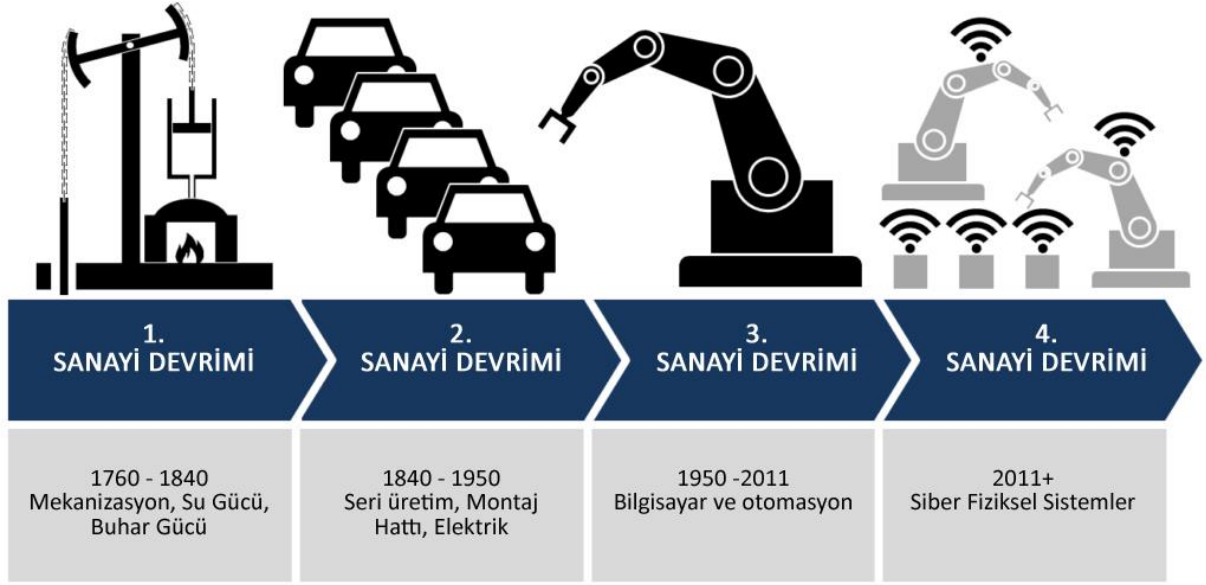
Üçüncü Endüstri Devrimi (Sanayi 3.0)

Üçüncü Endüstri Devrimi dönemi, bilgisayar ve iletişim ağlarının endüstride kullanılmaya başlandığı dönemdir. Bilgisayarın icadı zaten başlı başına çağ açıcı bir gelişme olarak bilinmektedir. Söz konusu devrim ile üretim dijitalleşmeye başlamış ve bununla birlikte malların üretim biçimleri değişmiştir. Otomasyon, üretimde daha fazla yer almaya başlamış ve manuel üretim yerine giderek daha fazla otomatik üretim sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen zamanlarda yapay zekânın da kullanılmaya başlanması ile birlikte otomasyondan otonoma geçen bir süreç yaşanmıştır. Burada zikredilen özelliklerinden dolayı söz konusu devrim kimi

çevreler tarafından “dijital devrim” olarak da tanımlanmaktadır (Duman, 2021). Bu dönemde özellikle 3D yazıcıların yaygın bir şekilde kullanılmasıyla birlikte, otomotiv yedek parçalarının üretiminde önemli artışlar yaşanmıştır. Otomasyonun yaygınlaşması sayesinde yeni ve akıllı robotlar üretimde kullanılmaya başlanmış ve üretim maliyetlerinin düşmesiyle birlikte daha verimli üretim süreçleri elde edilmeye başlanmıştır. Bu üretim sürecinde nükleer enerji, biyogenetikler, sentetik ürünler, mikro-elektronik teknoloji, hologram, fiber optikler, biotarım, lazerler gibi icatlar da gerçekleştirilmiştir. Son olarak, bu dönemde makinelerin iş yaşamının yanı sıra sosyal yaşamda da kişilerin gündelik işlerinde aktif bir rol oynaması sayesinde beden gücüne olan gereksinimin giderek daha aşağıya çekildiği söylenebilir (Şekkeli ve Bakan, 2018; Davutoğlu, 2020).

Dördüncü Endüstri Devrimi (Sanayi 4.0)

Gelenen son süreçte bilgisayar, iletişim araçları ve internetin bir arada kullanılmasıyla birlikte Dördüncü Endüstri Devrimi ortaya çıkmıştır. Bu dönemde kol ve kas gücüne duyulan ihtiyaç neredeyse bütünüyle sonlandırılarak, makineler ve diğer üretim araçları kendi kendilerine başarılı olacak şekilde çalışmaya başlamışlardır. ‘Nesnelerin İnterneti’ denilen son teknolojiler yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış, her makinenin ‘akıllısı’ neredeyse yaşamın her alanında yerini almaya başlamıştır. Özellikle bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde neredeyse imkânsız gibi görülen bazı işler yapılabilir hale gelmiştir. Yaşanan tüm bu gelişmeler, ekonomide, sosyal yaşamda, çalışma hayatında, gündelik işlerde, yani kısacası hayatın hemen her alanında etkilerini gösterebilmektedir. Bu etkilerin olumlu veya olumsuz olduğu yönündeki değerlendirmelere bakıldığında; her ne kadar çalışma hayatına yönelik olarak genellikle olumsuz görüş ve bakış açıları ortaya konulsa bile, buraya kadar zikredilen dönüşümler bir arada düşünüldüğünde, üretim süreçlerinde bir devrim gerçekleştirildiği düşüncesi de oldukça haklı bir görüş olmaktadır. Günümüzde her yönden ilerleme kaydetme amacı güden ve endüstri devrimi yarışında başarısız olmak istemeyen ülkelerin, Endüstri 4.0’ın kazandırdığı yenilikleri takip etmesi ve bu yeni teknolojileri üreterek hayatın her alanında kullanmaları elzem görülmektedir (Taş, 2018). Endüstri devrimlerinin yukarıda kısaca izah edilen tarihsel süreçlerini görselleştirmek amacıyla her dört devrimin tarihsel aşamalarını simgeleyen görsel aşağıda şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi

Kaynak: https://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6 web sitesinden alınmıştır.

2.2. Endüstri 4.0 Kavramı

İlk olarak 2011 yılında Almanya’da Hannover Fuarı’nda ortaya atılan “Endüstri 4.0” kavramı kısaca, makinelerin gelişmiş kullanımını ve üretim süreçlerini otomatikleştirme yeteneğini tanımlamaktadır (Özkıvanç, 2021). Bir başka deyişle Endüstri 4.0, daha iyi performans, uçtan uca bağlantı, daha düşük maliyet ve daha yüksek kalite elde edilmesi amacıyla modern fabrikaların işleyişinin gelişimini tanımlayan bir kavramdır. Bu sisteme geçişle birlikte, akıllı fabrikalar, sanal ve artırılmış gerçeklik, blok zincir, bulut bilişim sistemleri, büyük veri, endüstriyel robotlar, eklemeli üretim (3B yazıcılar), nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, siber güvenlik, simülasyon, yapay zekâ ve benzeri yeni teknolojiler üretim süreçlerine ve hatta insan hayatına etki etmektedir (Aydınbaş ve Erdinç, 2023: 189). Bununla birlikte, daha iyi bağlantı ve gelişmiş otomasyonun ise bazı problemleri beraberinde getirdiği söylenebilir. Bu bağlamda güven ve güvenilirlik, şeffaflığın artırılması, ürün izlenebilirliği, verimli bir tedarik zincirinin geliştirilmesi, işlemsel verilerin güvenli bir şekilde saklanması ve paylaşılması ve kalite uyumluluğu için sertifikalandırma gibi durumlar çözüm isteyen problemler arasında yer almaktadır. Adem-i merkezîyetçilik, değişmezlik, özgünlük ve şeffaflık özelliklerinden dolayı blockchain teknolojisi yine çeşitli endüstriyel uygulamalar için tartışılan diğer bazı konular olmaktadır (Shah vd., 2022).

Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen bu yeni devrim, üretim ve tüketim aşamalarını tamamen etkileyecek ve değiştirecek bir yapı ortaya çıkarmaktadır. Bir taraftan tüketicilerin çeşitli ihtiyaçlarıyla uyumlu olarak kurulan sistemler, diğer taraftan birbirleriyle devamlı koordineli olarak çalışan otomasyon süreçlerini tanımlamakta, ayrıca ürün geliştirme aşamalarında farklı disiplinlerle bağlantılı işbirliklerini amaçlamaktadır (Yıldız, 2018). Endüstri 4.0'ın sadece endüstri ile sınırlı bir etkisinin bulunduğunu düşünmek yanlış olacaktır. Ayrıca en başta toplum ve bireyler üzerindeki etkileri olmak üzere, tarım, hizmetler, eğitim vb. sektörlerde de büyük etkiler oluşturması muhtemel gözükmektedir. Endüstri 4.0 bütün bu sektörlerde var olan teknolojileri yükselten ve dönüştüren bir yapıya sahiptir. Yenilikçi teknolojilerin aktif ve yoğun kullanıldığı bu sektörler, Endüstri 4.0'a uyum sağlamada lider sektörler olarak kabul edilmektedirler (Taş, 2018).

Yukarıda da ifade edildiği gibi, Endüstri 4.0'ın etki alanı çok geniş olmakla birlikte en etkili olduğu alanların başında elbette toplum üzerindeki etkileri gelmektedir. Özellikle bu devrimin paradigmalarından biri olan dijitalleşmenin getirdiği yenilikler, toplumları ve bireyleri her yönden sararak, şekiller vererek onları istediği gibi yönlendirme etkisine sahip olmaktadır. Özellikle medya açısından dijitalleşmenin düşük maliyet ve kolay ulaşılabilirliği, topluma sosyal, dini, ekonomik ve ideolojik açılardan büyük etkileşim sağlayabilmektedir. Devletin ve özel sektörün bu yeni devrime ayak uydurmasıyla birlikte toplum ve bireyler bundan hem zarar görmekteler hem de çeşitli avantajlar elde edebilmektedirler. Özellikle sosyal medya açısından bakıldığında, karar alma mekanizmalarının olumsuz etkileri, otoritenin kötüye kullanılması ve sivil toplum için dezavantajlar barındırması mevcut riskler arasında yer almaktadır (Schwab, 2017).

Hizmetler sektörünün bazı kollarının gelecekte ulaşacakları yerler konusunda öngörüler sunan Dünya Ekonomik Forumu'na göre, 2018-2022 döneminde sektörlerin büyüme seviyeleri dikkate alındığında, internetteki mobil uygulamalar üzerinden sunulan hizmetlerin havacılık ve turizm sektörlerine büyük etkiler yapacağı beklenmektedir. Bununla birlikte bulut bilişim veri tabanı teknolojisinde beklenen atılımların bilgi ve iletişim endüstrisinde ilerlemeyi sürekli hale getirip hızlandıracağı düşünülürken, büyük verilerin bir araya getirilmesinin devrimin gelişmesine büyük katkılar sağlayacağı tahmin edilmektedir (WEF, 2018). Hizmet sektöründeki insan kaynakları uzmanları, yalnızca işini sabitçe yapan çalışanları değil, aynı zamanda işini iyileştirip yenilikler getiren çalışanları bulmak ve bu çalışanları eğitmek durumunda kalacaklardır. İnsan kaynakları bölümünün yenilikçi teknolojilerle işbirliği içinde olması sayesinde, yapay zekânın işe alım aşamalarında

kişileri objektif ve adaletli bir biçimde değerlendirme imkânı sunması ve bunun da bir sonucu olarak liyakatin sağlanması beklenmektedir.

Tarım sektöründe ise, tarımsal üretim aşamalarında kullanılan tüm araç ve makineler sensörlerle çevrenmekte ve Nesnelerin İnterneti olgusu tarım sektörüne dahil edilerek bütün üretim süreçlerinde makinelerin birbirleriyle koordineli çalışmaları sağlanmaktadır. Dijitalleşmenin katkılarıyla akıllı araçlar kullanılarak veri toplanması gerçekleştirilmekte ve bu veriler analize tabi tutulmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde, gerekli görülen alanların ne miktarda ve hangi türde gübrelerle beslenmesi gerektiği, hava şartları, bitkiler için gerekli olan sulama ve mineraller, toprağın humus durumu, haşerelerle mücadele ve hasat zamanının tahmin edilmesi gibi hususlar gerçek zamanlı olarak gösterilebilmekte ve bu sayede çiftçinin yükü hafifletilerek verimin kalıplaşmış yöntemlere nazaran en üst seviyeye ulaştırılması hedeflenmektedir (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Endüstri 4.0'a uyum sağlamak için eğitimde bazı yeniliklerin yapılması da kaçınılmazdır. Bu süreçte ihtiyaç duyulan teknolojinin planlama, iyileştirme, üretme ve kullanabilme süreçlerini gerçekleştirecek insanların eğitilmesi zorunlu hale gelmektedir. Okul öncesi eğitimden başlayarak kodlama hakkında bilgi veren derslerin müfredata dahil edilmesi artık kaçınılmaz gözükmektedir. Bu dersler sayesinde öğrenciler analitik düşünmeyi ve sistematik davranmayı da başarabileceklerdir. Ek olarak liderlik, girişimcilik ve finansal okuryazarlık üzerine eğitimler verilerek talep ile ihtiyaç arasındaki ilişkiyi kavrayıp özümseyen nesillerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede öğrenciler kendi tercihlerinde bilinçli hareket etme, ekonomik seçimlerinde doğru karar verme ve kaynakları etkin kullanma yeteneğini kazanabileceklerdir (Çelik vd, 2018).

Endüstri 4.0 birçok teknolojik paradigma barındırmaktadır. Bunlardan bazıları, Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Akıllı Fabrikalar, Bulut Tabanlı İmalat, Büyük Veri, Yapay Zekâ, 3D Yazıcılar, Blockchain Teknolojileri şeklinde belirtilebilir. Endüstri 4.0, bu teknolojilerin tek başlarına kullanılması ile değil, çeşitli teknolojilerin birlikte ve bir bütün oluşturacak şekilde kullanılmalarıyla başarılı bir dönüşüm yakalayabilecektir. Örneğin, üretim sistemlerinin tam olarak bir bütün halinde çalışabilmesi için Yatay/Dikey Entegrasyon teknolojileriyle verilerin depolanması ve bu verilere istenildiği zaman erişim sağlanabilmesi adına hem Bulut verilerine sahip olunmak zorunda, hem de Siber Güvenlik sistemlerini veri muhafazası için kullanma zorunluluğu bulunmaktadır. Endüstri 4.0 fabrikalarının, post-fordist dönemin dikey üretimine alternatif olarak hangi üretim şeklini

benimseyeceği ve yüksek katma değeri nasıl ortaya çıkaracağı, fabrikaların “akıllanmasının” işgücü için ortaya çıkartacağı istihdam yapısı, kâr oranları ve bunun ekonomiye olan etkisi hem akademik hem de iş çevrelerinde yoğun şekilde tartışılmaktadır (Gedik, 2021; Varol, 2023; Aydınbaş ve Erdinç, 2023).

Endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin hem avantajları hem de dezavantajları (riskleri) bulunmaktadır: Avantajlarının başında iş gücü yapısındaki bazı değişimler gelmektedir. Söz konusu değişimler neticesinde en başta kas gücüne olan bağımlılık azalacağından dolayı çalışan sayısının azalması beklenmektedir. Bunun sonucunda ise hem maliyetler hem de zaman açısından bazı avantajlar sağlanmış olacaktır. Bu durumun en önemli riski ise, gelişen robotik sistemler ve otomasyon neticesinde iş gücünün büyük oranda değersizleşebilme riskidir. Bunun aksini iddia eden bazı görüşler bulunsa da söz konusu gelişmelerden özellikle gelişmemiş ülkelerin istihdam açısından olumsuz etkileeneceği yaygın bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır (Göktaş, 2021). Gruber (2019)’e göre verilere hızlı erişim bir diğer avantaj olarak değerlendirilmektedir. Verilere hızlı erişimin en önemli faydası ise, verilerdeki mevcut bilgilerin güvenliğinin sağlanmasıdır. Ayrıca verilerin dijital dünyada kopyalanması, işlenmesi, kolayca paylaşımı ve üzerinde güncelleme yapılabilmesi gibi birçok kolaylığı da sağlaması diğer avantajları arasında değerlendirilmektedir (Şeker ve Diri, 2010). Bu durumun aksine kullanıcı bilgi girişlerinin kayıt altına alınması, güvenlik duvarı zafiyeti, sertifikaların güvensizliği ve kişisel bilgilerin bunlar aracılığıyla zararlı yazılımlar sayesinde ele geçirilmesi önemli riskler olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bütün bunlar kullanıcılar için veri tabanında bir iz bırakmakta ve şirketler çoğu çalışanın haberi dahi olmadan bunları kolaylıkla kullanıp paylaşabilmektedirler (Solmaz, 2016). Pentimone (2017)’e göre, dijital devrim, fikirleri paylaşmak için katalizör olan araçlar yaratmıştır. Artık düşüncelerin başkalarıyla geniş ölçekte paylaşılabilmesi için zengin bir işletmenin yöneticisi olmaya gerek yoktur ve sosyal medya ve ortak teknolojiler kullanılarak, fikirler paylaşılabilir ve bu vesileyle inovasyon hızlandırılabilir. Benzer şekilde, Dijital-sanal dünya, bilginin kolayca ve kötü niyetle yayılmasına olanak sağladığından dolayı, birçok ailenin iç ilişkilerine zarar verip toplum ahlakını sarsabilme riskini de barındırmaktadır (Pentimone, 2017). Üretimde tasarım ve özelleştirme aşamalarına müşterilerin doğrudan eşlik etmeleri, üretim maliyetlerini düşürüp süreci hızlandırma olanağı sunabilmektedir. Hem hızlı hem de esnek üretim süreci ile küreselleşmeye daha kolay entegre olabileceği düşünülen bu yeni devrimin, bir fırsat olarak görüleceği düşünülmektedir (Schumacher vd, 2016). Ayrıca üretim aşamasında daha çevreci bir oluşumun ortaya çıkması bir diğer avantajdır. Örneğin söz konusu dönüşümün, fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının

kullanımının teşvik etmesi açısından, şirketleri cesaretlendirici bir rolünün bulunduğu düşünülmektedir. (Ardito vd, 2019).

İnsanların ve robotların işbirliği ile enerji tasarrufu, inovasyondaki hızlanma, kaynak kullanımındaki verimlilik artışı ve ağların entegre olmasının sağlanması Endüstri 4.0'ın katacağı diğer bazı değerler olarak tahmin edilmektedir (Bartodziej, 2017). Ancak altyapı yetersizlikleri nedeniyle buna tüm ülkelerin katılım sağlamasının mümkün gözükmemesi bir dezavantaj olarak değerlendirilmektedir. Dijital teknolojiye geçiş gelişmiş bir altyapıya sahip ülkeler için daha kolay ve hızlı, gelişmemiş ülkeler için ise daha zor ve hatta imkânsız olacağından dolayı ülkeler arasındaki rekabet farkının açılacağı da aşıkardır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018).

3. Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrika, sürekli olarak veri toplamak ve paylaşmak için bağlantılı cihazları, makineleri ve üretim sistemlerini kullanan dijitalleştirilmiş bir üretim tesisidir. Bir başka deyişle akıllı fabrika, fiziksel dünya ile sanal dünyanın bütünleşmesini gerçekleştirmek amacıyla veri alışverişi yapabilen oldukça akıllı bir organizma olarak tanımlanabilir. Ürün, bilgi ve iletişim teknolojilerini bir araya getirerek üretim ve tedarik süreçlerine entegrasyonunu sağlayan bu fabrikalar, diğer geleneksel fabrikalar ile kıyaslandığında, büyük oranda kaynak kullanımını arttırdıkları, kişiselleştirilmiş ürünlerin hem depolama hem de dağıtım döngüsünü azalttıkları ve üretimin müşteri taleplerine hızlı şekilde adaptasyonunu sağladıkları söylenebilir (Şekkeli ve Bakan, 2018: 205).

Yakın geçmişe bakıldığında Siber-Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti, Büyük Veri, Bulut Bilişim ve Sanallaştırma dahil olmak üzere birçok yeni teknolojinin ortaya çıkıp geliştiği görülmektedir. Endüstri 4.0, yeni sanayi anlayışının getirmiş olduğu zorluklarla başa çıkmak için bu yeni teknolojileri kullanan yeni bir endüstrileşme konsepti olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda akıllı fabrikalar ise 'Endüstri 4.0'ın kalbidir' denilebilecek merkezi konumunda yer alan ana unsurlardan biridir. Akıllı fabrika, üretim süreçlerinin performansını, kalitesini, kontrol edilebilirliğini ve şeffaflığını geliştirmek için bu teknolojileri entegre etme misyonunu üstlenmektedir. Bu tip fabrikalarda yer alan sistem, insanların ve makinelerin görevlerini hem fiziksel hem de sanal dünyadan gelen bilgilere dayalı olarak yürütmelerine yardımcı olmaktadır. Sistemin bileşenleri, işlevleri talep etmek veya sunmak için birbirleriyle ve diğer fabrika bileşenleriyle bağlantı kurmaktadır (Mabkhot, 2018).

Küreselleşmeyle birlikte ülkeler rekabette geri kalmamak için yeni dönüşümlere yatırım yapmak zorunda kalmaktadırlar. Bu yatırımlar ise son yıllarda Endüstri 4.0 bileşenlerinin en önemli unsurlarından biri olan akıllı fabrikalar gibi alanlara yapılmaktadır. Nesnelerin birbirleriyle haberleştiği ve akıllı teknolojilerle donatılmış bu üretim yerlerinde insan faktörü minimuma indirgenmekte ve karanlık (insansız) fabrikalar dediğimiz yeni üretim yerleri ortaya çıkmaktadır. Bu tip fabrikalarda ürünler, üretim esnasında otomasyon sayesinde bağımsız olarak ilerlemektedirler. Dolayısıyla bu yapı sayesinde üretim sürecinde artan karmaşıklık azaltılarak daha düzenlenebilir ve yönetilebilir bir hale getirilmiş olmaktadır. Akıllı fabrikalarda fiziksel ve sanal dünyada gerçekleşen teknik aşamaların tamamı bir çatı altında toplanmaktadır. Böylece sürdürülebilir bir üretim ağı geliştirilip, oluşabilecek potansiyel hataların önceden tespit edilip müdahale edilmesi olanağı yakalanmış olmaktadır. Bu vesileyle aynı zamanda müşteri taleplerine hızla yanıt veren ve tüketim yapısının anlık olarak değişebildiği bir nitelik kazanılmaktadır (Ayan, 2020; Akkuşçu, 2019). Gartner (2022)'e göre Akıllı Fabrika, aşırı esnek, kendi kendini ayarlayabilen bir üretim olanağı sunmak için modern teknolojinin farklı türlerini içerisinde barındıran yeni nesil üretim alanlarıdır.

Akıllı fabrikalar, şekil 2'de görselleştirildiği gibi birçok yapısal bileşenleri içeren, farklı süreçleri, bilgi akışlarını ve paydaşları birbirleri ile entegre ederek verimli üretim alanları oluşturan fabrikalardır.



Şekil 2: Akıllı fabrika bileşenleri

Kaynak: <https://www2.deloitte.com>'dan aktaran Şekkeli ve Bakan, 2018: 206.

Akıllı fabrikalarda üretimin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için ihtiyaç duyulan tüm bilgiler sensörler vasıtasıyla bir araya getirilmekte ve üretim içerisindeki tüm makineler *nesnelerin interneti* aracılığı ile iletişim ve entegrasyon kurmaktadır. Üretimin gereksinimlerini karşılamak için talep edilen tüm bilgiler *bulut bileşiminde* toplanmakta ve akıllı cihazların ihtiyaç duyduğu veriler burada toplanan *büyük verilerden* çekilerek kullanılmaktadır (Alçın, 2016). Büyük veri sadece yerel düzeyde değil, aynı zamanda küresel düzeyde üretilen ve depolanan verilerden oluşmaktadır. Fiziksel ortam ile sanal ortam arasındaki iletişimi ise *siber fiziksel sistemler* sağlamaktadır. Bu sistemler sayesinde üretim sürecindeki tüm detaylar tespit edilerek, olası problemlere çözümler sunulmaktadır. Bunları sağlamak için de yapay zekâ ile çalışan ve üretim sürecinde ihtiyaç duyulan iletişimin kurulması şeklinde önemli görevler üstlenen *otonom robotlar* kullanılmaktadır. Şekil 2'de de görüleceği üzere bir diğer bileşen *simülasyondur*. Simülasyonu, “tedarik zincirinin tamamının ya da ilgili kısmının durum, akış veya davranışlarının gözlenebilmesi ve düzenlenebilmesi amacıyla, işletme içindeki ya da işletme dışındaki (tedarik, üretim, dağıtım, pazarlama, satış vs.) süreçlerin modellenerek bilgisayar ortamında yeniden yapılandırılması” (Şekkeli ve Bakan, 2018: 209) olarak tanımlamak mümkündür. Buraya kadar bahsi geçen bileşenlere ilave olarak, bir diğer bileşen olan *artırılmış gerçeklik*, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasına imkân tanıyan, bir başka deyişle sanal verilerle zenginleştirilmiş gerçek durum olarak tanımlanabilmektedir (İçten ve Bal, 2017). Böylece artırılmış gerçeklik sayesinde birçok işlem mekânlara gidilmeden yerinden halledilebilmektedir. Teknolojik gelişmenin üretim sistemlerinde oluşturduğu güvenlik açıklarını gidermek açısından kritik bir role sahip olan *siber güvenlik* ise, ağların, programların ve verilerin bütünlüğünü yetkisiz erişimlerden korumak için kullanılan tüm teknikler seti olarak tanımlanmaktadır (Varol, 2023: 169). Şekil 2'de belirtilen bileşenler arasında gözükmemekle birlikte son yıllarda sistemlerin güvenliğini sağlamak amacıyla tedarik zincirlerinde kullanılmaya başlanmış bir diğer bileşen *blok zinciri* teknolojisidir. Doğruluğu onaylanmış bilgilerin sabit bir şekilde depolanmasını ve dağıtılmasını sağlayan blok zincir teknolojisinde temel amaç, ilk tedarikçiden son müşteriye kadar geçen süreçte, tüm tedarik zincirinin şeffaflığının ve sürdürülebilir izlenebilirliğinin temin edilmesi ve bu sayede güvenliğin artırılabilmesidir (Şekkeli ve Bakan, 2018). Buraya kadar anlatılan hususlardan hareketle akıllı fabrikaların üretim sürecinde optimizasyona yol açarak işgücü ve diğer üretim kaynakları israflarının azaltılmasına yol açması beklenebilir (Hozdic, 2015).

4. Endüstri 4.0 Kapsamında Akıllı Fabrikaların Çalışma İlişkileri Üzerindeki Etkileri

Endüstri 4.0 kapsamında akıllı fabrikaların çalışma ilişkileri üzerindeki etkileri tasnif edilerek, çalışma koşulları ve mesleklerin dönüşümü üzerindeki etkileri, istihdam ve işsizlik üzerindeki etkileri ve sendikalaşma, ücretler ve gelir dağılımı üzerindeki etkileri başlıkları altında incelenebilir.

Çalışma Koşulları ve Mesleklerin Dönüşümü Üzerindeki Etkileri:

Endüstri 4.0'ın üretim sürecinde meydana getirdiği dönüşümler üretim ortamlarını da dönüştürerek bu süreç ile uyumlu çalışma koşullarını ortaya çıkarmaktadır. Örneğin teknolojinin gelişmesi ve dijital dönüşümle birlikte işlerin daha küçük parçalara ayrılması mümkün hale gelmekte ve bu da çalışma şekillerinde değişime yol açarak istihdamın daha küçük serbest meslek birimlerine dönüşmesine olanak sağlamaktadır. İnternet ve otomasyon sistemlerinin gelişmesi sonucunda işlerin belli bir kısmı artık büyük şirketlerden ziyade mikro işletmelerde görülebilmekte ve bu da işçilerin daha özerk çalışabilmelerine olanak sağlamaktadır. Dijital uygulamaların daha yaygın hale gelmesi ve sanal işbirliği platformları sayesinde uzaktan çalışma mümkün hale gelmekte ve dolayısıyla işyeri merkezine bağımlı olmayan bir çalışma sistemi ortaya çıkmış olmaktadır. Yakın zamanda yaşanan Covid-19 pandemisinin bu süreci daha da hızlandırdığı söylenebilir. Ancak bütün bu gelişmelerin işgücü arasındaki rekabeti arttırarak, bir taraftan hem verimlilik artışlarını hem de ücretlerin daha rekabetçi olmasını sağlarken, öbür taraftan bir dezavantaj olarak güvencesiz çalışma koşullarını beraberinde getirdiği görülmektedir (Saraç, 2022: 70).

Endüstri 4.0'ın iş hayatında yer alan kadınların çalışma koşullarını etkilemesi beklenen bir diğer gelişmedir. Bu bağlamda cinsiyet ayrımından dolayı yapılan iş bölümü ve iş algısının önemli ölçüde ortadan kalkması beklenmektedir. Eskiden sadece erkeklerin çalışabildiği işlerde yeni dönüşüm ile birlikte kadınlar da çalışabilmektedir. Kurumlar, çalışmalarını daha fazla otomatik hale çevirerek, kadınların omuzlarındaki yükü azaltabilmekte ve kişisel gelişimlerini iyileştirmeleri için onlara bazı imkânlar sağlamış olmaktadır. Yeni dönüşüm, esnek çalışma yapılarını oluşturmayı başarabildiği ölçüde daha dengeli bir cinsiyet ayrımına sahip iş yerleri ortaya çıkabilecektir (WEF, 2018).

Bayram (2018)'a göre Endüstri 4.0 devrimi meslekler arasında ayrım yapacak ve bu çağ mühendislerin çağı olarak anılacaktır. Hali hazırda var olan pek çok mesleğin ihtiyaç duyduğu bazı işleri makineler rahatlıkla yapar hale gelecektir. Örneğin, sağlık

açısından kan tahlilinden, bir tanı koymaya kadar birçok unsur cihazlar aracılığıyla yapılabilecek; bir kol saati veya cep telefonu tüm sağlık ile ilgili verileri kontrol altına alarak, kan değerleri bir probleme işaret ettiğinde bunu hastanedeki ilgililer ile paylaşp, tetkiklerin gerçekleştirilmesini sağlayabilecektir.

Endüstri 4.0'ın, birçok sektörde ihtiyaç duyulan iş gücünün niteliğine göre iş gücü arzını belirlemesi beklenmektedir. Yenilikçi teknolojilerin, iş yaşamında bir rekabet ortamı oluşturacağı ve oluşacak rekabet ortamından kimi zaman insanoğlunun kimi zaman ise teknolojilerin avantajlı çıkacağı öngörülmektedir. Nitekim Endüstri 4.0 teknolojilerinin hangi sektörlerde uygulanıp uygulanamayacağını belirlemek için yapılan araştırmalarda genellikle ulaşılan sonuç; rutin görevlerden oluşan işlerin, Endüstri 4.0 teknolojileri tarafından yapılacağı, rutin dışı işlerin ise yalnızca öğrenilebilir beceriler ile yarı otomasyon şekline dönüştürülebileceği şeklinde olmuştur. Özellikle bahsedilen rutin işler için katlanılan maliyet, üretim, güvenlik ve kalite gibi alanlarda insandan ziyade robotların öneminin artacağı düşünülmektedir. Ayrıca yapay zekâ teknolojisinin makineleştirilebilen hizmetlerin sunumunda rakipsiz kalacağı tahmin edilmektedir. Bu yeni teknolojiler iş hayatına girdikçe var olan çalışan yapısının değişeceği ve bunun sonucunda doğal olarak çalışma ilişkilerinin de değişime uğrayacağı öngörülmektedir. Söz konusu teknolojilerin ihtiyaç duyduğu işgücü daha çok beceri odaklı işgücü olduğundan dolayı, mühendislik, yaratıcılık ve tasarım becerilerine sahip işgücünün önemi giderek artmaktadır. Bir başka deyişle bu dönüşümle birlikte, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanabilen ve sisteme adaptasyon sağlayabilen işgücüne daha fazla ihtiyaç duyulacaktır (Akkuşçu, 2019: 85).

Endüstri 4.0 ile kimi meslekler kaybolurken elbette kimi meslekler varlığını koruyacaklardır. Rutin, sürekli kendini tekrar eden işlerle uğraşanlar kaybeden sınıfta; tekrarlı olmayan, üretken ve rutin dışı işlerle uğraşanların kazananlar arasında olacağı düşünülmektedir. Buradan hareketle ortaya çıkması beklenen yeni mesleklerin bazıları Veri Analistleri ve Veri Bilimcileri, Yapay Zekâ ve Makine Kullanımı, Dijital Dönüşüm Uzmanları, İnovasyon Profesyonelleri, E-Ticaret ve Sosyal Medya Uzmanları, İnsan ve Kültür Uzmanları, Dijital Pazarlama ve Dönüşüm Uzmanları, Robotik Uzmanları ve Mühendisleri, Bilgi Güvenlik Analistleri ve Süreç Denetim Uzmanları şeklinde belirtilebilir (WEF, 2018).

Mesleklerin dönüşümü ile ilgili bilgiler veren “The Future Of Employment” isimli çalışmada; sosyal ve bilişsel yetkinliklere ihtiyaç duyulan mesleklerin otomasyona yatkınlıklarının daha sınırlı, bu meslekler dışında kalan rutin mesleklerin ise,

otomasyon kullanım yetkinliklerinin daha yüksek seviyede olduğu tahmin edilmektedir. Bütün bunlardan hareketle bir çıkarsama yapılmak istenirse, işlerin büyük çoğunluğu rutin olarak süregelen mavi yakalı işçilerin en çok tehdit altında olan çalışma grubu olduğu söylenebilir (Frey ve Osborne, 2013).

İstihdam ve İşsizlik Üzerindeki Etkileri:

Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler ve yaşanan dönüşüm neticesinde işsiz kalacak olan işçilerin, yine bu dönüşümün ortaya çıkaracağı yeni işlerde istihdam edilecekleri görüşü oldukça yaygındır. Bu görüşün aksine, teknolojiden dolayı kitlesel bir işsizliğin ortaya çıkacağını ve bunun da sosyoekonomik bozulmaya neden olacağını ifade eden bir başka görüş de bulunmaktadır (Schwab, 2017). Yakın geçmişte sanayi istihdamı diğer sektörler göre çok daha yüksek seviyelerde iken, günümüzde ilk sırada hizmetler sektörü yer almaktadır. İktisadi gelişmenin ilk başlarında sektör değişikliğinden kaynaklı işsiz kalan çalışanların diğer sektörlerde iş olanağı bulmaları, sektörler arası beceri açığı nispeten daha az bir eğitim ile telafi edilebildiğinden dolayı, daha kolay olmaktadır. Ancak günümüzde Endüstri 4.0'ın yenilikçi teknolojilerinin kullanıldığı mesleklerin daha fazla uzmanlık gerektirmesi nedeniyle sektörler arası geçişler daha fazla eğitim süreci gerektirmekte ve dolayısıyla bu geçişler daha zor olmaktadır. Buradan hareketle eğitim sürecinin aksaması halinde düşük nitelikli işgücünün yapısal işsizlik sorunuyla karşı karşıya kalması kaçınılmaz görünmektedir (Saraç, 2022: 66-67).

David Ricardo, 1817'de Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi'nden bahsettiği Ekonomi Politinin ve Vergilendirmenin İlkeleri isimli kitabında, Endüstri Devrimi yeniliklerinin çalışanların geleceğini kötü yönde etkileyeceğini öne sürmüştür (Krugman, 2012). Benzer şekilde J. M. Keynes, 1930 yılında Endüstri 2.0 devriminden önce iş gücü piyasasına yönelik olumsuz beklentilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Fakat bu beklentiler gerçekleşmemiş ve yeni iş sahalarının ortaya çıkması ve verimliliğin artması sayesinde işsizlik uzun vadede kalıcı olmamıştır. Endüstri 3.0 döneminde ise, bilgisayar devrimine yönelik işsizlik açısından kötü bir hava oluşmasına karşın işsizliğin genel itibariyle dengede kaldığı söylenebilir. Bu dönem içinde otomotiv sektörünün başını çektiği ve diğerlerinin de onu izlediği dijitalleşme sürecinde büyük bir atılım gerçekleşirken, işsizlikte büyük bir artış gözlenmemiştir. Endüstri 3.0 ekonomik büyümeyi gerçekleştirirken yeni iş olanakları sağlamış ve yeni mesleklerin doğmasına yol açmıştır. Günümüzde bazı olumsuz yorumlar yapılsa bile, Endüstri 4.0 devrimi ile, istihdamda daralma olmadan, kârlılıkta ve verimlilikte artışlar olduğu söylenebilir (Wisskirchen vd., 2017). Matovcikova (2017)'a göre, teknolojinin gelişmesi ve robotların iş sahalarında

görölmeye başlamasıyla birlikte iş gücüne olan talep azalmakta ve istihdam yapısı farklılaşmaktadır. Bu değişim sonucunda ortaya çıkan işsizliğe teknolojik işsizlik denilmektedir. Teknolojik işsizlik günümüz ekonomi dünyasında üzerinde en çok tartışma yürütölen meselelerden biridir.

Endüstri 4.0'a Sosyal Güvenlik Kurumları açısından bakıldığında, insanların yerini alacak teknolojik aletlerin vergi vermemesi durumu bir problem olarak görölmektedir. Bunun yanında işverenlerin de robotlara ücret vermeyecek olması gelir adaletsizliğinin artmasına yol açabilecektir. İşsizliğin artış göstermesi özellikle işsizlik sigortası vb. durumlar için devlete ekstra bir yük anlamına gelmektedir. Yeni devrim ile birlikte iş hayatı, önceki devrimlerden farklı olarak kalifiyesiz işçilere artık çalışma alanı sunmayacaktır (Moktadir vd, 2018).

İş gücü yapılarının ölkeden ölkeye farklılık göstermesi hususu burada işsizliği yorumlamada göz önüne alınması gereken bir diğer durumdur. Ölkelerin mevcut iş gücü piyasaları nitelik itibariyle aynı talepleri içermiyor olabilir. Örnek vermek gerekirse, fiziksel ağırlıklı çalışma ortamlarının ağırlıkta olduğu endüstrilerde yaşlı iş gücünden ziyade genç iş gücü daha çok talep görmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak yaşlı nüfusun istihdamı daha düşük seviyede gerçekleşmektedir. Böyle bir durumda da yaşlı nüfusun fazla olduğu toplumlarda işsizliğin azaltılması ve gelirin artırılması amacıyla robot istihdamına daha fazla ihtiyaç duyulduğu söylenebilir (Akın, 2017).

Sonuç itibariyle, Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte gerçekleşen teknolojik gelişmenin bir sonucu olarak robotların çalışma hayatındaki sayılarının giderek artmasının da etkisiyle işsizlik oranlarında artışlar yaşanması beklenmektedir. Ancak öbür taraftan da bu dönüşümün ortaya çıkaracağı yeni iş alanlarının yeni istihdam olanakları doğuracağı düşünölmektedir. Burada oluşacak olumsuz süreci azaltmak amacıyla, ortaya çıkacak yeni mesleklere uyum sağlamaları açısından mevcut iş gücünün etkili bir şekilde eğitilmesi ve nitelikli hale getirilmesi önemli görölmektedir.

Sendikalaşma, Gelir Dağılımı ve Ücretler Üzerindeki Etkileri:

Endüstri 4.0 devrimi ile artan dijitalleşmenin bir sonucu olarak çalışma yapılarındaki farklılaşma ve iş yaşamında oluşan sosyo-kültürel dönüşümler sendikalaşma hareketleri üzerinde etkiler oluşturmuştur. Teknolojik ilerlemeyle birlikte çalışanların sosyal yaşantılarına daha fazla önem verilmeye başlanmış (esnek çalışma, evden çalışma vs.) ve bu bağlamda çalışma uygulamalarında bazı farklılıklar ortaya

çıkıştır. Bireysel çalışma toplu çalışmanın yerini almış, ancak bu değişime sendikalar tam manasıyla ayak uyduramamıştır (Etçi, 2018).

Dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan büyük dönüşümlere, istihdam ve çalışma koşullarına ve ayrıca çalışanların çıkarlarının temsil edilme biçimlerine ilişkin hususlarda sendikalar ve çalışma konseylerine büyük işler düşmektedir. Bu kuruluşlar, dijitalleşmenin endüstriyel istihdamda yıkıcı bir azalmayı tetiklemesi veya üzerinde anlaşmaya varılan ücret ve koşulların altının oyulması durumlarına yanıt vermek zorunda kalacaklardır. Ancak, sorulması gereken asıl soru, sendikaların ve çalışanların yeni teknolojileri benimsemeleri mi yoksa bunlara direnmeleri mi gerektiği sorusudur. Ne yazık ki işçiler ve sendikalar tarafından bu sorunun cevabı kolay bir şekilde verilememektedir. Bu bağlamda yeni teknolojilerin uygulanmasıyla karşı karşıya kalındığında, sendikalar ve işçiler için zorluk iki yönlü görünmektedir: İlk olarak, eğer mümkünse, olumlu etkileri güçlendirecek ve olumsuzlukları azaltacak şekilde yeni teknolojilerin uygulanmasına destek verilirken, olumsuz sonuçlarına direnmeye karar vermek. İkincisi ise, bu tür kararların olumlu veya olumsuz sonuçlarıyla ilgili bilgileri elde ettikten sonra gelişmelere göre hareket etmek. Ayrıca sendikalar, bu yeni gelişmelere verecekleri tepkileri hesaplarken, etkili stratejiler geliştirmek için kaynaklarını ve yeteneklerini de hesaba katmak zorundadırlar (Haipeter, 2020). Çalışma hayatında mavi yakalılarının giderek önem kaybetmesi ve bireyselleşmenin artması, sendikalara olan ilgiyi de azaltıcı sonuçlar doğurmaktadır. Çalışanlar artık kolektif bilincin dışında hareket edip sadece kendi haklarının peşinde koşmaktadırlar. Bu da gelecekte çalışanların çok daha fazla sömürüye maruz kalabileceği düşüncesini desteklemektedir. Ancak sendikalara her zaman ihtiyaç duyulacaktır: Çünkü emek tamamen ortadan kalkmayacak, sadece çalışma ilişkileri dönüşüme uğrayacaktır.

Endüstri 4.0'ın gelir dağılımına da etkileri olacağı öngörülmektedir. Çalışma hayatında robotların insanların yerine kullanılması sonrasında işverenin işçiye verdiği maaş, prim, fazla mesai vs. ücretler gibi büyük giderlerden tasarruf etmesi ve gelirin büyük kısmının kendisinde kalacak olması sonucunda, gelir dağılımında adaletsizliğin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik gelişmenin fonksiyonel gelir dağılımını sermaye lehine dönüştürerek sermayenin toplam gelir içerisindeki payını artıracığı düşünülmektedir. Buna ilave olarak yetenekli iş gücü ile kalifiyesiz iş gücü arasındaki ücret farklılıkları daha da derinleşecektir. Yüksek nitelikli iş gücü ve sermaye lehine gözüken bu durum, ekonomik ve sosyal problemleri doğurarak, toplumda var olan ve hoş karşılanmayan gelir adaletsizliği algısını daha da derinleştirecektir (Ünlü ve Atik,

2018). Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre bakıldığında ise, teknolojinin daha ileri düzeyde olduğu gelişmiş ülkelerde bu durumdan kaynaklı gelir eşitsizliğinin daha fazla düzeyde olacağı tahmin edilmektedir. Hatta düşük gelirli ülkelerde teknolojik gelişmenin ücretlerdeki eşitsizlikler üzerindeki etkisinin önemsiz bir düzeyde kalacağı da söylenebilir. Ayrıca gelir dağılımını bozacak bir diğer gelişmenin firmalar arasında yaşanması da beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni üretim süreci “süper yıldız” ya da “kazanan her şeyi alır” şeklinde bir oluşuma yol açarak diğer bazı firmaları piyasadan silebilecektir. Bütün bunlara ilave olarak, bu süreçte gelirin servete dönüşmesi ve devamında servetin tekrar gelir getirmesi şeklinde ortaya çıkacak durumun gelir dağılımını bozucu etkiler oluşturması beklenebilir (Saraç, 2022: 71-72).

Endüstri 4.0 ile şekillenen yeni çalışma ilişkileri ücretlerin geleceği ile ilgili bazı endişeleri beraberinde getirmektedir. Schwab (2017)'a göre dijitalleşme ile birlikte sermaye (teknoloji) bir süre sonra iş gücünün yerini almaya başlayacaktır. Bu durum bir kısım işgücünün işsiz kalması ile sonuçlanırken, varlığını korumayı başarmış işgücünün ise ücretlerinin azalmasına neden olacağı şeklinde öngörüler yapılmaktadır. Burada ücretleri düşecek olan kesim Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni üretim sürecinde nispeten vasıfsız kalan işgücüdür. Endüstrileşme tarihine bakıldığında, teknolojik ilerlemenin genellikle ücretleri arttıran bir etki oluşturmadığı, aksine ücretler açısından bu durumdan dolayı kaybedenlerin sayısının kazançlı çıkanların sayısından daha fazla olduğu görülmektedir (Akkuşçu, 2019: 83-84).

Ücretlerle ilgili olarak bir diğer husus ücretlerde yaşanan düşüşlerin sendika faaliyetleri ile ilgili olan durumudur. Özellikle rutin işlerin yüksek olduğu iş kollarında toplu pazarlık ve sendikaların daha pasif kalması nedeniyle ücretlerin azalmasının önüne geçilemeyeceği düşünülmektedir. Ayrıca makinelerin işgücünün tamamlayıcısı olmasından ziyade işgücünün ikamesi olacağı noktası endişe oluşturan bir diğer husustur. Bunun bir neticesi olarak üretim sürecinde daha az işgücünün kullanılacak olması ve işlerin otomasyona devredilmesi hem gelirleri hem de dolaylı olarak harcamaları etkileyeceğinden dolayı bu durumun ücretlerin azalma eğilimine girmesi dışında diğer bazı endişeleri de beraberinde getirmektedir (Saraç, 2022: 69). Çünkü ücretlerin azalması en başta talebi azaltacağı için tüketim ile ilgili bazı problemleri ortaya çıkaracak ve işsizlikte bir artış olacaktır. Bu öngörünün gerçekleşmesi durumunda, azalan ücretler ve yükselen işsizlik problemi, alım gücünün azalmasına ve bununla beraber tüketimin de düşmesine neden olacaktır. Tüketimin ekonomideki konumu dikkate alındığında bu durumun gerçekleşmesi

tüketim piyasasını daraltacak ve ekonomik durgunluğu tetikleyecektir. Bu durgunluğun tüketicilerin alışkanlıklarını da değiştireceği ve bireyleri, tüketim ile tasarruf arasında seçim yapmaya zorlayacağı tahmin edilmektedir. Tüketicilerin alım gücünün derecesi, istihdam sonucu elde ettikleri gelire bağlıdır. Benzer durum şirketler için de geçerlidir. Şirketler de elde ettikleri gelirler ölçüsünde satın alım gerçekleştirmektedirler. Sonuçta tüketimin bu denli azalmış olduğu bir ekonomik yapıda üretim maliyetlerinin azalmasının pek de bir anlamının kalmayacağı söylenebilir (Ford, 2018).

Sonuç ve Değerlendirme

Geçmişten günümüze endüstri devrimleri dört aşamadan geçmiş ve nihayetinde Dördüncü Endüstri Devrimi'nin gerçekleşmesi ile birlikte üretim süreçleri daha karmaşık bir hal almaya başlamıştır. Bu bağlamda Endüstri 4.0'ın merkezinde yer alan akıllı fabrikalarda, otomasyonun ve dijitalleşmenin oldukça yüksek seviyeye taşındığı üretim sürecinde, bilgi ve iletişim teknolojilerinin çok yoğun şekilde kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu üretim sürecinde nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, otonom robotlar, bulut bilişim, büyük veri, 3D yazıcılar, simülasyon, artırılmış gerçeklik ve siber güvenlik gibi bileşenler karanlık (insansız) fabrikalar olarak da ifade edilen akıllı fabrikanın temel bileşenleridirler. Bu bileşenleri bir araya getiren akıllı fabrikaların sadece endüstriyel üretim sürecinde değil, aynı zamanda tarım ve hizmetler sektörleri ile bunların alt sektörlerinde de bir optimizasyon sağlayarak kaynak israfını engelledikleri söylenebilir.

Çok geniş bir uygulama alanını kapsayan Endüstri 4.0'ın ve en önemli bileşenlerinden biri olan akıllı fabrika tipi üretim sürecinin diğer birçok alandaki etkilerinin yanı sıra bu çalışmanın da temel konusunu oluşturan çalışma ilişkileri üzerinde önemli etkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda en önemli etkilerinden biri, yenilikçi teknolojilerin üretim sürecinde daha fazla kullanılmasının bir sonucu olarak iş yaşamında robot-insan rekabetinin daha da artacak olmasıdır. Ancak şunu da ifade etmek gerekir ki; bu süreçte her ne kadar işverenler maliyet ve diğer birçok avantaj nedeniyle robotları tercih edecek olsa bile, robotları yönlendirecek insan ihtiyacı hiçbir zaman bitmeyecektir. Bir diğer etki, özellikle ileri teknoloji kullanımının gerektirdiği becerilerle donatılmış bazı yeni meslekleri ortaya çıkarırken, insanlar tarafından yürütülen ama yerine teknolojinin ikame edilebildiği bazı meslekleri ise ortadan kaldırmıştır. Ancak, özellikle üretimin yaratıcılık gerektiren dallarında makinelere çokça ihtiyaç duyulmadığı ve bu tip işlerde insan gücünün önemini korumaya devam ettiği de söylenebilir.

Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikaların kullanıldığı yeni üretim sisteminin çalışma ilişkileri kapsamında istihdam, işsizlik, sendikalaşma, gelir dağılımı ve ücretleri de kapsayan diğer bazı etkilerini şu şekilde özetlemek mümkündür: Çalışma koşulları kadınlar lehine değişip, eskiden yalnızca erkeklerin egemen olduğu bazı işlerde artık kadınlara daha fazla fırsatlar doğacaktır. Yeni üretim süreci ayrıca mesleklerin dönüşüme uğramasına neden olurken, rutin işlerde çalışanlar dönüşümden olumsuz etkilenecek, üretken işlerle uğraşanlar ise dönüşümün kazananları arasında yer alacaklardır. Ancak Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler ve yaşanan dönüşüm neticesinde işsiz kalacak olan işçilerin, yine bu dönüşümün ortaya çıkaracağı yeni işlerde istihdam edilecekleri görüşünün aksine kitlesel bir işsizliğin ortaya çıkacağını ifade eden bir başka görüş de bulunmaktadır. Yaşlı nüfusun nispeten daha yüksek olduğu toplumlarda işsizliğin azaltılması ve üretimin artırılması amacıyla robot istihdamına daha fazla ihtiyaç duyulacaktır. Sendikalar, Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni üretim sürecinin istihdamda büyük bir azalmaya yol açması ve ücretlerin düşmesi de dahil olmak üzere çalışma koşullarının olumsuz etkilenmesiyle daha fazla mücadele etmek zorunda kalacaklardır. Ayrıca çalışma hayatında mavi yakalılarının giderek önem kaybetmesi ve bireyselleşmenin artması neticesinde sendikalara olan ilginin azalacağı düşünülmektedir. Yeni üretim süreci fonksiyonel gelir dağılımını sermaye lehine bozarak sermayenin toplam gelir içerisindeki payını artırırken, ayrıca yetenekli iş gücü ile kalifiyesiz iş gücü arasındaki ücret farklılıklarını artırmaktadır. Ayrıca teknolojik gelişme farklılığından kaynaklı gelir dağılımındaki adaletsizliğin gelişmiş ülkelerde daha yüksek düzeyde olması da beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni üretim sürecinde hem sendikaların pasif kalması hem de makinelerin giderek işgücünün ikamesi rolünü üstlenmesi nedeniyle özellikle vasıfsız kalan işgücünün ücretlerinde düşüşler yaşanacaktır. Bu da talep ve üretim yapısını bozarak ekonomik durgunluğu tetikleyecektir.

Sonuç itibarıyla Endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu yeni üretim sürecinde, pek çok kişinin işsiz kalabileceği şeklinde bir korku hâkim olsa da yerinde hamlelerle bu korku ve belirsizliğin önemsiz bir hale getirilebileceği düşünülmektedir. Daha önceki endüstri devrimlerinde buna benzer korkular ve endişeler yer almış, ancak önceki devrimlerde istihdam nasıl çok olumsuz etkilenmediyse bu dönemde de istihdam olanakları tamamen bitmeyecek ve çalışanların hissettiği olumsuz hava giderilebilecektir. Nihayetinde, toplumun tüm kesimleri için temel amaç, iş hayatının adil bir şekilde ücretlendirilmesinin sağlanması ve insana yakışır bir şekilde iş hayatının dizayn edilmesidir. Dijitalleşmenin ve otomasyonun işgücü piyasalarında oluşturacağı olumsuz etkileri azaltmak maksadıyla; işgücünün niteliğini artırıcı

eğitimlerin artırılması, iş hayatında ihtiyaç duyulacak mesleklere göre bir insan kaynakları planlamasının yapılması, ücretlerde yaşanacak düşüşlerin önüne geçilmesi ve ayrıca yeni üretim sürecinin gerektirdiği tüm yasal ve kurumsal düzenlemelerin yapılarak ortaya çıkabilecek sorunların önüne geçilmesi önerilebilir. Ancak, robotların giderek insan istihdamını daha fazla tehdit etmesi hususu dikkate alındığında, her ne kadar başarılı olması tartışmalı olsa bile, otomasyonun sınırlandırılması şeklinde bir öneri de sunulabilir. Bütün bu tartışmalar çerçevesinde hükümetlere, sendikalara, sivil toplum örgütlerine ve bilim insanlarına önemli sorumluluklar düşmektedir.

Kaynakça

AKIN, Ö. (2017), “Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişimler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirilmesi”, *İş ve Hayat Dergisi*, Cilt:3, Sayı:6, ss.42-71.

AKKUŞÇU, H. İ., (2019), *Endüstri 4.0’ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği*, Uludağ Üniversitesi SBE, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

ALÇIN, S. (2016), “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, *Journal of life Economics*, Cilt:3, Sayı:2, ss.19-30.

ARDİTO, L., PETRUZZELLİ, A. M., PANNIELLO, U., & GARAVELLİ, A. C. (2019), “Towards Industry 4.0”, *Business Process Management Journal*, 25(2), ss. 323-346.

ARKAN, Ö. (2018), *Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi*, İstanbul Arel Üniversitesi, SBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

AYAN, B. (2020), *Teknolojik ve Sosyo-Mekânsal Dönüşüm: Türkiye’de Akıllı Fabrikalar*, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniver. SBE, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.

AYDINBAŞ, G. ve ERDİNÇ, Z. (2023). “Endüstri 4.0 Yolunda Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Değerlendirme”, *Sakarya İktisat Dergisi*, 12(2), ss.187-211. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sid/issue/78288/1253197>.

BARTODZIEJ, C. J. (2017), “The Concept Industry 4.0”, *In The Concept Industry 4.0*, pp.27-50.

BAYRAM, M., 2018, “Türkiye Bu Treni Kaçtırmamalı. Endüstri 4.0 ya da X.X”, *Güncel Boss*, Şubat 2018, ss.64-74.

ÇELİK, K., GÜLERYÜZ, S. & ÖZKÖSE, H. (2018), “4. Endüstri Devrimine Kuramsal Bakış”, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(9), ss.86-95.

DAVUTOĞLU, N. A. (2020), “Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi”, *Management and Political Sciences Review*, Cilt:2, Sayı:1, ss.176-194.

DUMAN, E. (2021). *Beyaz Eşya Sektörünün Endüstri 4.0’lı Geleceği*, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ETÇİ, H. (2000), “2000 Sonrasında Türkiye’de Gerekçeleri ile Sendikal Kriz”, *Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Cilt:19, Sayı:43, ss.125-149.

FORD, M. (2018). *Robotların Yükselişi: Yapay Zekâ ve İşsiz Bir Gelecek Tehlikesi*, Çev.: Cem Duran, Kronik Kitap, İstanbul.

FREY, C.B. & OSBORNE, M. (2013), “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”, https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

GARTNER G. (2022), *Smart Factory*, <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/smart-factory>

GEDİK, Y. (2021), “Endüstri 4.0 Teknolojilerinin ve Endüstri 4.0’ın Üretim ve Tedarik Zinciri Kapsamındaki Etkileri: Teorik Bir Çerçeve”, *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), ss.248-264. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1224225>.

GÖKTAŞ, Ş. Ç. (2021), *Dijitalleşmenin Futbola Etkisi: Var (Video Assitant Referee) Uygulamasının %100 Futbol Programı Örneğinde İncelenmesi*, Atatürk Üniversitesi SBE, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

GRUBER, H. (2019), “Proposals for a Digital Industrial Policy for Europe”, *Telecommunications Policy*, 43(2), pp.116-127.

HAİPETER, T. (2020), “Digitalisation, Unions And Participation: The German Case Of Industry 4.0”, *Industrial Relations Journal*, 51(3), pp.242-260.

HOZDİC, E. (2015), “Smart Factory For Industry 4.0: A Review”, *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), pp.2067–3604.

https://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6 (Erişim Tarihi: 02.08.2022).

İÇTEN, T. ve BAL, G. (2017), “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), ss. 401-415.

KILAVUZ, E. ve ERDEM, İ. (2019), “Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü”, *Social Sciences*, 14(4), ss.133-157.

KRUGMAN, P. (2012), “Robots and Robber Barons”, *The Newyork Times*, <https://www.nytimes.com/2012/12/10/opinion/krugman-robots-and-robber-barons.html?searchResultPosition=1>

MABKHOT, M.M., AL-AHMARİ, A.M., SALAH, B., & ALKHALEFAH, H. (2018). “Requirements of the Smart Factory System: A Survey and Perspective”, *Machines*, 2(23). <https://doi.org/10.3390/machines6020023>

MATOVČIKOVA, D. (2017), “Industry 4.0 as the Culprit of Unemployment”, *12th IWKM 2017*, pp.12-13.

MOKTADİR, M.A., ALİ, S.M., KUSİ-SARPONG, S., & SHAIKH, M.A.A. (2018). “Assessing Challenges for Implementing Industry 4.0: Implications for Process Safety and Environmental Protection”, *Process Safety and Environmental Protection*, 117, pp.730-741.

ÖZKIVANÇ, S. (2021), *A Qualitative Analysis of Industry 4.0 Technologies in the Turkish Construction Sector*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

PENTİMONE, D. (2017), *The Digital Revolution: Its Advantages and Disadvantages*. <https://fromdanielsdesk.com/2017/04/20/the-digital-revolution-its-advantages-and-disadvantages/>.

SARAÇ, H. (2022). “Otomasyonun Yükselişi. Kitlesele İşsizlik mi? Yeni İstihdam mı? İşgücü Piyasasına Etkisine Dair Bir Değerlendirme”, *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 13(2), ss. 55-76.

SCHUMACHER, A., EROL, S. & SİHN, W. (2016). “A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises”, *Procedia Cirp*, 52(1), p.161-166.

SCHWAB, K. (2017). *the Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum.

SHAH, K., PATEL, N., THAKKAR, J., & PATEL, C. (2022), “Exploring Applications of Blockchain Technology for Industry 4.0”, *Materials Today: Proceedings*, Cilt:62, Sayı:13, s.s.7238-7242.

SOLMAZ, T. (2016), “Yeni İletişim Teknolojileri Bağlamında Medya Okuryazarlığı”, Atatürk Üniversitesi SBE, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

ŞEKKELİ, Z. H. ve BAKAN, İ. (2018), “Akıllı Fabrikalar”, *Journal of Life Economics*, 5(4), Ekim 2018, ss.203-220. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/658649>.

ŞEKER, S. E. ve DİRİ, B. (2010), “Time ML and Turkish Temporal Logic”, *International Conference of Artificial Intelligence*, 10, pp.881-887.

TAŞ, H. Y. (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri”, *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), ss.1817-1836. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/588712>

ÜNLÜ, F. ve ATİK, H. (2019), “Türkiye'deki İşletmelerin Endüstri 4.0'A Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Ampirik Analiz”, *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, Cilt:17, Sayı:2, ss.431-463.

VAROL, N. (2023), “Dijital dönüşüm ve yapay zekâ: muhasebenin ve denetimin geleceği”, *Denetim ve Güvence Hizmetleri Dergisi*, 3(2), ss.162-184.

WEF (World Economic Forum) (2018), “The Future Of Jobs Reports 2018”, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.

WISSKIRCHEN, G., BIACABE, B.T., BORMANN, U., MUNTZ, A., NIEHAUS, G., SOLER, G.J., & VON BRAUCHITSCH, B. (2017), “Artificial Intelligence and Robotics and their Impact on the Workplace”, *IBA Global Employment Institute*, London.

YALPA, Ö. (2020), *Endüstri 4.0 ve Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerine Etkileri*, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi SBE, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

YÜKSEKBİLGİLİ, Z. ve ÇEVİK, G. Z. (2018), “Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz”, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)*, Cilt.3 Sayı.2, ss.422-436.

YILDIZ, A. (2018), “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, *Sakarya Üniversitesi FBE Dergisi*, Cilt:22, Sayı:2, Sakarya, ss.546-556.