

ENDÜSTRİ 4.0 VE ÇALIŞMANIN GELECEĞİ

Nisan Nur Çakır¹

ÖZET

2011 yılında Hannover Fuarında bahsi geçen ve ardından Almanya'nın sanayi modernleşmesi olarak duyurduğu Endüstri 4.0 paradigması, tüm sektörleri derinden etkileyecek ve işgücü piyasasının yapısında birçok değişikliğe neden olacak gelişmeleri ifade etmektedir. Bu çerçevede öngörülen temel değişiklikler, insanlığın daha önce tecrübe etmediği gelişmeleri barındıran teknolojik atılımlar olarak adlandırılmaktadır. Nitekim, Endüstri 4.0 üretim sistemlerinin ve ürünlerinin tasarımında, imalatında, işletilmesinde ve servisinde hızlı dönüşümleri ifade etmektedir.

İnsanlar ve akıllı fabrikaların birbirleri ile iletişim kurarak ortak hareket etmesinin önünü açacak olan Endüstri 4.0'ın işgücü piyasası ve istihdam, yatırımlar, teknolojik gelişmeler, politika ve yasal düzenlemeler, üretim, çalışma ilişkileri, eğitim alanlarında yenilikler yaratması söz konusudur. İşgücü piyasasına yönelik olarak literatürde vasıflı çalışanlara artan ihtiyaç sonucu, vasıfsız çalışanların işsizlik sorununun giderek artması, orta vasıf kaybı, robotların çalıştığı karanlık fabrikaların sayılarındaki artış ile insan emeğine olan ihtiyacın azalması beklenen olumsuz gelişmeler arasındadır. Diğer yandan, yeni meslek türleri ve istihdam alanlarının yaratılarak Endüstri 4.0'ın istihdama katkısı olacağı da pozitif bakış açısıyla dile getirilmektedir. Bu çalışmada, literatür incelemesi yapılarak Endüstri 4.0'ın çalışma koşulları ve işgücü piyasası üzerinde yaratması muhtemel değişiklikler incelenmiştir. Mevcut araştırmada öncelikle Endüstri 4.0 kavramına ve gelişimine değinilmiş ardından da çalışma koşulları ve işgücü piyasasında meydana getirebileceği yenilikler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, İşgücü Piyasası, Çalışmanın Geleceği

INDUSTRY 4.0 AND THE FUTURE OF WORK

ABSTRACT

The Industry 4.0 paradigm mentioned in Hannover Fair in 2011 and then announced as Germany's industrial modernization, refers to the developments that will deeply affect all sectors and cause many changes in the structure of the labor market. The fundamental changes envisaged in this framework are called technological breakthroughs which contain the developments that humanity has not experienced before. In fact, Industry 4.0 refers to rapid transformations in the design, manufacture, operation and service of production systems and products.

Industry 4.0, which will pave the way for people and smart factories to communicate with each other, will create innovations in the fields of labor market and employment, investments, technological developments, policies and regulations, production, labor relations and education. The increase in the unemployment problem of unqualified workers, the loss of middle skills, the increase in the number of dark factories where the robots are working and the need for human labor are among the expected negative developments of Industry 4.0. On the other hand it is expected that Industry 4.0 will contribute new employment opportunities. In this study, working conditions of the Industry 4.0 and the possible changes on the labor market were examined by literature review. In this sense, firstly the concept and development of Industry 4.0 was discussed and then the working conditions and the innovations in the labor market were examined.

Key Words: Industry 4.0, Labor Market, Future of Work

GİRİŞ

Küreselleşmenin ve teknolojik gelişmelerin iş organizasyonunun yapısında yarattığı değişiklikler, çalışmanın geleceği ile ilgili tartışmaları doğurmuştur. Tartışmalara konu olan "Çalışmanın Geleceği" ve "Endüstri 4.0" kavramları literatürde işgücü piyasalarına yönelik gelecek tahminlerini değiştirmiştir.

Endüstri 4.0 sürecinin, ülkelerin gelişmişlik düzeylerini etkileyeceği, nesnelerin interneti (IoT) kavramı ile sektörel düzeyde farklılıklar yaratacağı ve daha da önemlisi işgücü piyasalarını doğrudan değiştireceği beklenmektedir. Akıllı üretim sistemleri olarak da isimlendirilen Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlayan ülkelerin, talebe göre uyumlaştırılmış esnek ve az maliyetli üretim süreçlerine sahip olmaları küresel düzeyde rekabet edebilme kabiliyetlerini arttıracaktır. Bu gelişmeler ise işgücü piyasasında vasıflı çalışanlara olan ihtiyacı arttırarak vasıfsız çalışanların işsizlik sorununu giderek büyüteceği yönünde olumsuz beklentileri beraberinde

¹ Kırklareli Üniversitesi, SBE, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Doktora Programı Öğrencisi, nisannurcakir@gmail.com

getirmiştir. Diğer yandan, kaybolan mesleklere kıyasla yeni meslek türlerinin ve istihdam alanlarının yaratılarak Endüstri 4. 0'ın istihdama katkısı olacağı bakış açısı da literatürde kendine yer bulmaktadır.

Bu çalışmada bahsedilen gelişmelerin işgücü piyasası ve bağlantılı olarak çalışma hayatında ne gibi farklılıklar yaratacağı literatür taraması yapılarak ele alınmış olup öncelikle Endüstri 4.0 kavramı, gelişimi ve kaynakları üzerine durulacaktır. Ardından Endüstri 4.0'ın başlıca etki alanlarından; üretim, yatırımlar, yasal düzenlemeler ve eğitimin dünya genelindeki görünümü incelenerek bu ilerlemelerin işgücü piyasası ve çalışma hayatında yaratacağı değişimler ele alınacaktır.

Endüstri 4. 0: Anlamı, Önemi ve Kapsamı

2011 yılında Hannover Fuarı'nda bahsi geçen ve ardından Federal Almanya Hükümeti'nin sanayi modernleşmesi olarak duyurduğu Endüstri 4. 0 paradigması, tüm sektörleri derinden etkileyecek ve işgücü piyasasının yapısında birçok değişikliğe neden olacak köklü değişiklikleri ifade etmektedir. Bu çerçevede öngörülen temel değişiklikler, insanlığın daha önce tecrübe etmediği karanlık fabrikalar, nesnelerin interneti, arttırılmış gerçeklik gibi gelişmeleri barındıran teknolojik atılımlar olarak adlandırılmaktadır (Shwab, 2016; EKOIQ, 2014; Vardar, 2016). Bir tanıma göre, Endüstri 4.0 üretim sistemlerinin ve ürünlerinin tasarımında, imalatında, işletilmesinde ve servisinde hızlı dönüşümleri ifade etmektedir (Davies, 2015).

Endüstri 4.0 ekonomik paradigmalardan, üretim süreçlerine, emek piyasasından, çalışma koşullarına kadar birçok alanda değişiklikler sunmaktadır. Üretimin kitlesel olmaktan çıkıp talep merkezli esnek üretim temelinde gerçekleştirildiği, üretim süreçlerinde öngörülebilir düzenlemelerin yer aldığı ve Taylorizm'den miras kalan katı bir emek örgütlenmesinin esnek bir şekle dönüştüğü modeli temsil etmektedir (Berger, 2016). Bu anlamda geniş değişiklikler yaratması beklenen ve kapsamı da bir o kadar büyük olan Endüstri 4.0'ın gelişimi, başlıca kaynakları ve etkilerini ele almak, konunun anlaşılması açısından faydalı olacaktır.

Endüstri 4.0'ın Gelişimi

İlk sanayi devrimi 18. yüzyıl sonlarında buharlı makinaların kullanımı ile başlamış, bu süreci takiben 19. yüzyılın sonlarına doğru işbölümü temelli seri üretime yönelik ikinci sanayi devrimi elektrik enerjisinden faydalanılmaya başlamasıyla ortaya çıkmıştır. 1970'lerin başından itibaren üretim süreçlerinin otomatikleşmesi, bilgi teknolojilerinin kullanılmaya başlanması ile üçüncü sanayi devrimi dijital sistemlerin sanayide yer almasının önünü açmıştır. İnternetin sürekli gelişmesi ve mikrobilgisayarların giderek artan yaygın kullanımı dördüncü sanayi devriminin tetikleyicisi olan fiziksel ve sanal dünyanın siber-fiziksel sistemlere yakınsamasına, beyin fırtınası, karar verme süreçleri ve akıllı sistemlerin üretimde yer almasına neden olmuştur (Gabriel ve Pessl, 2016; Can ve Kıymaz, 2016).

Almanya'nın öncülük ettiği ve bu ülkenin uluslararası piyasalarda rekabet üstünlüğünü yeniden kazanması amacı ile oluşturulan Endüstri 4.0 stratejisi, esas olarak bilişim teknolojileri ile endüstriyi bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Bünyesinde yapay zeka (YZ), robotik nesnelerin interneti (Ni), özerk taşıtlar, 3D yazıcılar, nanoteknoloji, biyoteknoloji, malzeme bilimi, enerji depolama ve kuantum bilgi işlem gibi çok çeşitli gelişmeleri barındırmaktadır. Bu kavram kısa sürede iş dünyasının ve akademik çevrelerin de katkılarıyla tüm ülkelerin ilgi alanına giren ve gelecek ile ilgili tartışmalar yaratan bir endüstriyel sistem halini almıştır (Shwab, 2016; EKOIQ, 2014; Khan ve Turowski, 2016). 2011 yılında Hannover Fuarı'nda Alman Hükümeti, Endüstri 4.0 ile ilgili raporları oluşturarak bu alanda çalışma grubunun başına Siegfried Dias ve Hennig Kagermann'ı getirmesi ile de bu projeye resmîyet kazandırmıştır (EBSO, 2015).

Dördüncü sanayi devrimi bu güne kadar süregelen "merkezileşmiş" üretim sürecini "merkezileşmemiş" üretim sürecine çevirerek verimliliği arttırmayı amaçlamaktadır (Ang ve diğ., 2016). Dijitalleştirme yolu ile esnekliği ve kaynak verimliliğini arttırmak için sanayinin daha hızlı bir gelişme göstermesi hedeflenmektedir. Bu amaçla küresel rekabetin artması ve üretimde verimliliğin her geçen gün artan önemi nedeni ile başta Almanya Endüstri 4.0 terimini günümüzde Endüstri ile ilgili fuarlarda, konferanslarda ve kamuya açık projelerde sıklıkla dile getirmektedir.

Kısacası, Endüstri 4.0 çoktan hayatımıza girmiş bir kavram olup yıkıcı ve yapıcı değişikliklere yol açacak "evrimsel" bir adım olarak geri dönüşü olmayan bir süreçtir (Berger, 2015). Bu anlamda gerek Avrupa'da gerekse ABD ve Japonya'da bu dönüşümün hızla takip edilmesi için gerekli adımlar atılmış olmakla birlikte Endüstri 4.0'ın takipçisi olmanın zorunluluğu ve önemi küresel ölçekte kabul edilmiştir.

Endüstri 4.0'ın gelişiminde itici güç olan teknolojik gelişmelerden de kısaca bahsetmek gerekmektedir. Hayatımıza yeni giren bu kavramlar ve kaynaklardan bir sonraki bölümde bahsedilecektir.

Endüstri 4.0'ın Kaynakları

Geleneksel üretim modelinin yerini alan Endüstri 4.0, bilgisayar, iletişim ve internet teknolojilerinin çalışanlar ile bağ kurmasını sağlayarak üretim süreçlerinde yepyeni bir boyut kazandırmaktadır. Buhar gücüyle

çalışan fabrikalardan akıllı fabrikalar ve bahsi geçen yeni üretim süreci dönemine geçiş ise “siber-fiziksel sistem” ve “nesnelerin interneti” ile gerçekleşecektir. Bu nedenle akıllı fabrikaların ve Endüstri 4.0’ın oluşmasında bir çok yenilik ve teknolojik unsur yer almaktadır. Bu teknolojik gereklilikler isim itibari ile literatürde farklılıklar gösterse de temelde on ana başlık altında toplanarak Endüstri 4.0’ın kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Bunlar (EBSO, 2015; TÜSİAD, 2016; KPMG; 2015; Banger, G., 2016);

- 1- Üç Boyutlu Yazıcılar; Sanal nesnenin 3D yazıcılarla katı formda yazılma işlemidir. Bu sayede genetikten tıpa, bilişim teknolojilerinden şehir planlamasına kadar birçok alanda 3D yazıcılar sayesinde her şey üretilebilecektir.
- 2- Nesnelerin İnterneti; Her tür ortam ve cihazın birbiri ile bağlantılı hale gelerek evde, işyerinde, okulda, fabrikalarda gömülü teknolojilerin kullanıcısı olabilme imkânımız ile üretim sürecinin yönetimi kolaylaştırılacak, verimlilik ve karda artışlar sağlanacaktır.
- 3- Akıllı Fabrikalar; Robotların ve internetin akıllı üretim süreçlerine katıldığı fabrikaları ifade etmekte olup bu sayede esnek işbirliğinin robotlar ve insanlar arasında daha güvenli ve daha az maliyetli olmasını sağlayacaktır.
- 4- Siber-Fiziksel Sistemler; Fiziksel üretim bilgileri ve dijital modellemeler ile bugünün karmaşık üretim sistemi üretim hattındaki değişiklikleri daha kısa sürede algılayıp minimum aksaklıkla kontrol eder duruma gelecektir.
- 5- Büyük veri; Siber-Fiziksel sistemlerin en verimli şekilde yönetilmesi için çok daha fazla verinin kaydının sağlanması gelecek bu sayede kaynakların verimli kullanılarak ürün kalitesinin korunması sağlanacaktır.
- 6- Otonom Robotlar; Robotlar ve insanların “tek vücut” olarak çalışmasını bu sayede robotların öğrenme kabiliyetlerini arttırarak üretimde süreklilik ve işbirliği sağlanmış olacaktır.
- 7- Simülasyon; Sanal dünyada üretim süreçlerinin simülasyonun hazırlanarak test edilmesini sağlayarak süreçleri kısaltıp, kaliteyi arttıracaktır.
- 8- Sistem Entegrasyonu; Evrensel veri entegrasyonu sağlanarak şirketlerin uyumu arttırılacaktır.
- 9- Bulut Bilişim Sistemi; Kaydedilen verilere internet aracılığı ile kolay ulaşımını sağlayacaktır.
- 10- Arttırılmış Gerçeklik; Gerçek dünyadaki verilerin bilgisayarlar ile zenginleştirilerek şirketlerin verimliliğini arttırma ve gerçek zamanlı bilgi ulaştırılmasını sağlayacaktır.

Temelde bu on farklı kaynak Endüstri 4.0’ın teknolojik açıdan itici gücünü oluşturmakta olup her birinin diğer kaynaklarla etkileşim ve bağlantılı halde olduğu bilinmektedir. Bu nedenle her bir kaynağın Endüstri 4.0 inşasında temel yapı taşı niteliğinde olduğu söylenebilir. Bu temel kaynakların yaratacağı etkiler ise çok yönlü olup, kendisini devlet teşviklerinden, çalışan profiline kadar birçok alanda göstermektedir.

Bu çalışmanın ışık tutmaya çalıştığı işgücü piyasasındaki değişimlerin detaylı olarak incelenmesinden önce Endüstri 4.0’ın etki sahasının geniş olduğu alanları incelemekte fayda vardır. Öyle ki, üretim araç ve yöntemlerinin yeni teknolojiler etrafında şekillenmesi gerekliliği ile yatırım ve yasal düzenlemeler bu alanlarda ivme kazanmaktadır. Diğer yandan, vasıflı işgücü ihtiyacını karşılamak üzere eğitim alanında reformların yapılmasını gerekli kılarak tüm bu etkenlerin işgücü piyasası ve çalışma koşullarını etkilediğini söylemek mümkündür. Bu nedenle, bir sonraki başlıkta birbirlerini etkileme kuvvetleri yüksek seviyede olan üretim, yatırımlar, yasal düzenlemeler ve işgücü piyasasındaki Endüstri 4.0 hareketlenmeleri ele alınacaktır.

Endüstri 4.0’ın Başlıca Etkileri

İnsanlar ve akıllı fabrikaların birbirleri ile iletişim kurarak ortak hareket etmesi, sibermatik sistemlerin kendi kararlarını vererek 3D baskı teknolojileri ile üretim kabiliyetlerine sahip olması, verilerin gerçek zamanlı toplanıp analiz edilmesi, akıllı fabrikaların adaptasyonu gibi temel özelliklere sahip Endüstri 4.0’ın işgücü piyasası ve istihdam, yatırımlar, politika ve yasal düzenlemeler, üretim, çalışma ilişkileri, eğitim alanlarında yenilikler yaratması söz konusudur. Bu yenilikleri başlıklar altında kısaca değinmekte fayda vardır.

Üretim: Akıllı fabrikaların devreye girmesi ile üretimde artan esneklik ve imalatta artan çeşitlilik imkânı ile kişiye özel eşsiz ürünler imal edilmesine olanak sağlaması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda sanal modellemeler ile sipariş verme süresinin yaklaşık %120, ürünlerin piyasa sürülmesinin ise %70 oranında hızlanacağı beklenmektedir (Davies, 2015).

Avrupa Birliği Parlamentosu’nun (2015) raporunda Endüstri 4.0’ın verimliliği arttırmada büyük rol oynayacağını ve robotların üretim sürecinde daha fazla kullanılması ile birlikte işgücünün niteliklerinde de değişimler gözleneceği belirtilmiştir. Diğer yandan, müşterilerin üretim sürecine dâhil olması söz konusu olacak ve hatta kendi ürünlerinin tasarımında aktif rol almalarının önü açılmış olacaktır (Davies, 2015).

Yatırımlar: Kuşkusuz bu değişikliklere uyum sağlayabilmek için, iş modellerinde de değişiklikler kaçınılmazdır. Avrupa Birliği Endüstri 4,0’ın tetikleyeceği bu değişikliklere ayak uydurabilmek için maliyet konusunda rekabet etmek yerine müşteri odaklı, yenilikçi ve daha hızlı hizmet verme kabiliyetine sahip olma

gerekliliği üzerinde durmuştur. Horizon 2020 araştırma programı kapsamında 2014-2020 yılları arasında endüstride liderlik hedefine ulaşmak için anahtar olan teknolojilere araştırma ve geliştirme desteği olarak yaklaşık 80 milyar avro maddi yatırımlarda bulunmuştur (Davies, 2015).

Yasal Düzenlemeler: Diğer yandan protokollerin standartlaştırılması, yeni iş modellerine uygun iş organizasyonlarının oluşturulması, dijital güvenliğe verilen önemin artırılması, uygun vasıflı işçilerin yetiştirilmesi, araştırma ve yatırımlara verilen desteğin artırılması ve ortak bir Avrupa Birliği yasal çerçevesi hazırlanması gerekliği Avrupa Birliği Parlamentosu'nun 2016 yılı raporunda yer almıştır (EU,2014; EU,2011). Bu anlamda sadece maddi yatırımların değil, geniş kapsamlı yasal düzenlemelerinde Avrupa Birliği ajandasında bulunuyor olması Endüstri 4.0,'ın sebep olduğu değişimlerin hızına ve önemine işaret etmektedir.

OECD'nin 2015 yılı raporunda da Avrupa Birliği Parlamentosu'nun üzerinde durduğu konular üzerinde detaylı planlar oluşturulduğu görülmektedir. Gelişmekte olan teknolojilerdeki ilerlemelerin alışlagelmiş iş anlayışını yıkacağı ve hızla gelişen rekabet ortamında bulunan şirketlerin hayatta kalabilmesi için yeni iş modelleri ve stratejilerini uygulamak zorunda oldukları belirtilmiştir. 2010 ve 2015 yıllarında OECD fiziksel altyapı sermayesi, girişimcilik politikaları, bireye yönelik beceri yatırımlarını kapsayan politikaları yürürlüğe koymaya başlamıştır (OECD, 2015).

Eğitim: UNCTAD 2016 raporunda, gelişmiş ülkelerde robotların artan kullanımının gelişmekte olan ülkelerin geleneksel emek-maliyet avantajını bozacağını, karşılaştırmalı üstünlüklerini kaybedecek olan gelişmekte olan ülkelerin teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek için eğitim politikalarını yeniden tasarlayarak dijital devrimi benimsemeleri öngörülmüştür (UNCTAD, 2016).

Ülke bazında rekabet güçlerinin artırılması amacıyla eğitimin önemi vurgulanırken, değişen üretim süreçlerine uyum sağlayarak işgücü piyasasında yer almaya çalışan herkesin uygun eğitimler ile niteliklerini artırması zorunlu hale gelmiştir. Günümüzde, küresel rekabetin yıkıcı etkilerinin ve işsizliğin hüküm sürdüğü piyasalarda rekabet edebilmek için eğitimin zaruri olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle, gerek bireysel, gerek şirket bazında Endüstri 4.0 verimliliği sağlamak amacıyla yapılacak yatırımların başında eğitimin geldiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

İşgücü Piyasası: Endüstri 4.0 işgücü piyasasında geniş bir etki alanına sahiptir. Sadece üretim süreci ve iş organizasyonunun değil aynı zamanda işgücü özelliklerinin de bu gelişmelerden etkileneceği bilinmektedir. Ve bu değişimlerin ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstereceği yazında yer almıştır. Geleneksel robot teknolojilerinden farklı olarak Endüstri 4.0 robotlarının yardımcılıktan işbirliğine ve birlikte üretme anlayışına yönelmesini ifade etmektedir. Bu robotların iş arkadaşı düzeyine terfi etmeleri beklenmekte olup, insan ve makinenin üretim süreçlerinde daha yoğun işbirliği içinde olacağı belirtilmektedir (Banger, 2016).

Bu gelişmelere paralel olarak, yatırım, büyüme ve istihdam oranlarında değişimler gözlemleneceği tartışmasız olup, bu değişimlerin işgücü piyasasında yaratacağı etkilere yönelik hem olumlu hem de olumsuz yorumlar bulunmaktadır. Endüstri 4.0'a gelen eleştirilerin büyük çoğunluğu çalışma hayatında insansız fabrikalar ve robotların hakimiyeti ile işsizler ordusu yaratılacağı iddiası etrafında toplanmıştır. Gerçekten de, Apple şirketinin önümüzdeki yıllarda 1 milyonun üzerinde robot kullanması planlanmakta ve aynı zamanda teknolojik gelişmelere en büyük örnek olarak Google'ın sürücüsüz araçları gibi özerk makinelerle dayanan çok sayıda yeni ve akıllı ürünü piyasaya sunması beklenmektedir (OECD, 2015). Özellikle akıllı makinelerin insan emeği üzerindeki karşılaştırmalı üstünlüğü gün geçtikçe artacak, yeni teknolojiler uzun vadede yüksek faydalar getirecektir (Brynjolfsson, E., McAfee A., 2014; OECD, 2015).

Literatürde Endüstri 4.0 gelecek tahminlerinde en çok tartışma konusu olan işsizlik sorununun bir çok iş imkanı yaratılması ile çözüleceğine dair araştırmaların sayısı da gittikçe çoğalmaktadır. Elbette Endüstri 4,0'dan öncelikli fayda sağlayacak meslekler teknoloji ile yakından ilintili yazılım, programlama, siber güvenlik, büyük veri yazılımı alanlarında olacaktır. Bunlarla birlikte, makine mühendisliği, kimya sanayi, lojistik endüstrisi ve tarım Endüstri 4.0 gelişmelerinden olumlu olarak etkilenecektir (Buhr, 2017). Özellikle Endüstri 4,0'ın artan karlılık ve verimlilik sayesinde yeni yatırım fırsatlarını sağlaması ve istihdam yaratması ve bu döngünün müşteri ve toplum odaklı hizmetler ekosistemine doğru yol alması beklenmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda yapılan bir araştırmaya göre, 2035 yılına kadar Batı Avrupa'da Endüstri 4.0'ın %28 sermaye getirisi ve hizmetler sektöründe 6.7 milyar yeni iş yaratacağı beklenmektedir (Berger, 2016).

Kuşkusuz, işgücü piyasası paradigmaları değişecektir. Dönüşüm içine girilen bu süreçte büyük krizlerden sakınmak için potansiyel alanlarda istihdamı arttırmak, eğitim, yatırım ve teşviklerle destek sağlamak gerekmektedir. Öngörülen sayısal verilerin birebir gerçekleşeceğini beklemek çok iyimser bir yaklaşım olurken, büyük bir işsizlik kaosu içine gireceğimizi beklemek de hayli kötümser bir bakış açısı sergilemektedir.

Özce, işgücü piyasasında meydana gelecek değişimler kesinlik taşıdığından, öncelikle vasıf farklılığından kaynaklanacak işgücü açığı ve işsizlik sorunlarına yönelmek gerekmektedir. Öyle ki, yaratılacak yeni işler kaybolması muhtemel görülen düşük vasıflı işlere nazaran çok farklı beceriler gerektirmektedir. Bu açıdan işgücü piyasası ve çalışmanın geleceğine dair gelişmeler ikinci bölümde daha detaylı incelenecektir.

Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği

Sanayi devrimi ile tarım devrimi dönemi kapanmış, ekonomik ve toplumsal değişimler yaşanmış, işçi sınıfı oluşmuştur. Sanayi devrimi sonrası bilgi toplumu, post-endüstriyel toplum modellerine geçiş ile mavi yakalı çalışanların yerini beyaz yakalı çalışanlar almıştır. Bu değişimlerin temelinde kas gücü gerektiren kitle üretim süreçlerinin önemini kaybederek, hizmet sektörünün ortaya çıkması yatmaktadır (Dursun, Şengül, 2018;1). Endüstri 4.0 ise, akıl ve bilgi gücünü kullanabilen insan kaynağını çok daha önemli kılacak gelişmeleri bünyesinde barındıran tüketici ihtiyaçlarına maksimum verimlilik ve hızla cevap veren üretim biçimlerini ifade eden aynı zamanda toplumu, insan faktörünü ve işgücü yapısını değiştirecek bir süreçtir (Schuster ve diğerleri, 2015; Alçın, 2016).

Tarihte deneyimlendiği üzere üretim süreçlerinde meydana gelen bu değişimler iş ve meslek yapılarında da farklılaşmaya gidilmesi zorunluluğunu günümüzde de karşımıza çıkarmaktadır. 1920'lerde at arabalarının görev biçimi otomobillerin kullanılması ile şekil değiştirerek fast food sektörleri için hizmet vermeye doğru evrilmiştir. Benzer şekilde, 1980'lerin başında kişisel bilgisayarların piyasaya sürülmesinden sonra Amerikan emek piyasasında web tasarımcılarından veri tabanı yöneticilerine kadar 1.500'den fazla yeni iş ünvanı ortaya çıkmıştır (OECD, 2016).

İngiltere'de telefon ve telgraf operatörleri olarak çalışanların toplam işgücü içindeki payı 1870'lerde %0,10'ların altında iken 100 yıllık süreçte % 0,60'lara ulaşarak büyük bir ilerleme kaydetse de 1971 yılından sonra otomatik santrallerin, internet ve cep telefonların bulunması ile bu iş alanında büyük istihdam kayıpları yaşanmıştır. Aynı şekilde kas gücü gerektiren işlerde istihdam 1971 yılında toplam istihdamın %23,7'sini oluştururken, bu oran %8,3'e gerilemiş, bakım, sağlık personeli ve öğretmenlerin toplam istihdamdaki payı ise %11,1 artarak %1,1 oranından %12,2 oranına ulaşmıştır (Deloitte, 2014). Bu açıdan bilişim ve iletişim teknolojilerinin evrak işleme, imalat gibi beyaz yakalı mesleklerde iş kayıplarına sebebiyet vermesi kaçınılmaz olarak görülmektedir.

Keynes'in sıklıkla dile getirdiği teknolojik işsizlikten esinlenerek yapılmış bir araştırma sonucunda, ABD'de toplam istihdamın %47'sinin teknolojik gelişmelere bağlı olarak yüksek risk kategorisine girdiği ve önümüzdeki 10 yıl içinde göreceli olarak bu işlerin kaybolma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Frey ve Osborne, 2013). Aynı şekilde, OECD ülkelerinde işlerin %57'sinin otomasyona duyarlı olduğu, bu oranın Hindistan'da %69, Çin'de %77 olduğu verilerle kanıtlanmış olup, gelecek tahminleri arasında AB'de 2013 yılından 2025'e kadar 9,5 milyon yeni iş yaratılması yer almaktadır (Citigroup, 2016).

Buna karşılık, teknoloji istihdam artışını bilişsel ve rutin olmayan görevlerde artıracak niteliktedir (Deloitte, 2014). Öyle ki, Avrupa emek piyasasının 2025 yılına kadar üst düzey becerileri gerektiren 19 milyonun üzerinde yeni iş yaratması tahmin edilmektedir (EU Skills Panorama, 2014; IPPR, 2015). Diğer bir rapora göre; Endüstri 4.0'ın, Ar-Ge ve bilgi teknolojileri ile birlikte büyümesinin ve yüksek kaliteli işlerin yaratılmasının ancak ekonomik ve teknolojik ilerlemelerin itici gücü olan yüksek vasıflı çalışanların mevcut olması ile mümkün olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmaya göre, Endüstri 4.0 tartışıldığı gibi sadece işsizler ordusu yaratacak gelişmelere yol açmayacak aynı zamanda yeni işler yaratarak dengeyi sağlayacaktır. On yıl içerisinde 54 yeni meslek alanı ve iş kayıplarının yanı sıra diğer alanlarda 430.000 yeni iş imkânlarının yaratılması beklenmektedir (IAB, 2016).

Fakat bu yeni işler yapısı ve nitelikleri bir yana çalışma ortamı, çalışma süresi, esneklik ve iş süreçlerine kadar birçok alanda farklılıklar gösteren daha karmaşık operasyonel ve organizasyonel yapılarda oluşacaktır. Bu nedenle çalışanların potansiyel olarak bu karmaşıklıkla yönetebilen, kendi inisiyatifleriyle hareket edebilen ve mükemmel iletişim becerilerine sahip olmaları beklenmekte olup, geleneksel emek vasıflarını aşan niteliklere sahip olması gerekecektir.

Yönetim ve üretim süreçlerini daha otomatik hale getiren bu yaklaşımla özellikle vasıflı çalışanların kendi çalışma yaşamlarını tasarlayarak yer ve zaman kısıtı olmadan faaliyet gösterebilme imkânları artacaktır (Buhr, 2017). Kuşkusuz rutin çalışma koşullarının oldukça farklılaştıran bu gelişmeler doğrultusunda alışlagelmiş çalışma saatleri ve ortamlarından uzaklaşılması beklenebilir. Hali hazırda haftalık çalışma saatlerinin giderek azalması, esnek çalışma biçimleri literatürde de son dönem işgücü piyasası değişimlerini göstermektedir. Dolayısıyla, iş organizasyonunun ve çalışma koşullarının çalışanlar lehine gelişerek özel yaşama ayrılan vakitlerin artması bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Bireylerin kendilerine, ailelerine daha fazla zaman ayırarak kişisel gelişimlerine de katkıda bulunabilecekleri beklenmektedir.

Esnekliği yüksek, çalışma ortamına uyumlu ve makinelerle entegre olabilen çalışanların iş yaşamında karşılaştıkları avantajların yanı sıra sorumlulukları da farklılık gösterecektir (Gabriel ve Pessl, 2016). Öyle ki, çalışanların yenilenen iş ortamına uyum sağlayabilmeleri için daha fazla sorumluluk almaları beklenmekte ve kişisel gelişimlerine daha önem vermeleri talep edilmektedir. Bu nedenle hayat boyu öğrenme süreçlerinin çalışma hayatının vazgeçilmez bir unsuru haline getirilmesi gerekmektedir. Çalışanların rolünün büyük ölçüde değişecek olması emniyet ve güvenlik açısından da kritik önem taşımaktadır. Fabrika içi güvenliğinin

sağlanması yanı sıra siber güvenlik risklerine karşı çalışanların mesleki eğitimlerle bilinçlendirilmesi gerekmektedir (Kagermann ve diğ., 2013).

İnsanlar ve makineler arasında otomasyonun artması ile birlikte çalışanlar üzerindeki fiziksel yüklerin azalması bunun yanı sıra özellikle yaşlı çalışanlar için istihdam olanaklarının artması da beklenen olası gelişmeler arasında yer almaktadır. Fakat azalan fiziksel yüklerle karşın iş sürecinde meydana gelen sürekli değişimlerin neden olacağı psikolojik streslerde muhtemel sorunlar arasındadır. Bunun yanı sıra, kaynak tüketiminin azaltılarak daha yüksek verimlilikle üretim gerçekleştirilmesi, enerji ve insana olan bağlılığın azalması ile çalışma saatlerinin azalarak iş sağlığı ve güvenliğinin robotlarca sağlandığı yüksek güvenilirlikle çalışma yaşamlarının yaratılacağı gibi birçok faydaya yol açacaktır (Eyüboğlu, 2016).

Küreselleşme ve rekabetin işgücü piyasası ve çalışma koşullarının tek belirleyicisi olduğu günümüzde endüstri ilişkilerini olumsuz etkileyen diğer bir durum ise sendikaların gücünü kaybetmesidir. Piyasaların serbestleşmesi, kuralsızlaştırma, esnek çalışma biçimleri bugüne kadar sendikaların üye kayıpları yaşamada temel neden olmuş ve bu durum endüstri ilişkilerinin temel kaygısı haline almıştır. Ekonomik büyüme ile adil gelir dağılımını, huzuru, barışı sağlama gayesini taşıyan sendikalara olan ihtiyacın varlığını sürdüreceği kuşkusuzdur (Aykaç, 2000). Özellikle Endüstri 4.0 değişimlerine paralel olarak artan değişimler karşısında çatışma, dışlanma ve şiddetin önlenmesi için sendikal düzenlemelerin gerekliliğinin artacağını söylemek yanlış olmayacaktır.

Endüstri 4.0 sürecinde karşılaşılabilecek en temel sorunlardan biri gerek dijital liderlik becerilerine sahip gerek yeni teknolojilere uyum sağlayabilecek yetenekleri olan çalışanların varlığıdır (EU Commission, 2015). Yüksek vasıf gerektiren işlerin artmasının yanı sıra bu işlere uygun nitelikte işgücünün bulunamaması, orta vasıflı işgücünü yukarı veya aşağı iterek işgücü kutuplaşmasını arttıracaktır (Manyika ve diğerleri, 2012). İşgücünün kutuplaşması kavramı 2007 yılında Goose ve Manning tarafından ele alınmıştır. Bu kavram, teknolojik gelişmelerin düşük vasıf gerektiren işlerin yüksek vasıf gerektiren işlerle ikame edilmeye başladığını, orta vasıflı işgücünün göreceli olarak düşük ve yüksek vasıflı işgücüne kaymasına neden olduğunu açıklamaktadır (Goose and Manning, 2007; Jerbashian, 2016). Tüzemen ve Willis'in (2013) tanımına göre, orta vasıflı işlerin payı azalırken, yüksek beceri gerektiren işlerin payının ve düşük beceri gerektiren işlere olan arzın artması gerçeği sonucu meydana gelen bu durum "işgücü kutuplaşması" olarak adlandırılmaktadır. Gelir dağılımı eşitsizliği, beyin göçü, kayıt dışı istihdam gibi olumsuz sonuçlar doğurması nedeni ile işgücü kutuplaşmasını Endüstri 4.0'ın yaratacağı olumsuz bir diğer gelişme olarak görüp bu alanda önlemler alınması gerekmektedir.

Son olarak tüm bu bilgiler ışığında Avrupa Birliği'nin 2013 yılında yayınlamış olduğu rapor ile işgücü piyasası ve çalışma koşullarının değişimini özetlemekte fayda vardır. Bu rapora göre (Meyermans ve Peschner, 2013);

- Küreselleşen teknolojik değişimler sonucu ortaya çıkacak yeni fırsatlar ve zorluklar göz önüne alındığında eski işler yok olacak veya dönüşerek yeni işler yaratılacaktır,
- Hala teknolojik gelişmeleri geriden takip eden ülkelerin gelecekteki istihdam beklentileri ise diğer gelişmiş ülkelere göre daha dramatik bir hal alacaktır,
- İş ve meslek farklılıklarındaki değişimler ise çevresel danışmanlık gibi alanlara yönelerek şekil değiştirecektir. Örneğin fosil yakıt kullanımından yenilenebilir enerjiye geçiş sebebi ile yeşil becerilerin önem kazanması ve fosil yakıt alanında var olan mesleklerin yok olması gibi.
- AB düzeyinde sanayi ve tarımda istihdamda azalma beklenirken bilgi ve iletişim hizmetlerinde bu payların artması da yaygın olarak kabul edilen tahminler arasındadır,
- Teknoloji ve bilgi yoğun faaliyetlerde istihdam artışlarının olması AB üye ülkelerinin bu alanlarda iş potansiyelleri ve yatırımlarını arttıracığını göstermektedir.

SONUÇ

Bugüne kadar üç endüstri devrimine şahitlik eden dünya, günümüzde bilgiye-dayalı ekonominin ve dijital teknolojilerin itici güç olduğu Endüstri 4.0'a hazırlanmaktadır. Almanya Federal Araştırma Bakanlığı'nın rekabet gücünü tekrar kazanmak amacıyla 120 milyon Euro tutarında yatırım yaparak hayata geçirdiği Endüstri 4.0'ın insan gücüne olan ihtiyacı en aza indirerek sadece üretim süreçlerini değil, aynı zamanda tüm bireyleri etkileyecek değişikliklere yol açması beklenmektedir. Bu sebeptendir ki, literatürde Endüstri 4.0'a yönelik eleştirilerin ve olumlu yorumların sayısı gün geçtikçe artmış ve artmaktadır.

Öngörülen veriler, Endüstri 4.0'a yönelik bu görüşleri haklı çıkaracak kanıtlar sunmaktadır. Öyle ki, robotların özellikle rutin eğilimli teknolojik değişimlerde rol alarak insan emeğini devre dışı bırakmasına, tele pazarlamacılık, kasiyerlik gibi birçok mesleğin ortadan kalkmasına neden olacağı iddia edilmektedir. Diğer yandan Endüstri 4.0'ın yaratıcı yıkım etkisi ile belirli sektör ve mesleklerde işgücü kaybına yol açsa da yüksek vasıflı işgücünün istihdamını artıracığına yönelik savunmalar da yer almaktadır.

Endüstri 4.0 sürecinin çalışma koşullarına getireceği yeniliklerin başında robotların ve insanların birbiri ile uyumlu olarak çalıştığı bir üretim sürecinden bahsedilmektedir. Korkulanın aksine insanların yerini robotların alması değil, robotların çalışanlarla kompleks bir işbirliği içinde olacağı öngörülmektedir. Bu anlamda 3 farklı senaryo bulunmaktadır (Buhr, 2017);

- Otomasyon Senaryosu: Sistemlerin insanlara yön verdiği, izleme ve kontrol görevlerinin teknoloji tarafından devralındığı ve böylece düşük vasıflı işçilere olan ihtiyacın azaldığını öngören senaryodur.
- Hibrit Senaryolar: Çalışanlar teknoloji ile işbirliği yaparak izleme ve kontrol işlemlerini gerçekleştirir. Taleplerin hızlı değişmesi ve sayısal olarak artmasından dolayı çalışanların olabildiğince esnek olmaları tercih edilir.
- Uzmanlık senaryosu: Sadece insanların sistemi yönetiyor olduğu ve özellikle vasıflı çalışanların bu alanda rol aldığı senaryodur.

Tüm bu bilgiler doğrultusunda Endüstri 4.0'ın çalışma yaşamında meydana getirmesi beklenen değişimler şu başlıklar altında sıralanabilir:

- Vasıflı İşgücüne ve dijital yeteneklere ihtiyaçlar artacak,
- Manuel işgücünde kayıplara neden olsa da aynı zamanda çok daha fazla iş imkânları ortaya çıkacak,
- Kaybolan mesleklerin yerine yeni meslekler ve iş alanları doğacak,
- Çalışma koşullarında değişimlere hızla cevap verebilme kapasitesine sahip esnek yapılanmaların önemi artacak,
- Çalışma ve iş yaşam dengesinin iyileştirilmesi ile boş zamana verilen önem artacak,
- İş sağlığı ve güvenliği robotlarca desteklenerek risklere karşı daha sıkı önlemler alınabilecek,
- Siber güvenlik riskleri karşısında mesleki eğitim ve hayat boyu öğrenme kavramları çok daha önem kazanacak,
- Fiziksel stresin yerini ise psikolojik stres alacak,
- Sendikalar önemini kaybedecek,
- İşgücü kutuplaşması gözlemlenecek.

Buradan hareketle Endüstri 4.0'a yönelik atılacak adımların sadece teknoloji alanı ile sınırlı kalmasının yetersiz olacağı gerçeğiyle karşılaşılmaktadır. Öyle ki, Endüstri 4.0'ın etki altında olan yatırımlar, yasal düzenlemeler, üretim biçimi ve eğitim alanları birbirleri ile etkileşim içinde olup toplumsal hayata kadar bir çok düzeyde dönüşüme neden olacaktır. Özellikle işgücü piyasası ve çalışma hayatında öngörülen değişimlere karşı düzenlemelerin yapılması küresel rekabette ülkelerin avantajlı konumda olması açısından zaruri önem taşımaktadır. Endüstri 4.0'a uyum sağlayarak yeni gelişmelerin uzağında kalmamak, çalışma hayatında verim, kalite ve bireysel mutluluğu sağlayarak büyüme sağlamak için bundan sonraki çalışmaların ülkemiz genelinde daha detaylı incelemelerle yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Mevcut çalışma, literatür taraması ile çalışma hayatında meydana gelecek değişimleri bir başlık altında toplamayı hedeflemiş ve bundan sonra ülkeler bazında derinlemesine incelemelerin yapılabilmesi doğrultusunda bir başlangıç niteliğinde olması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: sanayi 4.0.. *Journal of Life Economics*. 3(2), 19-30.
- Ang., J.H., Goh, C., Saldivar, A.,A.,F., Li, Y. (2017). Energy-Efficient Through-Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment. *Energies Journal*, 10, 610.
- Aykaç, M. (2000). Sendikaların Geleceği: Küreselleşme ve Yapısal Değişikler Açısından Bir Analiz. *TUHiS* Yayın No: 38., 553- 596.
- Berger, R. (2016). The Industrie 4.0 transition quantified: How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. *Roland Berger* GMBH.
- Brynjolfsson, E. and A. McAfee. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York.
- Buhr, D. (2017). *Social Innovation Policy for Industry 4.0*. Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Can, A.,V., Kıymaz, M. (2016). Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl: 2016 Sayı: CİEP Özel Sayısı*.
- Citigroup, (2016). *Technology at Work v2.0, The Future is Not What It Used to Be*.
- Davies, R. (2015). *Industry 4.0 Digitalisation for Productivity and Growth*, European Parliamentary Research Service (EPRS).
- Dursun, S. (2018). Sanayi 4.0 ve Türkiye: Genel Bir Değerlendirme. *Türk Metal*, 222. 68-73.

- EKOIQ Dergisi. (2014). Akıllı Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Bilişimin Endüstriyle Buluştuğu Yer Türkiye "Akıllı" Üretime Hazır mı?
- EU Skills Panorama. (2014). European job growth creators, Analytical Highlight.
- European Centre for the Development of Vocational Training. (2011). Labour-market polarisation and elementary occupations in Europe: Blip or long-term trend?. Research Paper No 9.
- Eyüboğlu, Y. (2016). 4.0 Dışında Kalamayız. *İşveren Dergisi*, Cilt 54, Sayı 2, Mart- Nisan, ss.4-5.
- EU Commission. (2015). Digital transformation of European industry and enterprises: A report of the Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship.
- EBSO. (2015). Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, Sanayi 4.0 Raporu. Ekim
- Frey, C., Rahbrai, E. (2016). Do Labour-saving Technologies Spell The Death of Jobs in The Developing World, Brookings Blum Roundtable.
- Frey, C., Osborne, M. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, Oxford Martin Programme on Technology and Employment.
- Gabriel M., Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and Sustainability Impacts: Critical Discussion of Sustainability Aspects with a Special Focus on Future of Work and Ecological Consequences. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara- International Journal of Engineering*. 131-136.
- Goos, M., Konnings, J., Rademakers, E. (2016). The Future of Work in The Digital Age: Evidence from OECD Countries. Randstad.
- Goos, M., Rademakers, E., Salomons, A., Vandeweyer, M. (2015). Routinization, Between-Sector Job Polarization, Deindustrialization and Baumol's Cost Disease: Theory and Evidence, *U.S.E. Discussion Paper Series*. nr: 15-15.
- Goos, Maarten, Manning, Alan and Salomons, Anna. (2014). Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*. 104 (8). pp. 2509-2526. ISSN 0002-8282.
- Goos, M., Manning, A. and Salomons, A. (2011). Explaining Job Polarization: The Roles of Technology, Offshoring and Institutions.
- Goos, M., Manning, A., Salomons, A..(2009). Job Polarization in Europe. *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 99:2, 58-63.
- IAB. (2016). Industry 4.0 – job- producer or employment- destroyer?, 2-2016.
- Jerbashian, V. (2016). Automation and Job Polarization: On the Decline of Middling Occupations in Europe. *CERGE-EI Working Paper Series*. No. 576.
- JPMORGAN. (2015). Technology, Globalisation and The Future of Work In Europe, *Institute for Public Policy Research*.
- Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0. *Acatech*.
- Khan, A., Turiowski, H. (2016). A Survey of Current Challenges in Manufacturing Industry and Preparation for Industry 4.0 A. Abraham et al. (eds.), Proceedings of the First International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (IITI'16). *Advances in Intelligent Systems and Computing* 450.
- KPMG. (2015). Sanayi 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi. Yarının Fabrikaları Neye Benziyor?
- Manyika, J., Lund, S., Auguste, B., Ramaswamy, S. (2012), Help wanted: The future of work in advanced economies. *McKinsey Global Institute*.
- Meyermans, E., Peschner, J. (2013). EU Employment in a Global Context: Where Will New Jobs Come From and What Will They Look Like. *Employment and Social Developments in Europe*.
- OECD. (2015). In It Together: Why Less Inequality Benefits All.
- OECD. (2015). Enabling the Next Production Revolution: Issues Paper.
- OECD. (2016). The Next Production Revolution- An Interim Project Report.
- OECD. (2017). Enabling the Next Production Revolution: A Summary of Main Messages and Policy Lessons.
- OECD. (2016). Enabling the Next Production Revolution: The Future of Manufacturing and Services- Interim Report.
- Schuster, K. ve diğerleri. (2015), Preparing for Industry 4.0 – Testing Collaborative Virtual Learning Environments with Students and Professional Trainers. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, Sayı: 8, ss. 14-20.
- Stewart, I ve diğerleri. (2014), Technology and people: The great job-creating machine. *Deloitte*.
- TÜSİAD. (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, TÜSİAD-T/2016-03/576.
- UNCTAD. (2016). Robots and Industrialization in Developing Countries, No.50.

- Vardar, S. (2016). IV. Endüstri Devrimi Paradigması, Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, EKİM 2016, Yıl 28, Sayı 334.
- Shwab, K. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi, Optimist Yayım*. İstanbul.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme, Dorlion Yayınları*. Ankara.
- Tüzemen, D. Willis. (2015). *The Vanishing Middle: Job Polarization and Workers' Response to the Decline in Middle-Skill Jobs*. <https://www.kansascityfed.org/publicat/econrev/pdf/13q1Tuzemen-Willis.pdf> adresinden 10 Ağustos 2018 tarihinde alınmıştır.