

ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ PİYASASINA ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**Dr. Öğr. Üyesi Pelin YANTUR*****ÖZET**

İlk yolculuğu 18. yüzyılda başlayan endüstrileşmenin bugün dördüncüsü yaşanırken ülke ekonomileri, kendilerini bu yeni ve gelişen teknolojiye entegre etmeleri ve doğru üretim tarzlarını benimsemeleri gerekmektedir. Teknolojik gelişmeyle birlikte birtakım iş alanlarında işsizlik artarken, bu sürece entegre olmak yeni sektör ve meslekleri beraberinde getirirken, bir taraftan da istihdam oranını artırmaktadır. Yüksek verimliliğin yaşanması ve sürdürülebilir üretimin sağlanabilmesi adına diğer sanayi devrimlerinde de olduğu gibi bu sürece entegre olmak önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, teknolojik dönüşümün işgücü piyasasına olası etkilerini analiz etmek ve negatif etkilerine karşı önlemleri ortaya çıkarmaktır. Çalışmada nitel araştırma yöntemleri kapsamında literatür taraması yapılmış olup, Endüstri 4.0 ile yeni iş kollarının ortaya çıkışı ve bu kolların işgücü piyasasına entegre süreci ele alınmaktadır. Çalışma sonucunda, Türkiye'deki firmaların yalnızca yüzde 22'sinin yeni sanayi devrimine dair geniş bilgi sahibi olması bu sürece entegrasyonu zorlaştıran etkenlerden biri olarak ortaya çıkarken, istihdamın yüzde 54,9'unu oluşturan hizmet sektörünün, otomasyon ve siber fiziksel sistemlere uyum sağlamaması durumunda büyük bir tehdit ile karşı karşıya olduğu bulgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Endüstri 4.0, İşgücü, Sanayi Devrimi, Yeni İş Kolları, Dijitalleşme.

EFFECTS OF INDUSTRY 4.0 ON THE LABOR MARKET: THE CASE OF TURKEY**ABSTRACT**

Industrialization began its first journey in the 18th century. As the fourth is experienced today, national economies need to integrate themselves into this new and emerging technology and adopt the right production methods. With technological development, unemployment is rising in certain business areas. Integrating into this process brings new industries and professions along with higher employment rates. Integrating into this process, like other industrial revolutions, is necessary for achieving high efficiency and ensuring sustainable production. The purpose of this study is to analyze the possible effects of technological transformation on labor market and to reveal the measures to counter the negative effects. The study analyzes the literature under qualitative research methods and discusses the emergence of new business lines with Industry 4.0 and the integration of these branches into the labor market. As a result, while only 22 percent of companies in Turkey have extensive knowledge of the new industrial revolution, this was considered to be a complicating factor in their integration, the service industry, which accounts for 54.9 percent of employment, faces a major threat if it does not comply with automation and cyber-physical systems.

Keywords: Industry 4.0, Labour, Industrial Revolution, New Business Lines, Digitalization.

* İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, pelin.yantur@yeniyuzuil.edu.tr, Orcid: 0000-0002-2558-6218

1. Giriş

Bir ülkenin refahı belirli bir dönemde ürettiği mal ve hizmetin ve buna bağlı olarak gelirin artışı ile ilintilidir. Geçmişten günümüze kadar olan süreçte ülkelerin refah seviyeleri büyümelerini de artıracak endüstri devrimleriyle ilişkili olmuştur. Yaşanan Endüstri 1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0 yeni stratejileri ortaya çıkarırken beraberinde daha fazla üretim isteği ve büyümeyi de getirmiştir. Böylece kendi alt yapısını bu düzleme dahil etmek isteyip, rekabetçi yapıyı yakalamak isteyen ülkeler için refah düzeyi de böylece artmış olacaktır. Dördüncü Sanayi Devrimi olarak isimlendirilen Endüstri 4.0, 2011 yılından itibaren ülkeleri yeni bir üretim düzeni yarışı içerisine dahil etmiş dijitalleşme ve nesnelere birbirine bağlanması yönünde bir teknik oluşturmuştur. Bu düzene dahil olmak ise yeni iş kollarını ve iş alanlarını yaratmaktan geçmektedir (Dünya Ekonomik Forumu, 2017).

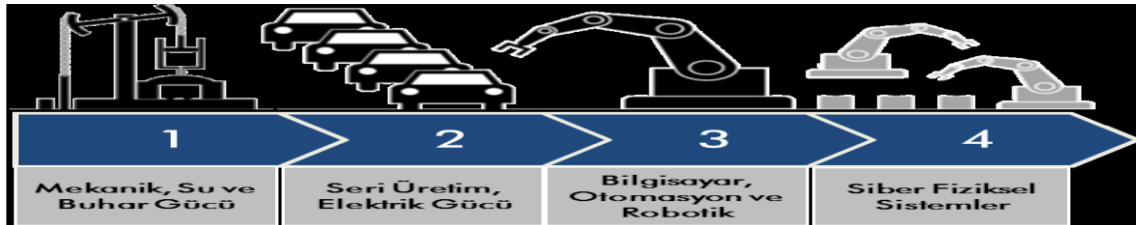
Çalışmanın amacı, dijitalleşme ve teknolojik dönüşümün işgücü piyasasına olası etkilerini analiz etmek olup, potansiyel negatif etkilerine karşı önlemleri ortaya çıkarmaktır. Çalışma kapsamında Sanayi Devrimi ve bu devrimin gelişim sürecine değinildikten sonra Endüstri 4.0 ve dijitalleşme işbirliği sonucunda ortaya çıkacak yeni iş imkanları analiz edilecektir.

2. Sanayi Devrimleri'nin Tarihsel Süreci

18. yüzyılın ortalarında İngiltere'de bir değişim akımı olarak başlayıp daha sonra Avrupa'ya yayılan teknolojik keşifler ve bunların üretime etkisi endüstri devrimiyle beraber olmuştur. Buhar gücüyle beraber kitlesel üretime geçilmesi sürecin en önemli belirleyicisi olarak ortaya çıkmıştır (Pamuk ve Soysal, 2018:42).

Endüstri 4.0 öncesinde günümüze kadar üç endüstri devrimi yaşayan dünyada bu dönüşüm öncesinde insan, toprak ve hayvandan oluşan üretim faktörleriyle tarım, hayvancılık, marangozluk (demircilik) sektörleri ortaya çıkıyordu (Drath ve Horch, 2014:56).

Madencilik, su ve buhar gücüyle çalışan sistemler yaklaşık 300 yıl içerisinde ikinci, üçüncü sanayi devrimini de geçirerek günümüzde siber fiziksel sistemlerin yer aldığı dördüncü devrimini yaşamaktadır (TÜBİTAK, 2016:1).



Şekil 1. Sanayi Devrimi Gelişimi (TÜBİTAK, 2016:1)

Şekil 1'de görüldüğü üzere Sanayi 1.0 ile birlikte kas gücünden buhar gücüne geçilerek üretilen mal ve hizmet miktarı artmış olup, buharlı gemilerin yaygınlaşmasıyla ülkeler arası ticaret

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

hacmi de artış göstermiştir. Böylelikle sadece tarım değil hizmet ve sanayi sektörleri de ön plana çıkmaya başlamıştır (Genç, 2018:237).

Buhar gücünden faydalanan fabrikalarla birlikte üreticilerin daha fazla mal üretip verimlilik elde etmesiyle daha geniş pazarlara ve hammaddeye ihtiyaç duyulmuş ve böylece denizaşırı ülkelere yapılan ihracat gelişmiştir (Pamuk ve Soysal, 2018:2).

Buhar makinesinin yanında dikiş makineleri, uçak ve motorlu araçlar gibi yeni teknolojiler bulunmuş ve bu dönemde sosyal ekonomik yapı gelişim göstermiştir. Bu doğrultuda nüfusta artış görülürken yaşam süresinde de bir uzama gerçekleşmiştir. Yaratılan katma değer ile birlikte kişi başı gelir de artış göstermiştir (Ege Bölgesi Sanayi Odası, 2015).

Birinci sanayi devriminin devamıyla birlikte ülkeler arasındaki teknolojik ilerleme gelişme kaydetmiş olup 20. yüzyılın başlarında ikinci sanayi devriminin temelleri atılmıştır. Fabrikalardaki üretimde elektrik teknolojisinin, kömür yerine ham petrol kullanması ve seri üretim ile montaj gibi yeni üretim şekillerinin gelişmesi Endüstri 2.0 döneminde kaydedilmiştir. Henry Ford'un geliştirdiği bu teknolojiye ülkeler Fordist seri üretim yöntemiyle bir araya gelmiştir (Alçın, 2016:20). Bu dönemde telefon, telgraf gibi iletişim araçlarıyla birlikte dayanıklı tüketim malları da icat edilmiştir. Birinci sanayi devriminde etkili olan İngiltere ve Avrupa'nın yanı sıra bu devrim ABD ve Japonya başta olmak üzere birçok ülkeyi de etkisi altına almıştır. 1970'li yıllara gelindiğinde ise, bilgi teknolojileri üretimin içerisine dahil edilmiş ve dijital teknolojilerin görüldüğü bilgisayar destekli üretim otomasyonunun yaşandığı üçüncü sanayi devrimi meydana gelmiştir (Soylu, 2018:44).

1970'lerden günümüze kadar bu devrim kapsamında etkili olan mekanik elektrik ile çalışan hesap makinesinin bulunuşuyla birlikte ilk mikro bilgisayarların, cep telefonlarının, internetin ve hibrit otomobillerin ortaya çıktığı bir dönüşüm yaşanmıştır. Meydana gelen bu gelişmelerle birlikte iletişim ve ulaşım ağları genişlemiş ve beraberinde ticaret alanında küreselleşmeyi getirmiştir. Böylelikle sahip olunan dünya kaynaklarının tükenmeye başlaması sürdürülebilirlik kavramını öne çıkarmıştır. Birinci sanayi devriminde su ve buhar gücü, ikinci sanayi devriminde elektrik ve petrol, üçüncü sanayi devriminde ise yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmıştır (Taş, 2018:1822).

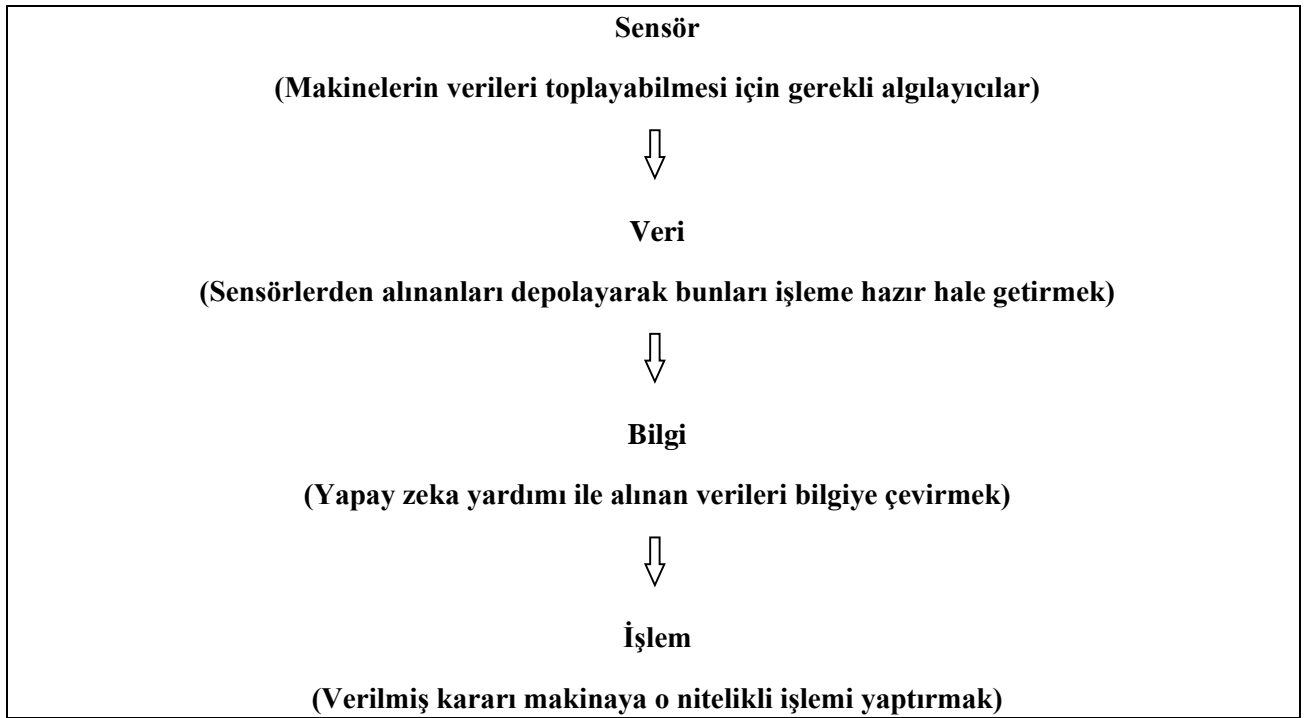
21. yüzyıl başlarında internetin yaygınlaşması, yazılımın güçlenerek üretim sürecine dahil edilmesi dördüncü sanayi devrimini başlatmıştır. Akıllı üretim sistemlerinin geliştirilmesiyle birlikte, siber fiziksel sistemlerin üretimde yer alacağı görüşü bu dönemde bahsi geçen bir konu olmuştur. Dördüncü sanayi devrimi kapsamında akıllı üretim ve nesnelerin interneti teknolojisi kilit önemde olan konuların başında gelmekte, ve bu yüzyıl için mühim bir rol oynamaktadır (Kabaklarlı, 2016:39).

3. Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasasına Etkisi

Endüstri 4.0, 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarı’nda ilk kez Almanya hükümetinin ileri teknoloji bir projesi olarak lanse edilmiştir (Banger, 2016:79). Almanya’nın ardından dünyada Endüstri 4.0’ın öne çıkması ve ülkelerin bu sürece dâhil olma isteği beraberinde rekabeti de getirmiştir. Bu bilgiler ışığında Türkiye’nin de diğer ülkelerle rekabet edebilmesi adına Endüstri 4.0’a geçiş ve bu sürecin önünde olan engellerin aşılması önem arz etmektedir.

3.1. Endüstri 4.0

Dördüncü sanayi devrimini diğer devrimlerden ayıran özellikler; sensör, veri, bilgi ve işlem şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu unsurlar Endüstri 4.0 kapsamında niteliksiz işgücünün önemini azaltıp, hatasız ve istikrarlı işlemleri öne çıkarmaktadır. Endüstri 4.0’ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran özelliği, sahip olduğu bu dört unsurdur. Bu dört unsurla birlikte gerçekleşen üretim süreci kalifiyesiz işgücünü ortadan kaldırıp, hatasız ve istikrar sağlayan bir üretim modelini beraberinde getirmektedir. Şekil 2’de dördüncü sanayi devrimi kapsamında sırasıyla dört aşama şeklinde gerçekleştirilen üretim modellemesi gösterilmektedir.



Şekil 2. Dördüncü Sanayi Devrimi’ndeki Üretim Modellemesi (Elevli ve Sener, 2017:26).

Şekil 2’de ifade edilmiş üretim düzeninden de anlaşıldığı üzere Endüstri 4.0, özellikle iş kolları üzerinde değişim sürecini başlatmış ve nitelik gerektiren yeni iş kollarını da beraberinde getirmiştir.

Dördüncü sanayi devrimi, üçüncü sanayi devrimiyle bilgisayar teknolojileri alanında benzerlik gösterse de bu teknolojileri daha da geliştirerek bütünleşik hale büründürme açısından ve

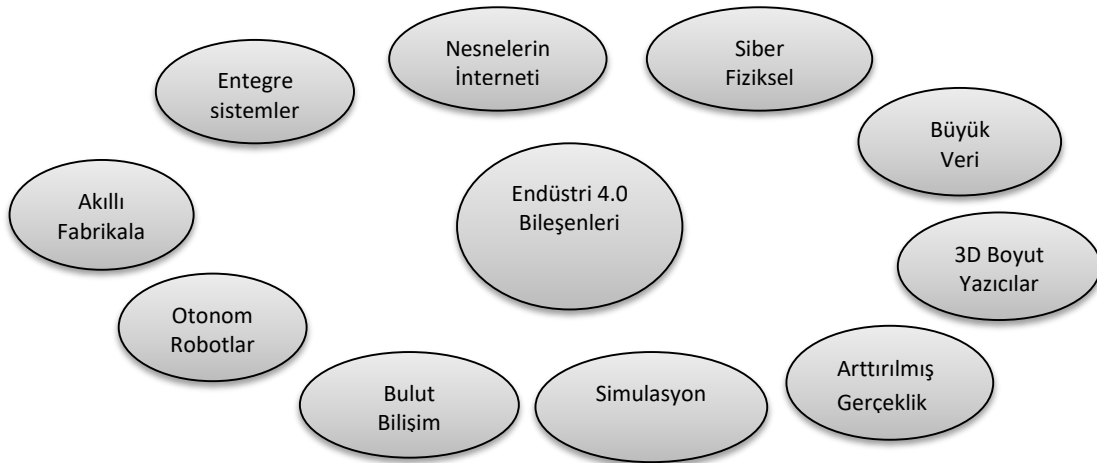
... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

ekonomik dönüşümü sağladığından ötürü daha fazla öne çıkmaktadır. Makinelerin koordineli ve entegre bir şekilde çalışmasının mümkün olduğu bu dönemde, endüstriyel robotların yaygın kullanımıyla akıllı fabrikalar sayesinde insanların işyerlerinde geçirdiği zamanlar azalacak ve kol gücü önemini yitirecektir. Böylece nitelik gerektiren yeni iş kolları ortaya çıkacaktır. Nanoteknoloji, gen dizilemesi, yenilenebilir enerji ile teknoloji iç içe geçmiş diğer dönemlerden daha hızlı ilerleme sağlamıştır (Schwab, 2017:17).

Bu nedenle 2011 yılında Almanya tarafından ortaya atılan dördüncü sanayi devrimi sadece Almanya ile sınırlı kalmamış, çoğu ülke bu dönüşümü yaşamak için yol haritalarını bu sanayi devrimine göre stratejik plana oturtarak oluşturmuş ve ardından ulusal girişimler başlatarak kendi kavramlarını meydana getirmişlerdir.

İngiltere, katma değerli imalat girişimi ve 7 uzmanlaşmış merkez oluşumuna giderken; ABD akıllı imalat koalisyonu ve akıllı imalat platformu; AB kamu- özel sektör ortaklıkları, geleceğin fabrikaları, kaynak ve enerji verimliliği ile sürdürülebilir proses endüstrilerine yönelik stratejilerini belirlemiştir. Japonya ise Toplum 5 kapsamında yetkinliklerini ve özgünlüklerini Akıllı Üretim Sistemleri ve Yeni İmalat Sistemleri yönünde hedef belirlemiştir (TÜBİTAK, 2016:2).

Endüstri 4.0 sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için iç içe geçmiş bileşenlerin entegre olması gerekmektedir. Endüstri 4.0 bileşenleri şu şekildedir:



Şekil 3. Endüstri 4.0 Bileşenleri (Görçün, 2016:46)

Dördüncü sanayi devrimi kapsamında yukarıda yer alan nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, büyük veri, 3D yazıcılar, arttırılmış gerçeklik, simulasyon, bulut bilişim, otonom robotlar, akıllı fabrikalar, entegre sistemler gibi bileşenlerin sorunsuz işleyebilmesi ve entegre olması, sistemin geleceği ve niteliği açısından önem arz eden konuların başında gelmektedir.

3.2. Endüstri 4.0 Kapsamında Türkiye İşgücü Piyasası

Yaşanan teknolojik dönüşümün mesleklere olan etkisini anlatan Yetenek Devrimi (The Skills Revolution) araştırma raporu Manpower Group şirketi tarafından 2017 yılında yayımlanmıştır. Araştırma raporunda 43 ülke ve 18.000'den fazla işveren yer almıştır. Rapora göre, otomasyonun üretim sürecine daha fazla dahil edilmesiyle bazı sektör ve alanlarda istihdam oranı azalış gösterse de yeni iş alanlarında çok fazla istihdam yaratılabileceği vurgulanmıştır. Ülkelerin bu fırsatı yakalayabilmeleri adına yeteneklere yatırım yapmaları kaçınılmazdır (ManpowerGroup, 2017:3). Türkiye'deki şirketlerin bu konudaki farkındalıkları analiz edildiğinde; yüzde 19'unun bilgisi olmadığı, yüzde 59'unun ise sadece genel bilgisi olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna ilave olarak, firmaların akıllı otomasyon ve siber fiziksel sistemlerinde şu an belirli bir stratejilerinin olmadığı; ancak yüzde 50'sinin 3- 5 yıl içerisinde ilgili teknolojileri entegre etme girişim hedefleri olduğu belirtilmektedir (TÜBİTAK, 2016:4).

Endüstri 4.0 kapsamında istihdam piyasasındaki çalışan sayısının azalması endişesi de ManpowerGroup'un raporunda ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Raporda, firmalar teknoloji ile entegresini sağladığında teknolojik gelişmelerin işleri yok edeceğine dair korkulara rağmen çoğu şirket için işlerin değişmeyeceği ve aslında daha fazla firmanın çalışan sayısını azaltmak yerine pozisyonları artırmak istediği ifade edilmektedir (ManpowerGroup, 2017:5). Fakat TÜBİTAK'ın yayınlamış olduğu anket ve analiz raporuna göre Türkiye'deki firmaların yalnızca yüzde 22'si yeni sanayi devrimiyle ilgili kapsamlı bir bilgiye sahiptir.

Dördüncü sanayi devrimi işgücü piyasasına ilişkin olası riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu süreçte his ve duygu gerektirmeyen işlerde emek talebi ortadan kalkabilir, otomasyon ve yapay zekâ, istihdamı azaltıcı bir sonuç ortaya çıkarabilir. Bu husus, endüstri 4.0'a yönelik temel bir endişe oluşturmaktadır. Nitekim dünya ekonomik forumunda da belirtildiği gibi emek piyasasında robotlar ve yazılımlar işgücünün yerini alma açısından risk taşımaktadır. Dünya Ekonomik Forumu 2017 Global Riskler Raporu'na göre, her iki işten biri mutlaka gelişen teknolojiyle ve dönüşümle birlikte geliştirilecek ve belki de tamamen değiştirilecektir. Böylece manuel ve idari iş kollarının büyük bir tehdit altında olduğu anlaşılmaktadır. Yaklaşık 5,1 milyon işgücünün işsiz kalacağı rapor edilmektedir (Dünya Ekonomik Forumu, 2017).

Üretim sürecinde ekipmanlar, otomatik makineler ve robotlar olacağından mevcut işler de otomatik hale getirilecektir. Böylece işgücü bu süreç içerisinde daha fazla bilgi içeren karar alma sürecinde olacak ve mühendislik endüstrisinin bir parçası olacaktır. Kuşku yok ki, işçi sayısının azalmasından dolayı kendi içerisinde yüksek risk taşımanın yanında insan tamamen iş sürecinden çekilmeyecek, akıllı robotlar ve makinelerle birlikte ara yüzleri kullanarak entegre şekilde çalışmaya

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

devam edecektir (Stock ve Seliger, 2016:539). Bu doğrultuda artık kas gücünün değil akıl gücünün önem kazandığı bu dönemde, teknolojik gelişmelerle meslek kaybı olacağı ifade edilmekte ve teknolojik işsizlik kavramından bahsedilmektedir. Fakat bu durum kısa vadede nicelik ve nitelik açısından işgücü piyasasına olumlu katkı sunacaktır (Ege Bölgesi Sanayi Odası, 2015:38-39). Dördüncü sanayi devriminde de daha önceki devrimlerde olduğu gibi işgücüne duyulan ihtiyacın azalmasından çok, nitelikli ve eğitilmiş işgücü gerektiren işlere geçileceğinden dolayı yüksek düzeyli ve katma değer yaratabilecek potansiyele sahip işgücü varlığı konuşulmaktadır. Bu nedenle işgücü piyasasının 4. Sanayi Devrimi'ne rasyonel şekilde entegrasyonu, işgücü ve sanayinin negatif bir şekilde etkilenmemesi açısından önem arz etmektedir. Bu dönüşüme ayak uydurulması ise eğitim ve istihdam politikalarının uyumundan geçmekte olup, nitelik açısından gelişimi zorunlu hale getirmiştir.

Günümüzde kas gücü yerine daha çok karar verme, bilgi, uygulama, araştırma ve geliştirme süreçlerinin içerisinde olan işgücü gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle de istihdamdaki azalış, tedirginlikleri de beraberinde getirmektedir. Bunun yanı sıra kimya, maden, inşaat gibi tehlikeli iş gruplarında, işgücünün yerine işin robotlar tarafından yapılması iş sağlığı ve güvenliği açısından da önem arz etmektedir. Bu iş alanlarında açığa çıkan işgücünün, eğitim sürecinden geçirilerek başka alanlara kaydırılması öngörülmektedir (Bozlar, 2018:65). Aksi takdirde Sanayi 4.0 ile ucuz işgücü rekabetinin görüldüğü Uzakdoğu Asya ülkeleri ile gelişmekte olan ülkeler açısından kayıp büyük olabilir. Ucuz işgücünün önemini yitirmesiyle tekrardan avantajı yakalayabilme fırsatı olan ABD, Almanya ve Japonya gibi ülkelerin küresel pazarlarda öne çıkma ihtimali yüksektir (Alçın, 2016:22).

Bu bilgiler ışığında, Türkiye'nin küresel pazarda sahip olduğu düşük işgücü maliyeti gibi rekabetçi özelliği önemini yitirecek ve tekrar rekabeti sağlayabilmek adına yeni yatırımlar ve Ar-Ge çalışmalarıyla dönüşüme ayak uydurması zorunlu hale gelecektir. Aksi takdirde Türkiye'nin ekonomik faaliyetlere göre istihdamın dağılımı göz önünde bulundurulduğunda, istihdamın yüzde 18,4'ünü barındıran tarım sektöründe, yüzde 26,7'ini kapsayan sanayi sektöründe ve yüzde 54,9'unu oluşturan hizmet sektöründe büyük istihdam kayıpları oluşacak, açığa çıkan işgücü işsizlik oranını artıracaktır (Kemer, 2021: 1141). Teknolojik gelişmeyle birlikte açığa çıkan işgücünün yeni iş kollarına kaydırılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Eğitimle birlikte desteklenerek sürece hazırlanması gereken işgücü için yeni ve farklı iş kolları ortaya çıkmıştır. Yavaş yavaş faaliyete başlamış olan iş kolları için ve zamanla faaliyette olan sektörlerin de büyük bir bölümüne sıçrayacaktır. Ortaya çıkan ve önem kazanan yeni iş kolları; endüstriyel yazılım programcıları, bilişim sistemleri ve nesnelerin interneti çözüm üreticisi, endüstriyel veri analiz uzmanı robot koordinatörü programcısı ve tamircisi, üretim teknolojileri uzmanı, akıllı şehir planlayıcıları, ürün tasarımcı ve üreticiler şeklinde sıralanabilir (Sener ve Elevli, 2017: 30-34).

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

Devrimle birlikte işgücünde kas gücünü zorlayan işler yerine insanın daha çok karar ve yön verme, uygulama- geliştirme ve yönetme aşamalarında yer alacağı ifade edilebilir. Sanayi 4.0 düşük kalifiye işgücüne yönelik talebin azalmasına sebep olurken üretim sektöründe yüzde 6- 10'luk farklı yetkinliklere sahip olan alanlarda istihdam artışı olacaktır (Ege Bölgesi Sanayi Odası, 2015:25).

Manpower Group Yetenek Devrimi Araştırması'na göre, Z neslinin sahip olacağı mesleklerin yüzde 65'i henüz dünyada olmayan mesleklerdir (ManpowerGroup, 2017:5).

Farklı yetkinlikler kazanan ve akıllı ürünleri kullanabilecek ve üretebilecek nitelikli işgücünün temin edilebilmesi için matematik, fen ve okuma yeterliliği temel eğitimi nitelikli işgücü açısından önem arz etmektedir.

15 yaş grubu öğrencilerin fen ve matematik okuryazarlığı ile okuma becerilerini ölçmek için Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından yapılan uluslararası araştırma olan PISA testi sonuçları Türkiye'nin bu dönüşüme entegre olabilmesi için büyük çaba göstermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

PISA 2018 araştırmasına göre, Türkiye'nin puanları ve sıralamadaki yeri yükselse de hala 79 ülke içerisindeki sıralaması gerilerdedir. Türkiye, okuma yeterliliğinde 466 puanla, ortalaması 487 puan olan OECD'nin altında kalırken, matematik okuryazarlığı ve fen okuryazarlığında da OECD ortalamasının gerisindedir. Matematik okuryazarlığında Türkiye'nin puanı 454 iken OECD ortalaması 489 puandadır. Fen okuryazarlığında da 468 puana sahip olan Türkiye, 489 puana sahip olan OECD'nin gerisinde kalmaktadır (OECD, 2018:1).

Türkiye PISA 2018'e katılan 79 ülke arasında okuma becerilerinde 40. sırada yer alırken 37 OECD ülkesi arasında 31. sırada yer almaktadır (OECD, 2018:37). Matematik alanındaki performanslar analiz edildiğinde ise, 37 OECD ülke arasında Türkiye 33. sırada yer alırken, PISA 2018'e katılan 79 ülke arasında 42. sıradadır (OECD, 2018:62). Fen performansları incelendiği zaman Türkiye, teste katılan 79 ülke arasından 39. sırada yer alırken, 37 OECD ülkesi arasında 30. sıradadır (OECD, 2018:84). Üç alanda da en yüksek ortalamaya sahip olan ülke ise Çin Halk Cumhuriyeti olarak gözlemlenmektedir. Türkiye ekonomisinin küresel bağlamda rekabet edebilmesi için planlı bir yapısal gelişime ve dönüşüme geçmesi gerekmektedir. Türkiye, dijitalleşmeyle birlikte değişen üretim yapısı içerisinde işgücü niteliklerinin de revize edilmesi gereken bir dönem içerisinde. Eğitim düzeyinin düşük olduğu meslek gruplarında emek talebi olumsuz etkilenirken işgücü piyasasına dahil olamama tehlikesiyle de karşı karşıya kalmaktadır. Çünkü Endüstri 4.0 ile birlikte talep edilen temel beceriler de değişime uğramıştır.

Yaşanan dijitalleşme ve teknolojik dönüşümle birlikte işgücünde olması gereken “Geleceğin 10 Temel Becerisi” şu şekilde sıralanmıştır (Dünya Ekonomik Forumu, 2016):

- Problem çözme becerisi
- Eleştirel düşünme
- Yaratıcılık
- İnsan yönetimi
- İşbirliği
- Duygusal zeka
- Muhakeme ve karar verme
- Hizmet oryantasyonu
- Müzakere becerileri
- Bilişsel esneklik

Rapora göre, işgücü piyasasında özellikle mimari, mühendislik, matematik ve bilgisayar alanları ön plana çıkacaktır. Bu doğrultuda Türkiye'nin PISA testi sonuçları ile temel becerileri göz önünde bulundurulduğunda bu alanlara eğilimi elzem hale gelmektedir. Bu doğrultuda insani gelişme endeksi ve bu endeks kapsamında eğitim endeksi de önem arz etmektedir. Aşağıdaki tabloda uluslararası seçilmiş göstergeler kapsamında Türkiye'nin de yer aldığı endeksler gösterilmektedir.

Tablo 1. Ülkelerin İnsani Gelişme Endeksi ve Eğitim Endeksi, 2018

Ülke Adı	İnsani Gelişme Endeksi: İnsani Gelişme Endeksi	İnsani Gelişme Endeksi: Eğitim Endeksi
Türkiye	0,806	0,712
Avusturya	0,914	0,871
Avustralya	0,938	0,923
Belçika	0,919	0,893
Kanada	0,922	0,891
İsviçre	0,946	0,896
Şili	0,847	0,807
Çekya	0,891	0,892
Almanya	0,939	0,946
Danimarka	0,93	0,92
Estonya	0,882	0,881
İspanya	0,893	0,824
Finlandiya	0,925	0,915
Fransa	0,891	0,811
İngiltere	0,92	0,916
Yunanistan	0,872	0,833
Macaristan	0,845	0,816
İrlanda	0,942	0,918
İsrail	0,906	0,876
İzlanda	0,938	0,918
İtalya	0,883	0,793

Kaynak: TÜİK, Uluslararası Seçilmiş Göstergeler, 2018.

Dijitalleşme ve teknolojik dönüşüme entegre sürecinde eğitimin önemi göz önünde bulundurulduğunda yıllara göre artış göstermesine rağmen halen Türkiye'nin insani gelişme endeksi ve eğitim endeksi diğer ülkelere kıyasla daha düşük seviyelerde seyretmektedir. 2011 yılında

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

Almanya tarafından ortaya atılan yeni dönüşüm süreci eğitim endeksinde de bu durum kendini göstermiş olup, Almanya’da eğitim endeksi 0,946 ile en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Türkiye’de ise eğitim endeksi, yukarıda sıralanan ülkeler arasında en düşük düzeye sahip olan ülke olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle sürece entegre olma açısından eğitim endeksinin çok daha ön planda tutulup düzeyin artırılması adına birinci öncelikli çalışma olarak değerlendirilmelidir.

Türkiye’deki nüfusun eğitim düzeyi incelendiği zaman, doktora derecesine sahip olan nüfusun toplam nüfustaki payı sadece 0,4 düzeyinde gerçekleşmektedir. Yüksek lisans düzeyinde eğitim gören nüfusun payı da yüzde 2,3 ile düşük seviyede seyretmektedir. Lisans programlarından mezun olan nüfusun oranı ise yüzde 19,1 ile yeterli düzeyde gerçekleşmemektedir. Üst- orta eğitim oranı ise yüzde 39,0 düzeyindedir (Dünya Bankası, 2017).

Eğitim içerisinde yenilikçi ve yapısal yenilikçi kavramları da ön planda tutulup istihdam yapısının bu doğrultuda geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmektedir. Türkiye, dijital dönüşüm içerisinde yenilikçi olup olmama yönünden analiz edildiğinde; işgücü piyasasında toplam istihdamın sadece yüzde 13,7’si yenilikçi olarak tanımlanırken, yapısal yenilikçi grubun oranı ise daha da düşük seviyede gerçekleşmiş olup, yüzde 4,8 düzeyindedir (Özen, 2014:4). Eğitim kapsamında yenilikçi ve yapısal yenilikçi kavramlarıyla ele alındığında oran düşük düzeylerde gerçekleşirken bu alanın da önemle ele alınması kaçınılmaz bir boyut halini almaktadır.

Bu bağlamda Türkiye’de, cinsiyete göre dijital dönüşüm entegre edildiğinde, bu dönüşüme entegre olamamaları halinde kadınların yüzde 61’i, erkeklerin ise yüzde 58’i işini kaybetme açısından yüksek riskli konumdadır (Özen, 2017:3). Cinsiyet açısından oranlar birbirine yakın seyretmekle beraber bu dönüşüm sürecinde de cinsiyete yönelik ayırım öne çıkmaktadır.

İşgücü piyasası ve eğitim bağlamında işini kaybedenlerin oranı incelendiği zaman ise, herhangi bir okulu bitirmeyenler yüzde 80’in üzerinde bir oranla en yüksek risk grubundayken; ilkokul mezunları yüzde 70’in üzerinde yüksek ihtimalle işini kaybedecek yerini bilgisayarlar alacaktır. Ortaokul, mesleki ve teknik ortaokul mezunlarının risk oranı ise yüzde 68 ile yüksek seviyededir. Mesleki, teknik ve genel lise mezunlarının da risk oranı yine azımsanmayacak oranda olup, yüzde 50’inin üzerinde seyretmektedir. 2 yıllık ve 4 yıllık yüksekokul mezunlarının işini kaybetme oranı yüzde 28 iken, yüksek lisans ve doktora mezunlarının oranı yalnızca yüzde 6 olarak seyretmektedir (Özen, 2017:3).

Dijital dönüşüm sürecine entegre olmaya çalışan girişimlerin işe alım sürecinde bir takım güçlüklerle karşılaştıkları ifade etmek gerekir. Oransal olarak incelendiği zaman bu sürece entegre

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

olmaya çalışan girişimlerin sayısı da oldukça düşük seviyelerde seyretmektedir. Bu durum aşağıdaki tabloda oransal olarak belirtilmektedir.

Tablo 2. Bilişim Uzmanı Alan veya Almayı Deneyen ve Alım Sürecinde Güçlkle Karşılaşan Girişimler, 2018 (%)

Çalışan sayısına göre büyüklük grubu	Bilişim uzmanı alan veya almayı deneyen girişimler	Bilişim uzmanı alan veya almayı deneyen girişimlerden güçlkle karşılaşanlar
10-49	5,7	47,3
50-249	4,2	49,5
250+	30,3	46,2

Kaynak: TÜİK, Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2014-2019

Dijital dönüşüm kapsamında bilişim uzmanı alan veya almayı deneyen ve çalışan sayısı 250 ve üzeri olan girişimlerin oranı yüzde 30,3 iken bu girişimlerin yüzde 46,2 ile yaklaşık yarısına yakını güçlkle karşılaşmaktadır. Çalışan sayısı 10 ile 49 düzeyinde olan girişimler ise sürece oransal olarak daha az entegre olurken bu girişimlerin de yüzde 47,3 ile yaklaşık yarısı güçlkle karşılaşmaktadır. Bu süreç içerisinde gözlemlenen girişimler sürece entegre olmasının yanında emek arzının da sürece entegre zorunluluğunu beraberinde getirmektedir.

Büyüklük grubuna göre bilişim (ICT/ IT) uzmanı istihdam eden girişimler analiz edilecek olunursa tablo 3'te ayrıntılı bilgilere yer verilmektedir;

Tablo 3. Büyüklük Grubuna Göre Bilişim (ICT/IT) Uzmanı İstihdam Eden Girişimler, 2014-2019 (%)

Yıllar	Toplam	10-49	50- 249	250+
2014	10,5	7,1	20,5	53,7
2015	13,8	9,4	26,9	57,6
2016	13,0	9,2	23,5	55,3
2017	10,8	6,8	22,5	53,4
2018	11,6	8,2	24,3	57,4
2019	13,7	10,1	26,3	64,8

Kaynak: TÜİK, Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2014-2019.

Büyüklük grubuna göre bilişim (ICT/IT) uzmanı istihdam eden girişimler analiz edildiğinde istihdam oranı şirket büyüklüğü ile doğru orantılı olarak gerçekleşmektedir. Küçük işletmelerde çalışan ICT/IT uzmanı çok daha az iken çalışan sayısına göre büyük işletmelerde bu oran çok daha fazla oranda gerçekleşmektedir. 2019 yılı verilerine göre 10- 49 arasında çalışan sayısına sahip olan işletmelerde bilişim uzmanı istihdam oranı yüzde 10,1 iken çalışan sayısı 50 ile 249 olan işletmelerde bu oran yüzde 26,3 düzeyindedir. Çalışan sayısı 250 ve üzeri olan işletmelerde ise bu oran çok daha yüksek olup yüzde 64,8 seviyesindedir.

Türkiye'nin üretim yapısında KOBİ'lerin oranının çok daha fazla olduğu göz önünde bulundurulduğunda tablo analizi sonucunda küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin büyük

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

işletmelere oranla dijitalleşme ve teknolojik dönüşümün sağlanabilmesi adına çok daha fazla çaba sarf edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Sonuçlar doğrultusunda Türkiye’de Endüstri 4.0 ile birlikte dijitalleşme ve teknolojik dönüşümün sağlanabilmesi ve sonucunda akıllı üretime entegre olunabilmesi için bu eğitim performansı sonuçlarıyla birebir çalışması ve kendine yol haritası çizip, strateji belirlemesi zorunludur.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Endüstri 4.0 kapsamında yaşanan teknolojik ve dijital dönüşüm ile birlikte bazı ülkelerin fırsatlarla, bazı ülkelerin ise krizlerle karşı karşıya kalacağı açıktır. Bu aşamada Endüstri 4.0’ın fırsata çevrilebilmesi adına önemli olan otomasyon sürecine ne şekilde ve nasıl entegre olunacağıdır. Yapılan bazı bilimsel çalışmalarda, Endüstri 4.0 ile gelişen teknolojinin mesleklerin bir bölümünü yok edeceği endişesi yer alırken, yeni mesleklerin de ortaya çıkışı ile işgücü kaybının önleneye şeklinde bulgulara da yer verilmiştir. Bu sonuca göre, şirketler çalışan sayısını azaltmak yerine yeni meslekler için yeni pozisyonlar açarak istihdamı artırıcı hamlelerde bulunacaklardır.

Türkiye’deki şirketlerin güncel farkındalık durumu analiz edildiğinde, özellikle otomasyon ve siber fiziksel sistemler konusunda firmaların şu an stratejilerinin olmadığı, gelecek içinse yeni yeni entegrasyon girişimlerini başlattıkları ifade edilmektedir. Hâlbuki sürecin Almanya’daki başlama tarihi 2011 yılıdır. Bu nedenle Türkiye’deki firmaların entegre girişimlerinde geciktikleri anlaşılmaktadır. Türkiye’deki firmaların yalnızca yüzde 22’si yeni sanayi devrimiyle ilgili geniş bir bilgiye sahiptir.

Yapılan bazı araştırmalarda, Endüstri 4.0 ile manuel ve idari iş kollarının tehdit altında olduğu ve 5,1 milyon çalışanın işsiz kalacağı tartışılmıştır. Bu durumun teknolojik işsizliği doğuracağı açıktır. Bu bağlamda sürece hızlı bir şekilde entegre olmak kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Türkiye’nin küresel pazardaki düşük işgücü maliyeti gibi rekabetçi özelliğini kaybetmesi ihtimal dahilinde olup, yeni fırsatları yakalamak için önündeki sürece entegrasi önem kazanmaktadır. İstihdamın yüzde 54,9’unu oluşturan ve bu süreç içerisinde tehdit altında olan hizmet sektörü için otomasyon ve siber fiziksel sistemlere uyum büyük önem arz etmektedir. İşgücünün yeni iş kollarına kaydırılması ve bu sürecin eğitimle birlikte hazırlanarak tamamlanması krizi fırsata çevirecek önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Hizmet sektöründe var olan iş kollarının yeni dönüşümde öne çıkan endüstriyel yazılım programcılığı, bilişim sistemleri ve nesnelerin interneti çözüm üreticiliği, endüstriyel veri analiz uzmanlığı, robot koordinatörlüğü gibi yeni iş kollarına dönüşümü kaçınılmazdır. Aksi takdirde işgücü piyasasındaki tehdit azımsanmayacak boyuttadır. Yukarıda sıralanan yeni iş kollarının fen ve matematik eğitimi ile ilişkisi de doğrudan önemli konuların başında gelmektedir. Fen ve matematik eğitimi ile okuma yeterliliği analiz edildiğinde ortaya çıkan sonuçlar oldukça düşük skorlardır.

... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)

Türkiye'nin fen, matematik ve okuma yeterliliğinde OECD ülkelerinin ortalamasının altında kaldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda dönüşüme entegre olmak açısından eğitimden başlayarak yoğun çaba gösterilmesi gerekmektedir. Geleceğin 10 temel becerisi olarak sıralanan problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, insan yönetimi, bilişsel esneklik, muhakeme ve karar verme gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmek için ülkemizin fen, matematik ve okuma yeterliliği eğitiminde bir nitelik gelişimi ihtiyacı olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Yeni mesleklerde aranan beceriler kas gücüyle değil yoğun olarak bilgi ve bilişim gücüyle doğru orantılıdır. Makalede gösterilen eğitim endeksi incelendiği zaman Türkiye'nin insani gelişme endeksi kapsamında eğitim endeksi tabloda sıralanan ülkeler arasında 0,712 ile en düşük puana sahip olduğu bulgulanmıştır. Bu doğrultuda eğitime eğilim elzem hale gelmektedir. Bunun yanı sıra eğitim düzeyi arttıkça dönüşüm sürecinde işini kaybedenlerin sayısının da azaldığı yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda Türkiye'deki eğitim düzeyi ve iş kaybetme olasılığı analiz edildiğinde, işgücü piyasasındaki riskin fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Çünkü nüfusun sadece yüzde 0,4'ü doktora, yüzde 2,3'ü yüksek lisans, yüzde 19,1'i lisans eğitimi düzeyine sahiptir. Oranlar göz önünde bulundurulduğunda eğitim düzeylerinin artırılması yönünde çalışma projelerinin ortaya konması, olası iş kaybetme etkisini hafifletici bir sonuç da oluşturabilir. Buna ek olarak, eğitim düzeylerinin artırılması yönünde çabalar ortaya atılırken dijital dönüşüm adına yenilikçi ve yapısal yenilikçi kavramları da ön planda tutularak bu adım atılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Alçın, S. (2026). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 2: 19-30.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Ankara: Dorlion Yay.
- Bozlar, T. (2018). 4. Sanayi Devriminin İşgücü Piyasasına Olası Etkileri. *İŞKUR İstihdamda 3İ Dergisi*, 27: 62-67.
- Drath, R., ve Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or Hype. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2): 56-58.
- Dünya Bankası, Databank, *World Development Indicators*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. (02.02.2022)
- Dünya Ekonomik Forumu (2017, Ocak). *Global Risks Report*. Davos.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası Sanayi 4.0 Araştırması, (2015). http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf (Erişim Tarihi: 01.02.2022)
- Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye. *Sosyoekonomi Dergisi*, 26(36): 235-243.
- Görçün, Ö.F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi- Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Kabaklarlı, E. (2016). *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomisi: Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*. (1. Basım), Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.

- ... (akademik, hakemli, indexli, uluslararası dergi)
- Kemer, E. (2021). Eğitim Seviyesinin Endüstri 4.0 Farkındalığına Etkisi: Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(2): 1138- 1149.
- ManpowerGroup (2017). *The Skills Revolution*. https://www.manpowergroup.com/wcm/connect/5943478f-69d4-4512-83d8-36bfa6308f1b/MG_Skills_Revolution_lores.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-5943478f-69d4-4512-83d8-36bfa6308f1b-my5Ra0M (Erişim Tarihi: 23.01.2022)
- OECD (2018). *Pisa Testi Sonuçları*. http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf (Erişim Tarihi: 23.01.2022)
- Özen, E. N. (2017). Bilgisayarlı Otomasyon ve Türkiye’de İşgücü Piyasasının Geleceği. *TEPAV*, https://www.tepav.org.tr/upload/files/1490690332-8.Bilgisayarli_Otomasyon_ve_Turkiye_de_Isgucu_Piyasasinin_Gelecegi.pdf. (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- Pamuk, N. S., ve Soysal M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. *Verimlilik Dergisi*, 1(1): 41-66.
- Schwab, K. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Çeviren, S. Talay, Dü., ve Z. Dicleli), İstanbul: Optimist Kitap.
- Sener, S., ve Elevli, B. (2017) Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinleri Dergisi*, 2(1): 25-37.
- Soylu, A. (2018) Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32: 43- 57.
- Stock, T., ve Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, (40): 536-541.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16): 1817-1836.

Çatışma Beyanı: Bu çalışma ile ilgili taraf olabilecek herhangi bir kişi ya da finansal ilişkiler bulunmamakta, dolayısıyla herhangi bir çıkar çatışması olmamaktadır.

Destek ve Teşekkür: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Etik Kurul Kararı: Bu araştırma, Etik Kurul Kararı gerektiren makaleler arasında yer almamaktadır.