

DİJİTALEŐME ÇAĞINDA ROBOTLARIN VE ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNUN EKONOMİK ETKİLERİ

Economic Impacts of Robots and Robotic Process Automation in the Age of Digitalization

Furkan BÖRÜ*^{ID} & Metin Recep ZAFER**^{ID}

Öz

Teknolojik değişme, ekonomik büyüme sürecinin arkasındaki temel güçtür. Robotik süreç otomasyonu ve robotlar, daha önce ortaya çıkan buhar teknolojisinin ve elektrik enerjisinin yarattığı etkiler kadar ekonomik büyüme sürecine önemli katkı yapabilecek yeniliklerdir. Bu çalışmanın amacı, robotların ve robotik süreç otomasyonunun ekonomide yarattığı değişimleri açıklamak ve ileride sahip olacakları potansiyeli tartışmaktır. Bu çalışmada, ilk olarak, robotların ve robotik süreç otomasyonunun ekonomide yarattığı değişimler açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, robotların ve robotik süreç otomasyonunun emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar, hizmetler sektörü gibi alanlarda yarattığı dönüşümler ve gelecek dönemde yaratabilecekleri etkiler incelenmiştir. Çalışmada ikinci olarak, robotik süreç otomasyonunun yarattığı etkiler, örnek bankanın ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçleri üzerinden gösterilmiştir. Her iki süreçte de robotik süreç otomasyonu kullanılması, üretkenlik artışına neden olmuştur. Bu süreçlerde robotik süreç otomasyonundan faydalanılması, istihdam kaybına sebep olmamıştır. Ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonundan yararlanılması sonucunda çalışanlar, rutin manuel ve tekrarlı işleri yapmayı bırakmışlar, katma değeri daha yüksek olan faaliyetlere daha fazla zaman ayırma imkanına kavuşmuşlardır. Robotik süreç otomasyonu, bütün bu kazanımları diğer bankacılık uygulamaları ile karşılaştırıldığında oldukça düşük yatırım maliyeti ile gerçekleştirmiştir. Yarattığı bütün bu etkiler sayesinde robotik süreç otomasyonu, örnek bankada önemli değişim yaratmıştır.

Anahtar

Kelimeler:

Robotlar,
Robotik Süreç
Otomasyonu,
İnovasyon,
Ekonomik
Büyüme,
Yapısal
Dönüşüm

JEL Kodları:

O14, O32,
O40

Abstract

Technological change is the fundamental force behind the process of economic growth. Robotic process automation and robots are innovations that can make a significant contribution to the economic growth process, such as previously emerged steam technology and electrical energy. The aim of this study is to explain the changes that are created by robots and robotic process automation in the economy and to discuss the potential they will have in the future. In this study, firstly, the changes created by robots and robotic process automation in the economy have been attempted to be explained. Within this framework, the transformations and potential future impacts of robots and robotic process automation on labor productivity, employment, the nature of jobs, investments, and the services sector have been examined. Secondly, the effects of robotic process automation are demonstrated through the commercial loan allocation and bill payment processes of the sample bank. The use of robotic process automation in both processes has caused productivity increase. Using robotic process automation in these processes did not cause employment loss. As a result of utilizing robotic process automation in commercial loan allocation and bill payment processes, employees stopped doing routine, manual, and repetitive tasks and had the opportunity to spend more time on activities with higher added value. Robotic process automation has achieved all these gains with a very low investment cost compared to other banking applications. Thanks to all these effects, robotic process automation has created a significant change in the sample bank.

Keywords:

Robots,
Robotic
Process
Automation,
Innovation,
Economic
Growth,
Structural
Change

JEL Codes:

O14, O32, O40

* Dr., Türkiye Vakıflar Bankası Türk Anonim Ortaklığı, Türkiye, furkanboru@gmail.com (Sorumlu Yazar)

**Dr., Türkiye Vakıflar Bankası Türk Anonim Ortaklığı, Türkiye, metin.zafer@vakifbank.com.tr

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 11.03.2024 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 28.06.2024

Bu eser Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. Giriş

On sekizinci yüzyılın sonunda ortaya çıkan bir dizi icat ve yenilik, İngiltere’de pamuk üretimi başta olmak üzere, imalat sanayinde büyük değişimler yaratmıştır. Sanayi devriminin meydana gelmesine neden olan bu yenilik ve icatlar, toplumun bütün alanlarında derin dönüşümlere sebep olmuşlardır. İngiltere’de emek üretkenliği ve kişi başına düşen gelir, sanayi devriminin sonucu olarak hızlı şekilde artmıştır. Tarihte daha önce görülmeyen kendi kendine devam eden büyüme süreci, ilk defa İngiltere’de sanayi devriminin neticesinde ortaya çıkmıştır. Ekonomi ve bilgi, daha önce hiç rastlanmayan bir şekilde hızlı büyüme sürecine girmiştir. Bu hızlı büyüme süreci, sanayileşen ülkeler ile sanayileşme sürecinde geç kalan ülkeler arasında gelir farklılıklarının hızla artmasına neden olmuştur (Landes, 2017).

Teknolojik değişim süreci, sanayi devriminin arkasındaki temel itici güçtür. İngiltere’de on sekizinci yüzyılda ücretler, hem diğer Avrupa ülkelerindeki ücretlere göre, hem de sermayenin getirisine göre daha yüksektir. İngiltere, aynı zamanda, geniş kömür yataklarına da sahiptir. Bu durum, kömürün İngiltere’de oldukça bol ve ucuz olması sonucunu doğurmaktadır. İngiltere’nin on sekizinci yüzyılda sahip olduğu bu özel koşullar, sanayi devrimi tetikleyen esas faktörlerdir. Sermaye ve enerji kaynaklarının emeğe göre daha ucuz ve bol olması, emek tasarrufu ve verimlilik artışı sağlayacak yeniliklerin önünü açmıştır. Özellikle buhar teknolojisi, sanayinin çok farklı alanlarında kullanım imkânına sahip olduğu için, sanayi devrimine yol açan en önemli teknolojik yeniliktir (Allen, 2022).

Buhar teknolojisi gibi ekonomik büyüme sürecinde ölçeğe göre artan getiriye neden olan ve ekonomilerin kendi içsel dinamikleri ile gelişmesine sebep olan yenilikler, genel amaçlı teknolojiler olarak adlandırılmaktadırlar (Moser ve Nicholas, 2004). Genel amaçlı teknolojiler hem iş dünyasını hem de insan hayatını değiştirerek, toplumun bütün alanlarında önemli dönüşümlere neden olmaktadır. Buhar teknolojisi, elektrik enerjisi, içten yanmalı motorlar ve bilgi işlem teknolojileri, genel amaçlı teknolojiler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Jovanovic ve Rousseau, 2005). Genel amaçlı teknolojilerin sahip olduğu üç önemli özellik, ekonomilerin büyüme sürecinde önemli rol oynamalarına neden olmaktadır. Bu özelliklerden ilki, genel amaçlı teknolojilerin çok farklı alanlarda kullanılabilmesidir. Genel amaçlı teknolojiler, ortaya çıktıkları sanayiler dışında da geniş kullanım alanına sahiptirler. Genel amaçlı teknolojilerin ekonomide büyük dönüşüm yaratmasına neden olan ikinci özellik, yeni ürünlerin ve hizmetlerin ortaya çıkmasını kolaylaştırmalarıdır. Bu durumun sonucu olarak, genel amaçlı teknolojiler, başka yeniliklerin de önünü açmaktadırlar. Genel amaçlı teknolojilerin sahip olduğu üçüncü önemli özellik, zaman içinde geliştirilmeye açık olmalarıdır. Bu sayede, maliyetleri zamanla önemli ölçüde azalmaktadır (Bresnahan ve Trajtenberg: 1995; Jovanovic ve Rousseau, 2005).

Robotlar, daha önce ortaya çıkan buhar teknolojisi, elektrik enerjisi, içten yanmalı motorlar ve bilgi işlem teknolojileri gibi genel amaçlı teknolojilerin özelliklerini taşımaktadırlar. İmalat sanayinde 1970’li yılların başından beri kullanılan robotların etkinliği, 1980 yıllardan itibaren artmıştır. Dünya üzerinde işlevsel olan robotların tahmin edilen sayısı, 1973 yılında 3000’dir. Bu sayı 1990 yılında 454.000’e çıkmıştır (Fırat ve Fırat, 2017). Robotlar, 2000’li yıllar ile birlikte hizmetler sektöründe de kullanılmaya başlamışlardır. Gelecek dönemde daha önce ortaya çıkan genel amaçlı teknolojiler gibi büyük dönüşümler yaratacak potansiyele sahiptirler.

Endüstri 4.0 süreci ve dayandığı teknolojiler, son dönemde hem imalat sanayini hem de hizmetler sektörünü dönüştürmektedirler. Özellikle hizmetler sektöründe geniş uygulama alanı bulan robotik süreç otomasyonu, bu Endüstri 4.0 teknolojileri arasında yer almaktadır. Robotik

süreç otomasyonu, çalışanların gerçekleştirdiği görevleri taklit eden ve onların yerine yapabilen bir bilgisayar yazılımı olarak tanımlanmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, rutin, manuel ve tekrarlı işleri başarı ile gerçekleştirebilmektedir. Robotik süreç otomasyonu, firmalara, hem işleri daha hızlı ve daha düşük maliyet ile gerçekleştirme imkânı sunmakta, hem de yeni ürün ve hizmetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, robotik süreç otomasyonun, ekonomide, robotlar ile benzer değişimi yaratacak potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, robotların ve robotik süreç otomasyonun ekonomide yarattığı değişimleri açıklamak ve ileride sahip olacakları potansiyeli tartışmaktır. Çalışma, örnek bankanın uygulamaları üzerinden robotik süreç otomasyonun etkilerini göstererek ve robotlar ile robotik süreç otomasyonun ekonomide yarattığı değişimleri detaylı açıklamaya çalışarak diğer araştırmalardan farklılaşmaktadır. Çalışmada ilk olarak, robotların emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar, hizmetler sektörü gibi alanlarda yarattığı dönüşümler ve gelecek dönemde yaratabilecekleri etkiler incelenecektir. Robot üretimi, ayrıca bir endüstridir ve bu şekilde de ekonomiyi değiştirmektedirler. Bu nedenle, çalışmada, robot endüstrisinin genel özelliklerinden de bahsedilecektir. Robotik süreç otomasyonun emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar ve hizmetler sektöründeki etkileri, robotların aynı alanlarda yarattığı değişimler dikkate alınarak, çalışmanın bir sonraki kısmında tartışılacaktır. Özellikle hizmetler sektöründe önemli dönüşümler yaratma potansiyeline sahip olan robotik süreç otomasyonun yarattığı etkiler, örnek bir bankanın uygulamaları üzerinden, çalışmanın üçüncü bölümünde açıklanacaktır. Sonuç bölümünde ise, robotların ve robotik süreç otomasyonun geleceği tartışılacak, daha önceki bölümlerde ulaşılan sonuçlar özetlenecektir.

2. Robotların ve Robotik Süreç Otomasyonun Ekonomide Yarattığı Dönüşümler

Robotlar ve robotik süreç otomasyonu, ekonomide büyük değişimler yaratabilecek potansiyele sahip teknolojilerdir. Çalışmanın bu bölümünün amacı, robotların ve robotik süreç otomasyonun sahip olduğu bu potansiyeli tartışmak, ekonomide yarattıkları dönüşümleri açıklamaktır. Bu çerçevede bu bölüm, iki alt bölüme ayrılmıştır. İlk alt bölüm robotları, ikinci alt bölüm ise robotik süreç otomasyonunun anlatmaktadır. Her bir alt bölüm, robotların ve robotik süreç otomasyonunun üretkenlik, istihdam, işlerin niteliği, hizmetler sektörü, yatırımlar ve üretim ağları üzerindeki etkilerini açıklamaktadır.

2.1. Robotların Ekonomide Yarattığı Dönüşümler

Robotlar, insan müdahalesi olmadan belirli görevleri yerine getiren, farklı yönlerde hareket yeteneğine sahip, otomatik makineler olarak tanımlanmaktadırlar (Benmelech ve Zator, 2022). Emek üretkenliğine yaptıkları katkı açısından genel amaçlı teknoloji özelliği gösteren robotlar, ekonomik ve sosyal değişimler yaratabilecek potansiyele sahiptirler. Bu nedenle, diğer genel amaçlı teknolojiler gibi, toplumun bütün alanlarında gelecek dönemlerde değişimler yaratabilirler (Cséfalvay, 2019; Jungmittag, 2021).

Robotlar ile buhar teknolojisinin emek üretkenliği açısından karşılaştırılması, robotların sahip olduğu genel amaçlı teknoloji potansiyelini anlamak için yol göstericidir. Buhar teknolojisi, sanayi devrimini takip eden dönemde, İngiltere'de, emek üretkenliği artışına önemli katkı yapmıştır. Buhar teknolojisinin İngiltere'de emek üretkenliği artışına yıllık katkısı, 1760 ile 1800 yılları arasındaki dönemde, %0,01'dir. Bu oran, 1850 ile 1870 yılları arasındaki

dönemde %0,41'e çıkmıştır. Bu durum, genel amaçlı teknolojilerin ekonomik büyüme sürecine katkılarının ilk kullanılmaya başladıkları zamanda değil; gecikmeli olarak gerçekleştiğini göstermektedir (Crafts, 2004). Robotlar, emek üretkenliği artışına, buhar teknolojisi kadar katkı yapmaktadırlar. Fakat bu etki, sanayide kullanılmaya başladıkları 1970'li yıllarda değil, 1990'lı yıllardan itibaren görülmeye başlamıştır. Dolayısıyla, robotların da emek üretkenliği artışına katkısı, buhar teknolojisinde olduğu gibi, gecikmeli olarak ortaya çıkmıştır. Graetz ve Michaels (2018), 1993 ile 2007 yılları arasındaki dönemde, Fransa, İtalya, İngiltere, ABD, Almanya ve İsviçre için ortalama yıllık emek üretkenliği artışını, 0,36 olarak hesaplamıştır. Bu oran, İngiltere'de 1850 ile 1870 yılındaki arasındaki dönemde, buhar teknolojisinin emek üretkenliğine katkısı olan %0,41'e yakındır.

İmalat sanayi, robotların ekonomide yarattığı etkinin en net görüldüğü alanların başında gelmektedir. Robotlar, 1970'li yılların başından itibaren, imalat sanayinde kullanılmaktadırlar. Robotların imalat sanayinde kullanımları, 1980'li yıllardan beri önemli ölçüde artmıştır (Zamalloa vd., 2017). Robotlar, başta otomotiv olmak üzere imalat sanayiinin farklı alanlarında otomasyona neden olmaktadır. Robotlar, imalat sanayinde genellikle montaj hattında yapılan faaliyetler gibi, rutin, tekrarlı ve manuel işleri yapmaktadırlar (Baldwin ve Forslid, 2020). Robotik alanında yapılan yenilikler, 2000'li yıllardan itibaren, hizmetler sektöründe daha çok yoğunlaşmaya başlamıştır. Hizmetler sektöründe robotların kullanımının, özellikle yapay zeka alanındaki gelişmelerin etkisi ile gelecek dönemde daha da çok artması beklenmektedir (Zamalloa vd., 2017). Bilgisayarların hesaplama kapasitesinin büyümesi, sayısal kontrollü alet teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler, elektrik enerji depolama kapasitesinde ortaya çıkan artış, elektronik güç etkinliğinin önemli ölçüde yükselmesi, yerel düzeyde dijital iletişimin kapasitesinin büyümesi, internet kullanımının bütün dünyaya yayılması, dünya çapında veri depolama kapasitesinin önemli ölçüde gelişmesi gibi son yıllarda meydana teknolojik yenilikler, robotların ekonomide büyük dönüşümler yaratma potansiyelini önemli ölçüde artmıştır (Pratt, 2015).

Robotlar, daha önce görülen genel amaçlı teknolojiler gibi ekonomide büyük değişim yaratacak potansiyele sahiptirler. Robotların ekonomide değişim yaratacağı alanların başında, emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar ve hizmetler sektörünün yapısı gelmektedir. Robot üretim zinciri de yarattığı istihdam ve katma değer ile ülke ekonomilerinin gelişmesine önemli etki yapmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, robotların ekonominin bu alanlarında yarattığı değişimler açıklanmaya çalışılacaktır.

2.1.1. Robotların İstihdam Üzerindeki Etkileri

İstihdam, robotların ekonomide en önemli dönüşümü yaratması beklenen alandır. Firmaların robotları üretim süreçlerinde kullanmalarının iş piyasasında yarattığı değişim, iki etkinin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu faktörlerden ilki, yer değişim etkisidir. Robotlar, insanların yaptığı işlerin azalmasına sebep olmakta; dolayısıyla istihdamın düşmesine yol açmaktadırlar. İkinci faktör ise, üretkenlik etkisidir. Robotların yarattığı üretkenlik artışı, başka alanlarda yeni işlerin ortaya çıkması sonucunu doğurmaktadır; bu sayede, yer değişim etkisinin olumsuz sonuçları ortadan kalkmaktadır (Acemoğlu ve Restrepo, 2020; Dauth vd., 2021). Robotların toplam istihdama etkisi, bu iki faktörün sonucu ortaya çıkarken; robotların kullanımı, firma düzeyinde istihdamı ve çıktıyı arttırmaktadır. Fakat aynı durum, robot kullanan firmaların robot kullanmayan rakipleri için söz konusu değildir. Robot kullanmayan firmalar, robot

kullanan rakipleri lehine istihdam ve çıktı kaybına uğramaktadırlar (Acemoğlu vd., 2020; Koch vd., 2021; Acemoğlu vd., 2023). Acemoğlu vd. (2020) alışması, bu durumu, 2010 ile 2015 yılları arasındaki dönemde Fransa için göstermektedir. Bu çalışmanın ulaştığı sonuçlara göre, robot kullanmayan firmalar, rakipleri robot kullandığı durumda, istihdam da yüzde 2,5, çıktı da ise yüzde 2,1 kayba uğramaktadırlar. Robot kullanımının toplam istihdam üzerindeki etkisinin negatif olduğu, ABD, Fransa, İspanya ve Hollanda için yapılan farklı araştırmalarda da gösterilmiştir (Acemoğlu vd., 2020; Acemoğlu ve Restrepo, 2020; Koch vd., 2021; Acemoğlu vd., 2023). Almanya için ise durum farklıdır. Dauth vd. (2021), Almanya'da 1994 ile 2004 yılları arasındaki dönemde, robotların toplam istihdama etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, robot kullanımı, toplam istihdam üzerinde negatif etki yaratmamaktadır. Almanya'da robot kullanımı, imalat sanayiinde istihdamın azalmasına neden olmuştur; fakat bu etki, hizmetler sektöründe istihdam artışı ile dengelenmiştir. İmalat sanayiinde işlerini kaybedenler, hizmetler sektöründe yeni işler bulabilmişlerdir. Dolayısıyla, Almanya'da yer değişim etkisinin üretkenlik etkisi ile dengelendiği iddia edilebilmektedir. Bu nedenle, robotların toplam istihdam etkisini değerlendirirken, ülkelere özgü dinamikleri dikkate almak önemlidir.

2.1.2. Robotların İşlerin Niteliği zerindeki Etkileri

Robotların ekonomide dönüşüm yarattığı en önemli alanlardan biri işlerin niteliğidir. De Vries vd. (2020), 2005 ile 2015 yılları arası dönem için, 37 farklı ülkedeki 19 endüstride, robotların rutin ve manuel işlere olan etkisini incelemiştir. Firmaların robot kullanımı, bu çalışmanın ulaştığı sonuçlara göre, rutin ve manuel işlerde azalmaya sebep olmaktadır. Bu etki, özellikle, işçi ücretlerinin yüksek olduğu gelişmiş ülkelerde daha net olarak görülmektedir. Rutin olmayan görevler, yaratıcılık ve problem zme gibi yetenekler gerektirmektedirler. Bu işlerde otomasyon zor olduğu gibi, robotlar ve insanlar beraber hareket etmek zorunda kalmaktadırlar. Robotların retim süreçlerinde kullanımı, programlama ve tasarım gibi rutin olmayan yeni işlerin ortaya çıkması sonucunu da doğurmaktadır. Bu nedenlerle, üretim süreçlerinde robotlardan daha çok faydalanılması, rutin olmayan işleri arttırmaktadır. Robot kullanımının rutin olmayan işleri arttırıp, rutin işleri azaltması; düşük nitelikli çalışanları, orta ve yüksek nitelikli çalışanlara göre daha fazla etkilemektedir (Graetz ve Michaels, 2018). Ağırlıklı olarak rutin ve manuel işlerde çalışan düşük nitelikli çalışanlar, robotların üretim süreçlerinde kullanılmasından olumsuz etkilenirken; rutin olmayan işlerde çalışan yüksek nitelikli çalışanlar için aynı durum söz konusu değildir. Onlar bu süreçten olumlu etkilenmektedirler. Robot alımından sonra firmalar, yüksek eğitimi ve yüksek nitelikli çalışanları istihdam etmeyi daha çok tercih etmektedirler (Tang vd, 2021).

2.1.3. Robotların retkenlik zerindeki Etkileri

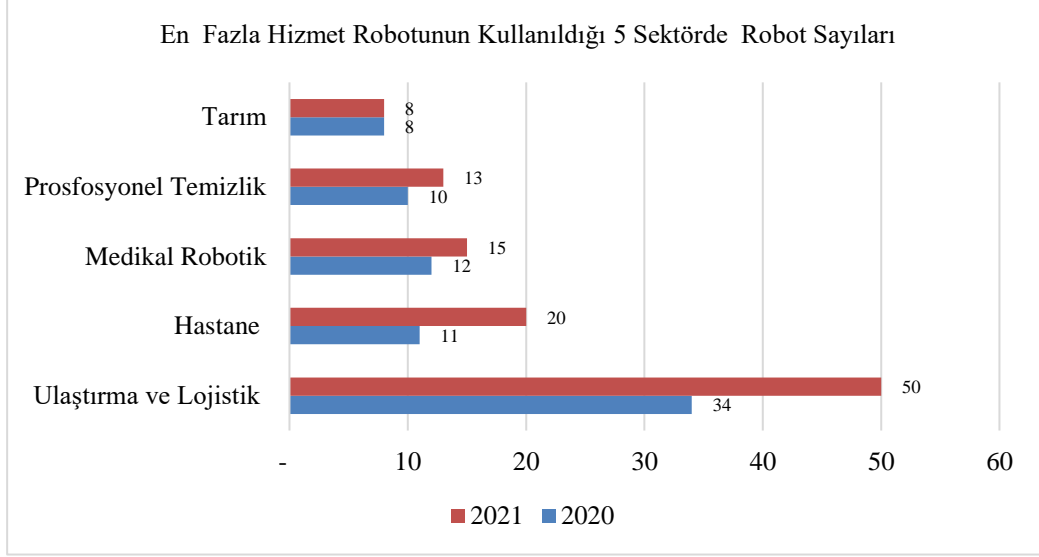
Yaşam standartlarının yükselmesi, üretkenlik artışı olmadan mümkün değildir. Fakat, küresel ekonomi, kalıcı hale gelmiş üretkenlik düşüşleri ile karşı karşıyadır. Bu eğilim, özellikle gelişmiş ülkelerde daha belirgindir. Robotlar, kalıcı hale gelmiş bu üretkenlik azalışlarını tersine çevirebilecek teknolojilerin başında gelmektedirler (Atkinson, 2018). Robotlar, giriş bölümde de ifade edildiği gibi, üretkenlik artışına daha önceki genel amaçlı teknolojiler gibi önemli katkı yapmaktadırlar. Dolayısıyla, robotların ekonomide önemli değişimler yarattığı alanların başında üretkenlik gelmektedir.

Robotların üretkenlik artışına yaptığı katkılar, farklı araştırmalarda gösterilmiştir. Bu çalışmaların başında, Graetz ve Michaels (2018) gelmektedir. Bu çalışma, 1993 ile 2007 yılları arasındaki dönemde, 17 ülkede, robot kullanımının emek üretkenliğine etkisini incelemektedir. Çalışmanın ulaştığı sonuca göre, artan endüstriyel robot kullanımı, emek üretkenliğine kalıcı ve anlamlı katkı yapmaktadır. Graetz ve Michaels (2018) tarafından ortaya konulan sonuçların benzerine, Kromann vd. (2020) tarafından da ulaşılmıştır. Bu çalışma, 2004 ve 2007 yılları için, 9 ülkede, 10 farklı imalat sanayi alt sektöründe, robot kullanımının emek üretkenliğine etkisini araştırmaktadır. Robot kullanımının artması, emek üretkenliğinin yükselmesine neden olmaktadır. Robotlardan en fazla faydalanmaya çalışan ülkeler, düşük ücretlerde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olan ülkeler karşısında dış ticaret açığı verenlerdir. Bu çalışmada, robot yatırımlarını en çok arttırmaya çalışan ülkeler, en fazla Çin rekabetine maruz kalanlardır. Jungmittag ve Pesole (2019), Avrupa Birliği'ne üye olan 12 ülkede, 9 imalat sanayi alt sektöründe, 2008 ile 2015 yılları arasındaki dönem için, robot kullanımının emek üretkenliğine etkisini incelemiştir. Bu çalışmanın ulaştığı sonuçlar da, diğer çalışmalar ile uyumludur. Robot kullanımı, emek üretkenliği üzerinde anlamlı etkiye sahiptir. Ulaştırma ekipmanları, bu çalışmada bulunan 12 ülkede, robot kullanımının emek üretkenliği artışına en fazla katkı yaptığı sektördür. Ulaştırma ekipmanları sektöründen sonra robot kullanımının emek üretkenliği artışına en fazla katkı yaptığı sektörler, plastik ve plastik ürünleri sektörü ile metal ve metal ürünleridir. Robotların emek üretkenliği artışına en az katkı yaptığı sektör ise, kimyasal ürünlerdir. Almanya, Fransa gibi Avrupa Birliği üyesi gelişmiş ülkelerin Doğu ve Orta Avrupa ülkelerinde, özellikle de otomotiv sektöründe robot yatırımı yapmaları, bu ülkelerdeki emek üretkenliği artışına olumlu katkı yapmaktadır. 2006 ile 2019 yılları arasında Orta ve Doğu Avrupa ülkelerine gelişmiş ülkeler tarafından otomotiv sektöründe yapılan robot yatırımları, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Macaristan'da emek üretkenliği artışı üzerinde oldukça olumlu etki yaratmıştır (Cette vd., 2021).

2.1.4. Robotların Hizmetler Sektörü Üzerindeki Etkileri

Genel amaçlı teknolojilerin en önemli özelliklerinden biri, ortaya çıktıkları sektörler dışında da dönüşümlere neden olmalarıdır. Genel amaçlı teknoloji özellikleri gösteren robotlar da giriş bölümünde ifade edildiği gibi, bu özelliğe sahiptirler. Hizmetler sektörü, bu durumun en net görüldüğü alanların başında gelmektedir. Robotlar, hizmetler sektöründe önemli etkiler yaratmaya başlamışlardır. Robotik alanında gelişmeler ve inovasyonlar, 1960 ile 2000 yılları arasında, sanayi sektöründe yoğunlaşmıştır. Bu durum, 2000'li yıllardan sonra değişmiştir. Robotik alanındaki geliştirmeler ve inovasyonlar, hizmetler sektöründe, sanayi sektörüne göre daha yoğun görülmeye başlamıştır. Daha yüksek hesaplama kapasitesine sahip, yapay zekâ algoritmaları kullanan, karmaşık sensör sistemleri içeren robotlar ortaya çıkmıştır. Bu robotlar, endüstriyel robotların aksine, insanlar ile ortak hareket edebilme kabiliyetine de sahiptirler (Zamalloa vd., 2017). Robotlar, hizmetler sektöründe önemli dönüşüm yaratacak potansiyele sahiptirler; ama bu sektördeki kullanımları henüz başlangıç aşamasındadır. Bu durum, aşağıda bulunan Şekil 1'de görülmektedir. Şekil 1, hizmet robotlarının en yoğun olduğu 5 sektördeki toplam kullanımlarını 2020 ve 2021 yılları için göstermektedir. Hizmetler sektöründe robot kullanımı, Şekil 2'de görülen sanayi sektöründeki robot kullanımının çok gerisindedir. Bu duruma neden olan temel faktör, hizmetler sektöründe robot kullanımı için gerekli olan yatırımların yetersiz olmasıdır. Bunun yanında, hizmetler sektöründe iş süreçlerini yeniden

tasarlamak ve yapılandırmak gerekmektedir. İşçilerin de yeniden eğitilmesi, yeni teknolojilere uyum sağlayabilmeleri için büyük önemdedir (Cséfalvai ve Gkotsis, 2022).



Şekil 1. En Fazla Hizmet Robotunun Kullanıldığı 5 Sektörde 2020 ve 2021 Yılları için Robot Sayıları (Sayılar 1000 olarak ifade edilmiştir).

Kaynak: Bill vd. 2022.

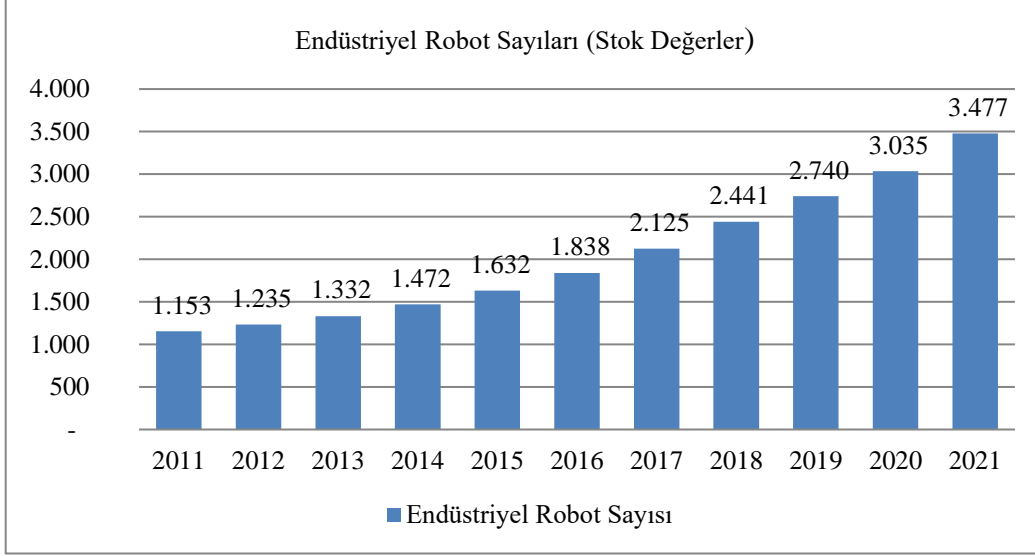
Robotlar, hizmetler sektöründe şu aşamada çok sınırlı olarak kullanılmaktadırlar; fakat perakende ve toptan ticaret, lojistik, eğitim, sağlık ve güvenlik alanları başta olmak üzere, hizmetler sektörünün çok farklı alanlarında geniş kullanım olanağına sahiptirler. Özellikle Japonya, hizmetler sektöründe robot kullanımında öncü konumdadır. Japonya, toplumun bütün alanlarına robotları entegre etmeye çalışan ilk ülkedir (Macrorie vd., 2019). Bu durum, Japonya'da çok farklı alanlarda robotların kullanılmaya çalışılmasına neden olmaktadır. Japonya'da hizmetler sektöründe robotların kullanıldığı alanların başında sağlık sektörü gelmektedir. Japon hükümeti, özellikle hasta bakımı alanında hem robot kullanımını hem de robotların geliştirilmesini desteklemektedir. Yerel düzeydeki hükümetler de bakımevlerinde robot kullanımını arttırmak için önemli teşvikler sağlamaktadırlar. Bakımevlerinde kullanılan robotlar, hasta bakıcıların ve hemşirelerin üzerindeki yükü önemli ölçüde azaltmaktadır. Fakat robotların, bu alanda çalışan hemşirelerin ve hasta bakıcıların yerini tamamen alması şu aşamada mümkün değildir. Sağlık çalışanları ve robotlar, işleri paylaşmakta ve birbirlerini tamamlamaktadırlar. Robotlar, Japonya'da yalnızca bakımevlerinde işleri azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda kaza sayılarında da önemli azalışa sebep olmaktadır (Eggleston vd., 2021). Lojistik, robotların hizmetler sektöründe kullanılmaya başladığı diğer bir alandır. Amazon, elektronik ticaretin artmasının da etkisiyle, depolarında ve ulaştırma işlemlerinde robotlardan faydalanmaktadır. Tüketicilerin değişen eğilimleri, Amazon gibi lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaları, robot kullanmaya zorlamaktadır. Depo yönetimi ve lojistik alanlarında robot kullanımı, maliyetlerin düşmesine ve üretkenlik kazanımlarına neden olduğu gibi; karşılaşılan sorunlara esnek, uyumlu ve akıllı çözümler sunmaktadır. Depo yönetimi ve lojistik alanlarında robotların kullanımı, hataların da azalmasına neden olmaktadır (Estolatan

vd., 2018). Robotların, yakın dönemde, sağlık ve lojistik sektöründe olduğu gibi hizmetler sektörünün birçok alanında önemli rol oynaması oldukça muhtemeldir.

2.1.5. Robotların Yatırımlar Üzerindeki Etkileri

Robotların ekonomide dönüşüm yarattığı diğer bir alan yatırımlardır. Robot yatırımları, küresel rekabetin arttığı son dönemde epey önemli hale gelmiştir. Belli faktörler, ülkelerin ve firmaların robot yatırımı yapmasında etkili olmaktadır. Fernandez-Macias vd. (2021), Avrupa'da sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmaların robot yatırımı yapmalarının nedenlerini incelemiştir. Üç faktör, bu çalışmada, firmaların robot yatırımı yapma kararı almasında önemli rol oynamaktadır. Bu etmenlerden ilki, rutin işlerin yoğunluğudur. Rutin işlerin artması, firmaların robotlara yatırım yapma eğilimini olumlu etkilemektedir. İkinci etmen, robotların kullanıldığı sektörün teknoloji rejimidir. Ölçek yoğun endüstriler, robot yatırımı yapmaya diğer endüstrilere göre daha çok meyillidirler. Üçüncü faktör, firmaların uluslararası pazarlarda maruz kaldığı rekabetin düzeyidir. İhracat yapan firmalar, küresel pazarlarda rekabet güçlerini korumak için robot yatırımı yapmaya daha fazla eğilimlidirler (Fernandez-Macias vd., 2021). Bu üç faktör, robot yatırımı yapılmasında önemli rol oynasa da en önemli etmen işçi ücretleridir. İşçilerin yerine robotların kullanılması ile elde edilecek maliyet tasarrufu, robot yatırımı kararlarının en önemli belirleyicisidir. İşçi ücretlerinin yüksek, emeğin kıt olduğu durumlarda, robot yatırımları artmaktadır (Atkinson, 2018; Graetz ve Michaels, 2018; Cheng vd., 2019; Fan vd., 2021). Yüksek işçi ücretleri, Sanayi devriminde yüksek emek maliyetlerinin İngiltere'de emek tasarrufuna neden olan inovasyonları tetiklemesi gibi, firmaların robot yatırımı kararı almasına önemli etki yapmaktadır. Robot yoğunluğunun en yüksek olduğu üç Avrupa ülkesi olan Almanya, İsveç ve Danimarka'da, imalat sanayinde saatlik işçi ücretleri, 40 euro'nun üzerindedir. Robot yoğunluğunun en az olduğu üç Avrupa ülkesi olan Romanya, Polonya ve Portekiz de ise imalat sanayinde saatlik işçi ücreti 12 euro'nun altındadır. Bu durum, robot yatırımlarında, ülkelerdeki işçi ücretlerinin önemine işaret etmektedir (Cséfalvay, 2023).

Dünyada kullanılan endüstriyel robot sayısı, son dönemde artmıştır. Bu durum, aşağıda bulunan Şekil 2'de görülmektedir. Dünyada sanayi sektöründe kullanılan robot sayısı, son on yılda, 1,15 milyondan 3,47 milyona çıkmıştır. Bu yükseliş eğilimine rağmen; dünyada yapılan robot yatırımlarının toplam yatırımlar içindeki payı hâlen çok düşüktür. Robot yatırımları, 2015 yılında, 1995 yılına göre önemli ölçüde artsa da toplam ekipman yatırımları içinde oldukça küçük bir paya sahiptir. 2015 yılında robotlara yapılan yatırımın toplam yatırımlar içindeki payı, yüzde 0,3 civarındadır. Robotların toplam sermaye oluşumu içindeki oranı ise daha düşüktür. 2015 yılında bu oran, yüzde 0,1'e ancak ulaşmıştır. 1995 ile 2015 yılları arasında yapılan robot yatırımları, en çok imalat sanayi alanında yoğunlaşmaktadır. İmalat sanayi dışındaki alanlarda yapılan robot yatırımları ihmal edilebilir düzeydedir. Tarım, madencilik, hizmetler sektörlerinde robotlar kullanılmaktadır; ama ekonominin tamamına bakıldığında robotlardan faydalanma oranı epey düşüktür. Robot yatırımları, imalat sanayi içinde, otomotiv sektörü, metal sanayi gibi belli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Robotlar, tekstil, yiyecek içecek sektörleri gibi hafif sanayilerde çok az kullanılmaktadırlar (Benmelech ve Zator, 2022). Robot yatırımları, günümüzde, belli alanlarda yoğunlaşmalarına ve toplam içinde küçük bir paya sahip olmalarına rağmen; gelecek dönemlerde daha çok artması beklenmektedir.



Şekil 2. Kullanılan Toplam Endüstriyel Robot Sayısı (Sayılar 1000 olarak ifade edilmiştir).
Kaynak: Bill vd. 2022.

2.1.6. Robotların Üretim Ağları Üzerindeki Etkileri

Son dönemde Endüstri 4.0 süreci ile ilişkili teknolojilerin kullanımının yayılması, yeni üretim ağlarının ortaya çıkmasına neden olduğu gibi; mevcut üretim ağlarının yapısında da önemli değişimlere yol açmaktadır. Robotlar da bu Endüstri 4.0 teknolojilerinin arasında bulunmaktadır. Robotların üretimi, dağıtımı ve satışı, yeni bir üretim ağının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Fu ve Cheng, 2022). Robot üretimi ağı, yeni istihdam olanakları yaratmasının yanında; yatırımların ve yeniliklerin de meydana gelmesine sebep olarak, ekonomide önemli dönüşümler yaratmaktadır (Cséfalvai, 2023). Robot üretim ağı dört bölümden oluşmaktadır. Bu aşamalardan ilki, robotların geliştirilmesidir. Firmalar, üniversiteler ve araştırma kuruluşları, robotik alanındaki son teknolojileri geliştirmektedirler. Bu aşamada faaliyet gösteren firmaların temel etkinliği, araştırma ve geliştirmedir. İkinci aşama, robot imalatıdır. Robot imalatçıların temel faaliyeti robotların üretilmesidir. Robot üreticisi firmalar geniş ölçekte robot imalatı yapmakta ve satış faaliyetleri gerçekleştirmektedirler. Bu temel faaliyetlerinin yanında, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde de bulunabilmektedirler. Robot üretim ağının üçüncü aşaması, robotların kullanıcıların üretim sistemlerine entegre edilmesidir. Sistem entegratörleri, son tüketici ile robot üreticileri arasında bulunmaktadır. Robotik sistemlerin karmaşık bir doğası vardır. Robot sistemleri, robot kullanan son tüketicilerin ihtiyaçlarına göre önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu nedenle, robot sistemlerinin bu değişiklikleri dikkate alarak düzenlenmesi gerekmektedir. Sistem entegratörleri, son kullanıcıların robotları üretim süreçlerine adapte etmelerine yardımcı olmaktadır. Robot üretim ağının son aşaması ise, robotların üretim süreçlerinde kullanılmasıdır. Tüketiciler, üretim süreçlerinde, robotları üretim faktörü olarak kullanan firmalardır (Cséfalvai ve Gkotsis, 2022; Fu ve Cheng, 2022; Leigh ve Kraft, 2017).

Robot üretim ağının ilk aşaması, robotik alanında yapılan araştırma ve geliştirme süreçlerini kapsamaktadır. Robotik araştırmaları, makine ve elektrik mühendisliği, bilgisayar ve bilişsel bilimler, biyoloji ile ilgili alanlar gibi çok farklı disiplinleri içermektedir. Özellikle yazılım geliştirmesi, robotik araştırmalarında oldukça önemlidir (Leigh ve Kraft, 2017). Çok

farklı sektörlerde kullanılacak robotlar, bu alanlarda yapılan araştırmaların sonucunda ortaya çıkmaktadırlar. ABD, robotik araştırmalarında öncü ülke konumundadır. Japonya, Çin, Almanya, Güney Kore gibi gelişmiş ülkeler de, robotik araştırmalarına önemli yatırımlar yapmaktadırlar (Ghiasi ve Lariviere, 2015). Robot üretim ağının ikinci aşaması olan robot imalatı, robot geliştirme aşamasında olduğu gibi, az sayıda ülkede yoğunlaşmaktadır. Özellikle Almanya ve Japonya, robot imalatında lider ülkelerdir. İki faktör, bu durumun ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Güçlü imalat sanayi tabanına sahip ülkeler, diğer ülkelere göre robot üretiminde daha çok öne çıkmaktadırlar. İmalat bilgisi, bu ülkeleri, robot üretim sürecinde rakiplerine göre daha avantajlı duruma getirmektedir. İkinci faktör, robot kullanan son tüketicilere olan yakınlıktır. Güçlü otomotiv ve elektronik sektörlerine sahip ülkeler, bu sektörlerin daha az geliştiği ülkelere göre daha fazla robot üretmektedirler (Cséfalvay ve Gkotsis, 2022). Robot üretim ağının ilk iki aşaması, belli başlı ülkelerde yoğunlaşırken; son iki aşaması olan entegrasyon ve robotların son tüketiciler tarafından kullanımı, daha fazla ülkeyi kapsamaktadır. Özellikle, robotik alanında rekabetçi olmak isteyen gelişmekte olan ülkelerin, robotik alanında araştırma ve geliştirme ile robot üretimine gereken önemi vermeleri gerekmektedir.

2.2. Robotik Süreç Otomasyonunun Ekonomide Yarattığı Dönüşümler

Almanya imalat sanayi, artan küresel rekabet, iktisadi krizler, değişen tüketici alışkanlıkları, enerji tedariginde yaşanan sorunlar gibi nedenlerle değişime zorlanmaktadır (Bartodziej, 2017). Almanya, imalat sanayinin karşı karşıya kaldığı bu zorlukların üstesinden gelmek için Endüstri 4.0 sürecini başlatmıştır. Endüstri 4.0, 2013 yılında, Almanya imalat sanayini dijital teknolojiler yardımıyla değiştirmeyi ve küresel pazarlardaki rekabet gücünü arttırmayı hedefleyen Alman stratejik girişimi olarak açıklanmıştır. Endüstri 4.0, en geniş tanımı ile, firmaların üretim ve hizmet süreçlerinde kullandıkları teknolojileri ve içerikleri ifade etmektedir. Siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalarda, fiziksel süreçleri takip edecekler, gerçek sistemlerin sanal kopyalarını üretecekler ve merkezi kontrol olmadan yerel kararlar vereceklerdir. Siber fiziksel sistemler, kendi aralarında olduğu gibi, insanlarla da nesnelere interneti yardımıyla iletişim kuracaklar ve beraber hareket edeceklerdir. Endüstri 4.0, üretim ve hizmet süreçlerinde bu değişimi yaratırken, sekiz temel teknolojiye dayanmaktadır. Bu teknolojiler, eklemeli imalat, siber fiziksel sistemler, simülasyon teknolojileri, robot teknolojisi, veri analitiği ve yapay zekâ, görselleştirme teknolojileri, bulut teknolojisi ve nesnelere internetidir. (Börü ve Tahsin, 2023).

Endüstri 4.0 sürecinin dayandığı teknolojiler, imalat sanayini yeni bir aşamaya taşımakta ve Dördüncü Sanayi Devrimi'ni başlamasına neden olmaktadır (Börü ve Tahsin, 2023). Endüstri 4.0 sürecinin dayandığı teknolojiler, firmalara, karmaşık üretim ve hizmet süreçlerini daha hızlı tamamlama, üretilen malların ve hizmetlerin kalitesini artırma, maliyetleri düşürme gibi fırsatlar sunmaktadırlar. Endüstri 4.0 teknolojileri, aynı zamanda hem firmaların hem de ülkelerin karşı karşıya olduğu dijital dönüşüm sürecinin de temelini oluşturmaktadırlar (Ribeiro vd., 2021). Robotik süreç otomasyonu, firmalara bu imkanları sağlayan Endüstri 4.0 teknolojileri arasında bulunmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, firmaların iş süreçlerini yeniden düzenlenmesine yardımcı olduğu gibi; şirketlerin yeni ürün ve hizmetleri ortaya çıkarmasına da destek olmaktadır (Siderska, 2020).

Endüstri 5.0 kavramı, temel olarak, insanlar ve makineler arasındaki iş birliğine dayanmaktadır. Endüstri 5.0, sürdürülebilir ürünler ve hizmetler yaratmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede Endüstri 5.0 üç temel unsuru kapsamaktadır. Bu unsurlar, insan merkezlilik, sürdürülebilirlik ve esnekliktir. Kapitalist üretim sürecinin gezegenimizin sahip olduğu kapasiteyi zorlamaya başlaması, Endüstri 5.0'in gündeme gelmesinde önemli rol oynamaktadır. Sadece kara odaklanan bir üretim, gezegenimizin karşı karşıya olduğu çevresel ve toplumsal problemleri çözmek için yeterli değildir. Bu nedenle üretim süreci, çevresel ve toplumsal maliyetleri de hesaba katmak durumundadır. Toplumsal ve çevresel maliyetleri dikkate alan ve işçilerin refahına önem veren Endüstri 5.0 teknolojileri arasında ileri robotik uygulamalar da bulunmaktadır. Robotik süreç otomasyonu insanlar ile ortak hareket ederek, iş süreçlerinin daha etkin hale getirilmesine önemli katkı yapmaktadırlar (Fırat, 2023).

Endüstri 4.0 sürecinin dayandığı teknolojiler hem firmaların hem de ülkelerin uluslararası rekabet gücüne önemli katkılar sağlamaktadırlar. Endüstri 5.0 sürecinin dayandığı teknolojiler ise, sosyal ve çevresel maliyetleri dikkate alarak, bireysel ve toplumsal refahı arttırmayı hedeflemektedirler. Robotik süreç otomasyonu, bu iki sürecin özelliklere sahip olan teknolojiler arasında bulunmaktadır. İngiltere'de faaliyet gösteren Telefonica O2 firmasının arka ofis işlerinde robotik süreç otomasyonunu kullanması, bu duruma önemli bir örnektir. Telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren firma, 2004 yılının başında, rekabet gücünü arttırmak için arka ofis işlerinin bir bölümünü Hindistan'da bulunan taşeron firmasına devretmiştir. Hindistan'da ücretler, İngiltere'ye göre daha düşüktür. Bu sayede, Telefonica O2, maliyetlerini azaltmayı hedeflemektedir. Fakat Telefonica O2'nin Hindistan'da bulunan taşeron firmasına devredeceği işlerin bir sınırı olduğu gibi, orada da çalışanların ücretleri yükselmektedir. Telefonica O2, bu sebeplerle, robotik süreç otomasyonunu iş süreçlerinde kullanmaya başlamıştır. Böylece hem maliyetlerini aşağıya çekmiş hem de küresel rekabet gücünü önemli ölçüde arttırmıştır (Lacity vd., 2015).

Firmalara ve ülkelere rekabet avantajı sağlayan robotik süreç otomasyonu, en genel tanımı ile, çalışanların yaptığı işleri taklit eden ve onların yerine yapabilen bir bilgisayar yazılımı olarak ifade edilebilmektedir. Çalışanlar tarafından yapılan belli görevler, robotik süreç otomasyonu tarafından daha hızlı ve daha düşük maliyet ile gerçekleştirilebilmektedir. Robotik süreç otomasyonu, özellikle tekrarlı, rutin ve manuel işleri başarı ile yerine getirebilmektedir. Robotik süreç otomasyonu, bir yazılım olduğundan dolayı, herhangi bir donanıma veya mekanik kısma sahip değildir (Jovanović vd., 2018).

Robotik süreç otomasyonu, otomasyon teknolojilerinin gelişim sürecinde önemli bir aşamadır. Son 70 yılda bilgisayar alanında meydana gelen yenilikler, otomasyon teknolojilerinin ilerlemesinde önemli rol oynamıştır (Taulli, 2020). Bilgisayar yazılımı kullanarak iş süreçleri otomatize etme fikri, ilk defa 1935 yılında Alan Turing tarafından ortaya atılmıştır. Alan Turing, algoritmalar yardımıyla iş süreçlerinin nasıl daha etkin ve hızlı hale getirilebileceğini göstermiştir (Doguc, 2022). Bütün otomasyon teknolojilerini önemli ölçüde etkileyen yenilikler, robotik otomasyon sürecinin de ortaya çıkmasında önemli rol oynamıştır. Arthur Samuel tarafından 1959 yılında IBM için geliştirilen makine öğrenmesi, bu yeniliklerin başında gelmektedir. Makine öğrenmesi, bilgisayarların çeviri ve metin özetleme gibi karmaşık işleri yapabilmesini sağlamıştır. Çeviri ve metin özetleme konusunda yaşanan sorunlar, doğal dil işleme alanındaki gelişmelerin önünü açmıştır. 1960'lı yıllardan itibaren önemli ilerlemeler kaydeden doğal dil işleme yazılımları, bilgisayarların insan dilini anlamasını hedeflemektedirler. Makine öğrenmesi ve doğal dil işleme alanında meydana gelen yenilikler,

ekran kazıma teknolojisi ile birlikte, 2000'li yılların başında basit robotik süreç otomasyonu uygulamalarının ortaya çıkmasında oldukça etkili olmuşlardır (Yetiz vd., 2021). Robotik süreç otomasyonu, özellikle, 2016 yılından itibaren hizmetler sektörü olmak üzere birçok alanda kullanılmaya başlamıştır (Madakam vd., 2019).

Özellikle veri, süreç ve entegrasyon ile ilgili alanlardaki işlerde, robotik süreç otomasyonu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu durum, aşağıda bulunan Tablo 1'de görülmektedir. Robotik süreç otomasyonu, veri transferi, dosya işleme, veri analizi, akış kontrol, olay tetikleme, bulut ve benzeri uygulamalara erişim gibi görevleri başarı ile yerine getirebilmektedir (Hofman vd., 2020). Robotik süreç otomasyonun hangi özelliklere sahip işler için uygun olduğu, Tablo 1'de görülen robotik süreç otomasyonun kullanıldığı alanlar incelendiğinde ortaya çıkmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, her şeyden önce belirli kurallar çerçevesinde çok fazla sayıda yapılan, manuel, çok tekrarlı, standart işler için uygundur. Çok fazla sistemle entegre çalışan, az karmaşık, iyi belgelenmiş, veri girişlerinin dijital ortamdan olduğu süreçlerde robotik süreç otomasyonu kullanılması, başarılı sonuçlar vermektedir (Syed vd., 2020).

Tablo 1. Robotik Süreç Otomasyonunda Görev Sınıfları

Görev	Görevler Sınıfı	Açıklama	Örnekler
Veri ile ilgili	Veri transferi	Veri aktarımı ile ilgili işlevler	Veri şifreleme, dosya yükleme
	Dosya işleme	Dosya biçimlerini değiştirmek, şifrelemek, kodlamak	Dosyaları şifreleme ve kodlama, dosya biçim değişimi
	Veri analizi	Verilerin analiz edilmesi	Konuşmayı metne dönüştürme, optik karakter tanıma
Entegrasyon ile ilgili	Uygulama operatörü	Diğer uygulamalara erişme ve çalıştırma	Başka uygulamalarda değerleri değiştirmek
	Bulut hizmet operatörü	Bulut hizmetlerine erişme ve çalıştırma	Sosyal medya platformlarında bilgi yayınlama
	Girdi aracı operatörü	Girdi araçları kullanımında insanın taklit edilmesi	Tıklama, sürüklenme, genişletme, kapatma
Süreç ile ilgili	Olay tetikleyicisi	Belli bir olayı, daha ileri etkinlikleri başlatması için bekleten fonksiyonlar	Dosya değişikliklerini algılama, görüntü ortaya çıkması ile tetikleme
	Akış kontrol operatörü	Belli bir koreografiye öğelerin bağlanması	Döngüler, kullanıcı etkileşimleri

Kaynak: Hofmann vd. 2020.

Robotik süreç otomasyonu, doğru şekilde uygulandığında, firmalara çok önemli kazanımlar sağlamaktadır. Robotik süreç otomasyonun operasyon etkinliğini arttırması, bu faydaların başında gelmektedir. Robotik süreç otomasyonun kullanılması hem iş kapasitesini arttırmakta hem de görevlerin daha hızlı tamamlanmasına neden olmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, operasyon etkinliğini arttırmasının yanında, işlerin daha doğru yapılmasına da sebep olmaktadır. Özellikle manuel müdahale gerekliliğinin fazla olduğu işlerde robotik süreç otomasyonun kullanılması, hata yapma olasılığını önemli ölçüde azaltmaktadır. İşlerde hata yapma riskinin robotik süreç otomasyonu yardımıyla önemli ölçüde azalması, üretilen ürün ve hizmetlerin kalitesinin artmasına neden olmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, 24 saat aralıksız çalışabilmektedir. Bu durum, yukarıda ifade edilen özellikler ile birlikte, iş gücü tasarrufuna neden olmaktadır. Tekrarlı ve sıkıcı işlerin robotik süreç otomasyonu tarafından yapılması, çalışanların katma değeri daha yüksek olan faaliyetlere daha fazla zaman ayırabilmesine imkân

vermektedir. Bu sayede hem çalışan hem de müşteri memnuniyeti artmaktadır. İş süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanılması sağladığı bütün bu faydalar dikkate alındığında; firmalarda robotik süreç otomasyonu kullanımının önemli verimlilik kazanımlarını beraberinde getireceği rahatlıkla iddia edilebilmektedir (Doguc, 2022; Santos vd., 2020; Syed vd., 2020).

Firmalara önemli faydalar sağlayan robotik süreç otomasyonu, robotlar ile benzer şekilde, ekonominin tamamında önemli değişimler yaratacak potansiyele sahiptir. Robotlar, bir önceki bölümde açıklandığı gibi, emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar ve hizmetler sektöründe önemli değişimler yaratmaktadırlar. Robotik süreç otomasyonun bu alanlarda yaratacağı değişimler, Çalışmanın bu bölümünde, robotların bu ilgili alanlarda yarattığı dönüşümler temel alınarak incelenecektir. Robotik süreç otomasyonunun üretim zinciri de robot üretim zinciri gibi, gelecek dönemlerde ülke ekonomilerinin gelişmesine önemli katkılar sağlayacak özelliklere sahiptir. Bu çerçevede, çalışmanın bu bölümünde, robotik süreç otomasyonunun üretim zincirinin özelliklerinden de bahsedilecektir.

2.2.1. Robotik Süreç Otomasyonun İstihdam Üzerindeki Etkileri

İstihdam, robotların ekonomide en büyük dönüşümleri yarattığı alanların başında gelmektedir. Robotik süreç otomasyonunun da gelecek dönemde, bu alanda benzer etkileri yaratması beklenmektedir. Robotların istihdamda nasıl bir dönüşüme yol açacağı, yer değişim etkisi ile üretkenlik etkisinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Robotik süreç otomasyonunun istihdamda yaratacağı değişimin de bu iki etkinin sonucu olarak meydana gelmesi oldukça olasıdır. Robotik süreç otomasyonunun yarattığı yer değişim etkisi, firma düzeyinde, Madakam vd. (2019) çalışması tarafından gösterilmiştir. Bu çalışmada, O2 firmasının robotik süreç otomasyonunu kullanmasının istihdam üzerinde yarattığı etkiler incelenmiştir. İngiltere'de bulunan O2 firması, robotik süreç otomasyonunu iş süreçlerinde kullanan ilk firmalar arasındadır. Firma, İngiltere'nin en büyük telekomünikasyon şirketlerinden biridir ve yaklaşık 25 milyon müşterisi bulunmaktadır. O2 firması, 2012 ile 2015 yılları arasında, robotik süreç otomasyonunu iş süreçlerinde kullanmıştır. Firma tarafından kullanılan tek bir robotik süreç otomasyonu yazılımı, bu dönemde, 150 çalışan tarafından yapılan bir işi tek başına yapmayı başarmıştır. Bu sayede, O2 firması hem verimliliğini arttırmış hem de maliyetlerini aşağıya çekmiştir (Madakam vd., 2019). Fakat robotik süreç otomasyonunun kullanımı iş kaybına neden olarak, toplam istihdam üzerinde olumsuz etki yaratmıştır. Üretkenlik etkisi, robotik süreç otomasyonunun istihdamda yarattığı değişimde, istihdam etkisi kadar önemli rol oynamaktadır. Robotik süreç otomasyonu ile firma çalışanlarının gelecek dönemde birçok alanda beraber hareket etmesi beklenmektedir. Bu durumun sonucu olarak, yeni işler ortaya çıkacaktır (Siderska, 2020). Fakat bu işler, yaratıcılık ve problem çözme gibi yeteneklere gereksinim duyacaklardır. Dolayısıyla, yüksek niteliklere sahip olan iş gücüne olan talep artacaktır. Üretkenlik etkisi, çalışanların ortaya çıkacak bu yeni alanlarda iş bulabilmesi durumunda, yer değişim etkisini dengeleyecek; yer değişim etkisinin istihdam üzerinde yarattığı negatif etkileri ortadan kaldıracaktır.

2.2.2. Robotik Süreç Otomasyonun İşleri Niteliği Üzerindeki Etkileri

İşlerin niteliği, robotların ekonomide önemli değişimler yarattığı alanlardan biridir. Robotlar, rutin ve manuel işleri yapmaktadırlar. Bu nedenle, özellikle imalat sanayinde, düşük

nitelikli işlerde, istihdam kaybına neden olmaktadır. Benzer bir etkiyi, robotik süreç otomasyonunun da yaratması oldukça olasıdır. Robotik süreç otomasyonu, yukarıda da açıklandığı gibi, rutin, tekrarlı ve manuel işleri başarı ile gerçekleştirmektedir. Bu durumun sonucu olarak, robotik süreç otomasyonu, daha çok rutin ve manuel işlerde istihdam olanaklarına sahip olan düşük nitelikli çalışanların yerini almaktadır. Yüksek nitelikli çalışanlar ise robotik süreç otomasyonunun iş süreçlerinde kullanılmasından olumlu etkilenmektedirler. Robotik süreç otomasyonu yazılımları ile firma çalışanlarının beraber hareket edeceği çalışma gruplarının ortaya çıkması beklenmektedir. Hem robotik süreç otomasyonu yazılımları hem de çalışanlar, bu çalışma gruplarında, kendilerine en uygun olan işleri yapacaklardır. Çalışanlar, problem çözmeye odaklı, yaratıcı işler ile ilgilenirken; robotik süreç otomasyonu yazılımları, rutin ve sıkıcı görevleri yerine getireceklerdir (Lacity ve Willcocks, 2016). Bu çalışma ortamı için gerekli donanımına sahip olan yüksek nitelikli çalışanlara olan talep artarken; robotik süreç otomasyonunun gerçekleştirdiği işleri yapan düşük nitelikli çalışanlara olan talep ise azalacaktır. Olası istihdam kayıplarının önlenmesinde hükûmetlere önemli görevler düşmektedir. Hükûmetlerin, çalışanların yeniden eğitimine ağırlık vermesi; eğitim programlarını yaratıcılık ve problem çözme gibi yetenekleri geliştirecek şekilde yeniden düzenlemesi oldukça önemlidir.

2.2.3. Robotik Süreç Otomasyonun Üretkenlik Üzerindeki Etkileri

Robotların üretim süreçlerinde kullanımı, önemli üretkenlik kazanımlarına neden olmaktadır. Bu eğilim, sektör ve ülke düzeyleri için farklı çalışmalarda gösterilmiştir. Robotik süreç otomasyonu, 24 saat aralıksız çalışabilmekte; tekdüze ve sıkıcı işleri çalışanların yerine hızlı ve hatasız bir şekilde yapabilmektedir. Robotik süreç otomasyonu sayesinde sıkıcı ve tekdüze işleri yapmayı bırakan çalışanlar, katma değeri yüksek olan faaliyetlere daha fazla vakit ayırabilmektedirler. Robotik süreç otomasyonu, sahip olduğu bu özellikler nedeniyle hem firma hem de sektör düzeylerinde, önemli üretkenlik kazanımı yaratacak potansiyele sahiptir (Syed vd., 2020). Firma düzeyinde yapılan araştırmalar da robotik süreç otomasyonunun yarattığı bu etkiyi ortaya koymaktadırlar. Aguirre ve Rodriguez, (2017), bu çalışmalardan biridir. Bu çalışmada, Kolombiya'da faaliyet gösteren bir firmanın ödeme belgesi oluşturma sürecinde robotik süreç otomasyonu kullanmasının üretkenlik üzerinde yarattığı etkiler incelenmiştir. Çalışanlar, bu çalışmada, iki gruba ayrılmıştır. Robotik süreç otomasyonu ilk grupta kullanılmaktadır. Arka ofis işleri, bu grupta, robotik süreç otomasyonu tarafından yapılırken; robotik süreç otomasyonu ve çalışanlar ön ofis işlerini yapmak için beraber hareket etmektedirler. İkinci grupta ise, işleri yapmak için robotik süreç otomasyonu kullanılmamaktadır. Hem ön ofis hem de arka ofis işleri, çalışanlar tarafından yapılmaktadır. İki grubun performans sonuçları, aşağıda bulunan Tablo 2'de gösterilmektedir. Tablo 2'deki sonuçlar, bir haftalık süreci kapsamaktadır. Robotik süreç otomasyonu kullanılmadığı durumda, çalışan başına düşen iş sayısı 270'dir. Robotik süreç otomasyonu kullanıldığında ise, bu sayı, 326'ya çıkmaktadır. Dolayısıyla, robotik süreç otomasyonu kullanımının, robotik süreç otomasyonunun kullanılmadığı duruma göre verimliliği, %20 civarı arttırdığı iddia edilebilmektedir (Aguirre ve Rodriguez, 2017). Bu durum, robotik süreç otomasyonunun üretkenlik artışında oynadığı önemli rolü göstermektedir.

Tablo 2. Robotik Süreç Otomasyonu Uygulama Sonuçları

Robotik süreç otomasyonu kullanan grup	Çalışan sayısı	22
	Ortalam iş süresi	431
	Toplam iş sayısı	7163
	Çalışan başına düşen iş sayısı	326
Robotik süreç otomasyonu kullanmayan grup	Çalışan sayısı	13
	Ortalam iş süresi	440
	Toplam iş sayısı	3505
	Çalışan başına düşen iş sayısı	270

Kaynak: Aguirre ve Rodriguez, 2017.

2.2.4. Robotik Süreç Otomasyonun Hizmetler Sektörü Üzerindeki Etkileri

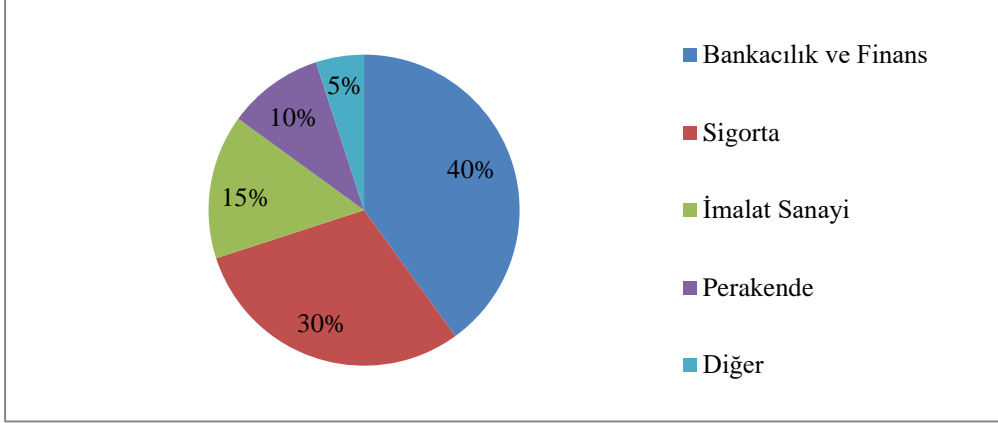
Robotların hizmetler sektöründe yarattığı dönüşümün etkisi sınırlıdır. Robotlar, esas olarak imalat sanayinde yoğun olarak kullanılmaktadırlar. Fakat benzer bir durum, robotik süreç otomasyonu için söz konusu değildir. Hizmetler sektörü, robotik süreç otomasyonunun en çok kullanıldığı alandır. Robotik süreç otomasyonundan bankacılık ve finans sektörü başta olmak üzere, hizmetler sektörünün çok farklı alanlarında, üretkenlik ve çıktı artışı sağlaması nedeniyle faydalanılmaktadır. Havacılık sektörü, robotik süreç otomasyonunun hizmetler sektöründe önemli etkiler yarattığı alanlardan biridir. Havacılık hizmetleri alanında, manuel, rutin ve tekrarlı çok fazla iş bulunmaktadır. Bu işler, zaman kaybına neden olduğu gibi, önemli hata risklerine de sahiptirler. Seyahat acenteleri tarafından düzenlenen biletlerin kontrol edilmesi, bu işlerin en önemlilerinden biridir. Uçuş iptalleri ve yenilenen rezervasyonları yönetmek için de robotik süreç otomasyonundan havacılık sektöründe faydalanılmaktadır. Havacılık sektöründeki bu tip işlerde robotik süreç otomasyonunun kullanılması, üretkenliği arttırdığı gibi, insan kaynaklı hataların da önüne geçmektedir. Robotik süreç otomasyonunun kullanımı, uluslararası rekabetin çok yoğun olduğu havacılık sektöründe, firmaların rekabet gücüne de önemli katkı sağlamaktadır (Seçkiner vd., 2021).

Sigorta sektörü, hizmetler sektöründe robotik süreç otomasyonun sık kullanıldığı başka bir alandır. Rutin, manuel ve tekrarlı işlerin sayısı, sigorta sektöründe de havacılık sektöründe olduğu gibi fazladır. Müşterilere standart poliçelerin email yolu iletilmesi, bu poliçelerin kontrolü gibi işler, robotik süreç otomasyonu ile yapılmaya uygundur. Bu iş süreçlerinde robotik süreç otomasyonunun kullanılması, önemli üretkenlik kazanımlarını da beraberinde getirmektedir. Xchanginging firması, şirketlere robotik süreç otomasyonu alanında uygulama ve danışmanlık hizmeti vermektedir. Şirket, sigorta sektöründe faaliyet gösteren bir müşterisine, manuel ve tekrarlı işlerinde robotik süreç otomasyonu kullanması için uygulama ve danışmanlık hizmeti vermiştir. Bu sayede, çalışanlardan oluşan bir ekibin birkaç günde yaptığı bir iş, tek bir robotik süreç otomasyonu yazılımı ile 30 dakikada yapılmıştır (Lacity ve Willcocks, 2016). Robotik süreç otomasyonu, sigortacılık ve havacılık sektörlerinin dışında da hizmetler sektörünün birçok alanında uygulama imkanına sahiptir. Bu durum, aşağıda bulunan Tablo 3'de görülmektedir. Türkiye'de de robotik süreç otomasyonu uygulamaları, dünyada olduğu gibi, hizmetler sektöründe yoğunlaşmaktadır. Bu eğilimin gelecek dönemlerde artarak devam etmesi beklenmektedir.

2.2.5. Robotik Süreç Otomasyonun Yatırımlar Üzerindeki Etkileri

Yatırımlar, robotik süreç otomasyonunun, robotlar gibi, ekonomide önemli dönüşüm yaratma potansiyelinin olduğu alanlardan biridir. Çalışanların yerine robotların kullanılması ile elde edilecek maliyet tasarrufu, bir önceki bölümde ifade edildiği gibi, robot yatırımlarının en önemli nedenidir. Benzer bir durum, robotik süreç otomasyonu için de söz konusudur. Robotik süreç otomasyonunun yıllık lisans ücreti, 3000 EUR ile 8000 EUR arasında değişmektedir. Avrupa Birliği'nde bulunan ülkelerde çalışanların ortalama yıllık maaşı ise, 30000 EUR civarındadır. Tek bir çalışanın ortalama yıllık maaşı, robotik süreç otomasyonunun maliyetinin yaklaşık üç katıdır. Robotik süreç otomasyonu, çalışanların ortalama yıllık maaşından daha düşük maliyete sahip olmasının yanında; 24 saat kesintisiz çalışabilmektedir. Robotik süreç otomasyonu, bütün bu etkilerin sonucunda firmalara önemli maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Anagnoste, 2017). Bu maliyet tasarrufu, firmaları robotik süreç otomasyonu yatırımı yapmaya teşvik eden faktörlerin başında gelmektedir. Rutin işlerin sıklığı, endüstri ölçeği, şirketlerin faaliyet gösterdiği sektördeki uluslararası rekabetin yoğunluğu gibi faktörler de firmaların robot yatırımı yapmasında etkili olmaktadır. Robotik süreç otomasyonu yatırımları için de benzer durum söz konusudur. Robotik süreç otomasyonu, rutin işler için uygundur. Robotik süreç otomasyonu ile yapılacak işlerin çok tekrarlı ve manuel olması gerekmektedir. Bu tür işler, ölçek yoğun endüstrilerde daha çok bulunmaktadır. Küresel rekabet, firmaların robotik süreç otomasyonu yapmasında önemli rol oynamaktadır. Üretkenlik artışına neden olan robotik süreç otomasyonu, şirketlerin küresel rekabet güçlerini hem korumasına hem de arttırmasına önemli katkı yapmaktadır. İngiltere'de bulunan Telefonica O2 firmasının robotik süreç otomasyonuna önemli yatırımlar yapmasının temel nedeni, küresel rekabet gücünü korumaktadır (Lacity vd., 2015). Dolayısıyla, bu üç faktör de robotlar da olduğu gibi, firmaları robotik süreç otomasyonu yatırımı yapmaya teşvik etmektedir.

Robot yatırımlarının toplam yatırımlar içindeki payı düşüktür. Robotik süreç otomasyonu alanında yapılan yatırımların gelecek dönemlerde daha çok artması beklenmektedir. Fakat benzer bir eğilimin robotik süreç otomasyonu yatırımları için de söz konusu olması, oldukça muhtemeldir. Robotik süreç otomasyonu temel olarak bir yazılım lisansıdır (Aguirre ve Rodriguez, 2017). Bu sebeple, robotik süreç otomasyonu kullanımı için büyük miktarda donanım yatırımına ihtiyaç bulunmamaktadır. Dolayısıyla, robotik süreç otomasyonunun yatırım maliyeti, diğer bilgi işlem teknolojilerine göre daha düşüktür (Suri vd., 2017). Bu nedenlerle, robotik süreç otomasyonu yatırımlarının toplam yatırımlar içindeki payı, gelecek dönemlerde büyük olasılıkla düşük olacaktır. Robot yatırımları temel olarak imalat sanayi alanında yoğunlaşmaktadır. İmalat sanayi alanı dışında robot kullanımı çok azdır. Fakat benzer bir durum, robotik süreç otomasyonu için söz konusu değildir. Hizmetler sektörü, robotik süreç otomasyonu yatırımlarının ve kullanımının en çok yoğunlaştığı alandır. Bankacılık ve sigortacılık, Dünyada 2022 yılında robotik süreç otomasyonunun en yoğun olarak kullanıldığı sektörlerdir. Bu iki sektörü, bilgi işlem teknolojileri ve lojistik sektörleri takip etmektedir. İmalat sanayinde robotik süreç otomasyonu kullanımı, bu dört sektörün gerisinde bulunmaktadır (Grand View Research, 2023). Benzer bir durum Türkiye içinde söz konusudur. Özdem ve Bora, (2022) çalışmasına göre, bankacılık ve finans sektörü, Türkiye'de robotik süreç otomasyonun en çok kullanıldığı alandır. Bankacılık ve finans sektörünün ardından sigorta sektörü gelmektedir. İmalat sanayi, bu iki sektörün gerisinde bulunmaktadır. Bu durumu aşağıda bulunan Şekil 3 göstermektedir. Hem Dünya'da hem Türkiye'de hizmetler sektörü, robotik süreç otomasyonu yatırımlarının yoğunlaştığı en önemli alandır.



Şekil 3. Türkiye'de Robotik Süreç Otomasyonun Sektörlerde Kullanım Oranları.
Kaynak: Özdem ve Bora, 2022

2.2.6. Robotik Süreç Otomasyonun Üretim Ağları Üzerindeki Etkileri

Robotik süreç otomasyonu, robotlar gibi yeni bir üretim ağının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Fakat bu üretim ağı, son dönemde meydana gelmiştir. Bu nedenle, ekonomi üzerinde robotlar kadar önemli etkiler yaratamamaktadır. Robotik süreç otomasyonu üretim ağı, robot üretim ağından farklı olarak, imalat aşamasına sahip değildir. İmalat süreci, istihdam ve yatırım gibi alanlarda önemli artış yaratmaktadır. Robotik süreç otomasyonu temel olarak bir bilgisayar yazılımıdır ve üretim sürecinde imalat aşaması bulunmamaktadır. Dolayısıyla, robotik süreç otomasyonu üretim ağı, robot üretim ağının imalat sürecinin ekonomi üzerinde yarattığı etkiyi yapamamaktadır. Robotik süreç otomasyonu üretim ağı, robot üretim ağına göre küçük olmasına rağmen; pazar büyüklüğü 2022 yılında 2,3 milyar dolara ulaşmıştır. Bu rakamın gelecek dönemlerde daha çok artması beklenmektedir (Grand View Research, 2023).

Robotik süreç otomasyonu üretim ağı, üç aşamadan oluşmaktadır. Robotik süreç otomasyonu üretim ağının ilk aşaması, robotlarda olduğu gibi araştırma geliştirmedir. Bu aşamada üniversiteler, firmalar ve araştırma kuruluşları, robotik süreç otomasyonu ile ilgili en son teknolojileri geliştirmektedirler. Robotik süreç otomasyonu ile ilgili araştırmalar henüz başlangıç aşamasındadır. Bu durum, aşağıda bulunan Tablo 3'te görülmektedir. Tablo 3, 1990 ile 2018 yılları arasındaki dönemde Web of Science ve Scopus veri tabanında robotik süreç otomasyonu anahtar kelimesinin arama sonuçlarını göstermektedir. Tablo 3'ten de görülebileceği gibi, robotik süreç otomasyonu alanında yapılan araştırmalar çok azdır. Bu durum, robotik süreç otomasyonu alanında araştırmaların henüz başlangıç aşamasında olduğuna işaret etmektedir. Robotik süreç otomasyonu alanında yapılan araştırmalar, 2015 ile 2018 arasındaki dönemde daha çok yoğunlaşmaktadır. Yapılan çalışmaların çok büyük çoğunluğu, bilgisayar ve yönetim bilimleri alanındadır (Sliz, 2019) Robotik süreç otomasyonu üretim ağının ikinci kısmı, firmaların ihtiyaçları dikkate alınarak geliştirilen yazılımların, firmaların kullanımına hazır hale getirilmesidir. Bu aşamada, yazılım geliştirme, entegrasyon ve satış, robot üretim ağından farklı olarak aynı firmalar tarafından yapılmaktadır. En önemli robotik süreç otomasyonu tedarikçileri arasında, Automation Anywhere (ABD), BluePrim (İngiltere), UiPatch (Romanya), Redwood (Hollanda), Workfusion (ABD) ve Openspan (ABD) bulunmaktadır (Anagnoste, 2017). Bu firmalar, şirketlerin ihtiyaçlarına uygun robotik süreç otomasyonu yazılımlarını geliştirip; onların süreçlerine entegre etmelerinin yanında, robotik süreç otomasyonu ile ilgili eğitim ve danışmanlık hizmetleri de vermektedirler (Lacity ve

Willcocks, 2016). Robotik süreç otomasyonu üretim ağının üçüncü kısmı tüketicilerdir. Son kullanıcılar olan tüketiciler, iş süreçlerini daha etkin hale getirmek için robotik süreç otomasyonunu kullanmaktadırlar. Walmart, American Express, gibi çok uluslu büyük şirketler başta olmak üzere farklı sektörlerden firmalar, robotik süreç otomasyonundan iş süreçlerinde faydalanmaktadırlar (Jovanović vd., 2018).

Tablo 3. Web of Science ve Scopus Veri Tabanlarında Robotik Süreç Otomasyonu Aramasının Sonuçları

Veritabanı	Anahtar Kelime	Yapılan Yayın Sayısı (1990-2018)	
		Hepsi	Bilimsel Makaleler
Web of Science	Robotik süreç otomasyonu	12	3
		1	0
Scopus	Robotik süreç otomasyonu	29	8
		20	6

Kaynak: Sliž, 2019.

Gelişmiş ülkelerde faaliyet gösteren firmalar, robot üretim alanında olduğu gibi, robotik süreç otomasyonu üretim alanında da araştırma geliştirme ile yazılım ve satış aşamalarına hâkim durumdadırlar. Robotik süreç otomasyonu gibi üretkenlik kazanımına neden olan ve çıktıyı arttıran teknolojiler, ekonomik kalkınma sürecinde son derece önemli rol oynamaktadırlar. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkeleri yakalamaları için robotik süreç otomasyonu gibi teknolojilere yatırım yapması, önem taşır. Gelişmekte olan ülkelerin, robotik süreç otomasyonu ağının araştırma geliştirme ile yazılım ve satış aşamalarında dünya ile rekabet edebilir konuma gelmeleri gerekmektedir. Bunun için gelişmekte olan ülkelerde bulunan hükûmetlere önemli görevler düşmektedir. Hükûmetler, firmalara gerekli olan desteği sağlamalı, özellikle araştırma ve geliştirme alanına yatırım yapmalıdırlar.

3. Robotik Süreç Otomasyonu Uygulamaları

Robotik süreç otomasyonu, robotlar gibi, ekonomide büyük dönüşümler yaratacak potansiyele sahiptir. Fakat robotik süreç otomasyonu, robotlardan farklı olarak, en çok hizmetler sektöründe kullanılmaktadır. Bankacılık ve sigortacılık sektörü, robotik süreç otomasyonunun hizmetler sektöründe en çok kullanıldığı alanların başında gelmektedir. Bu nedenle, robotik süreç otomasyonunun yarattığı etkiler, çalışmanın bu bölümde, örnek bankanın iş süreçlerinde kullandığı iki uygulama üzerinden tartışılacaktır. Bu çerçevede, ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanmanın emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar gibi alanlarda yarattığı etkiler incelenecektir. Ayrıca, bu uygulamalarda robotik süreç otomasyonu kullanmanın hizmetler sektöründe neden olduğu dönüşümler de açıklanmaya çalışılacaktır. Bu bölümün son kısmında ise, iki uygulamadan elde edilen faydalar özetlenecektir.

Çalışmada kullanılan veriler, örnek bankanın 2 farklı genel müdürlük birimi tarafından kullanılan robotik süreç otomasyonu uygulamalarından elde edilmiştir. Nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü ve ticari kredi tahsis birimleri tarafından kullanılan robotik süreç otomasyonu uygulamaları, kullandıkları süre boyunca bankanın bilgi işlem ekipleri tarafından incelenmekte, analiz edilmekte ve raporlanmaktadırlar. Bu çalışmada kullanılan veriler örnek bankanın bilgi işlem ekiplerinden alınmıştır. Her iki uygulama da tam olarak ayrıntılı bir

biçimde öğrenilmiştir. Ayrıca, banka içerisinde ilgili robotik süreç otomasyonunu kullanan iş birimleri ile uygulama süreci tartışılmış, verilerin doğruluğu teyit edilmiştir.

3.1. Uygulama 1: Ticari Kredi Tahsis Birimleri Tarafından Kullanılan Robotik Süreç Otomasyonu Uygulaması

Çalışmanın bu bölümde açıklanacak ilk robotik süreç otomasyonu uygulaması, örnek bankanın ticari kredi tahsis birimleri tarafından kullanılmaktadır. Kredi talepleri, bölge ve genel müdürlük ticari kredi tahsis birimlerine değerlendirmeleri için gelmektedir. Bölge ve genel müdürlük birimlerinde çalışanlar, bu talepleri değerlendirmek için 17 farklı ekrandan kredi başvurusunda bulunan kişilerin istihbarat, kredi limiti, aksama durumu gibi bilgilerini toplamakta; ardından da bir dosya oluşturmaktadırlar. Başvuruda bulunan kişilere kredi verilip verilmeyeceğine, hazırlanan bu dosyada bulunan bilgilere göre karar verilmektedir. Ticari kredi tahsis sürecinin operasyonel kısmını oluşturan dosya oluşturma işi, banka tarafından geliştirilen robotik süreç otomasyonu sayesinde otomatik hale getirilmiştir. Robotik süreç otomasyonu, gerekli olan bilgileri toplamakta ve dosyayı oluşturmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, daha sonra bu dosyayı, hem çalışanların rahatlıkla ulaşabileceği bir klasöre bırakmakta, hem de e-posta ile isteyen kişilere iletmektedir. Bu sayede, bölge ve genel müdürlük birimlerinde çalışanlar, dosya oluşturma süreci gibi operasyonel yükü fazla olan işler ile uğraşmayı bırakmakta, katma değeri daha yüksek olan işlere daha fazla ağırlık verebilmektedirler.

Ticari kredi tahsis süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanılmasının değişim yarattığı en önemli alan üretkenliktir. Banka, 2021 yılının Eylül ayının başından itibaren, ticari kredi tahsis süreçlerinde dosya oluşturmak için robotik süreç otomasyonu kullanmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, Eylül 2021 ile Ekim 2023 arasındaki dönemde, 90.877 talebi değerlendirmiş ve dosya oluşturmuştur. Robotik süreç otomasyonu, her bir talebi, ortalama 30 dakikada içinde tamamlamaktadır. Bu süre, aynı işi bir çalışanın yaptığı duruma göre oldukça kısadır. Bir çalışan günde 480 dakika çalışmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, bu süre göz önüne alındığında, ilgili dönemde 5.679 adam/gün iş yapmıştır. Robotik süreç otomasyonu, hem işleri çalışanlara göre daha kısa yapmakta, hem de 7/24 çalışmaktadır. Bu nedenlerle, bankanın ticari kredi tahsis süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanımının önemli üretkenlik kazanımlara sebep olduğu ortaya çıkmaktadır. Ticari kredi tahsis süreçlerinde robotik süreç otomasyonunun kullanılmasının önemli etki yarattığı diğer iki alan istihdam ve işlerin niteliğidir. Bankanın ticari kredi tahsis süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanması, istihdam kaybına neden olmamıştır. Dolayısıyla, üretkenlik etkisi, yer değiştirme etkisine üstün gelmiştir. Çalışanlar, tekrarlı, rutin ve manuel olan dosya oluşturma işi ile uğraşmayı bırakmışlar; değerlendirme ve karar verme gibi yüksek katma değerli ve nitelikli işleri yapmaya başlamışlardır. Böylece ticari kredi tahsis süreci daha etkin hale gelmiştir. Ticari kredi tahsis süreçlerinde dosya oluşturmak için robotik süreç otomasyonu kullanmanın maliyeti de oldukça düşüktür. Ticari kredi tahsis süreçlerinde dosya oluşturmak için robotik süreç otomasyonu geliştirilmesi, 45 adam/gün kadar maliyete neden olmaktadır. Bu maliyet ise, diğer bankacılık uygulamaların geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan maliyet ile kıyaslandığında oldukça azdır. Bütün bu faydalarının işaret ettiği gibi, ticari kredi tahsis süreçlerinde robotik süreç otomasyonunun kullanılması, bankacılık sektöründe önemli değişimlere neden olmaktadır. Çok düşük yatırım maliyeti ile çalışanlar, düşük nitelikli operasyonel işleri yapmayı bırakmakta,

katma değeri daha yüksek işlere daha fazla zaman ayırabilmektedirler. Bu durum, önemli verimlilik kazanımlarını beraberinde getirmektedir.

3.2. Uygulama 2: Nakit Yönetimi Pazarlama Müdürlüğü Tarafından Kullanılan Robotik Süreç Otomasyonu Uygulaması

Bu bölümde tartışılacak ikinci robotik süreç otomasyonu uygulaması, örnek bankanın fatura ödeme süreçlerinde nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü tarafından kullanılmaktadır. Müşterilerin yaptığı fatura ödemelerinde belirli bir adet sınırı bulunmaktadır. Bu sınırın üzerinde fatura ödemesi yapmak isteyen müşteriler, müşteri memnuniyeti ve çözüm merkezi müdürlüğü aracılığıyla fatura ödeme limitlerini artırmak için talepte bulunmaktadır. Bu talepler, nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü çalışanları tarafından, müşterinin türü, müşterinin son bir ayda ödediği fatura sayısı gibi kriterlere bakılarak değerlendirilmektedir. Talepler, değerlendirmenin sonucunda, onaylanmakta ya da ret edilmektedirler. Bu süreç, otomatik hale getirilerek; gelen talepler robotik süreç otomasyonu tarafından değerlendirilmeye başlanmıştır. Robotik süreç otomasyonu, daha önce belirlenen kriterlere göre, müşterilerden gelen talepleri ret etmekte veya onaylamaktadır. Robotik süreç otomasyonu, istisna olarak belirlenen durumlar için herhangi bir işlem yapmamakta; ilgili talebi, nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü çalışanlarına yönlendirmektedir.

Üretkenlik artışı, fatura ödeme süreçlerinde limit artırım taleplerini değerlendirmek için robotik süreç otomasyonu kullanılmasının yarattığı en önemli kazanımdır. Örnek bankada fatura ödeme süreçlerinde limit artırım taleplerini değerlendirmek için robotik süreç otomasyonu kullanımı, 2023 yılının ekim ayında başlamıştır. Robotik süreç otomasyonu, kullanıldığı bir aylık süreçte, hem gelen 320 talebin 247'sini cevaplamış, hem de bu taleplerin çözüm süresini yarıya indirmiştir. Bu durumun sonucu olarak, fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanılması, önemli üretkenlik artışına neden olmuştur. Fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonundan yararlanılmasının önemli etki yarattığı diğer iki alan, istihdam ve işlerin niteliğidir. Fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanımı, istihdam kaybına neden olmamıştır. Bu nedenle, üretkenlik etkisi, yer değiştirme etkisine üstün gelmiştir. Nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü çalışanları, robotik süreç otomasyonu sayesinde, operasyonel yükü fazla olan fatura limit artırım taleplerini değerlendirme işini yapmayı azaltmışlardır. Bu durum, nakit yönetimi pazarlama müdürlüğü çalışanlarının, AR-GE ve pazarlama gibi katma değeri fazla olan faaliyetlere daha çok zaman ayırmasına imkân sağlamıştır. Fatura ödeme süreçlerinde limit artırım taleplerini değerlendirmek için robotik süreç otomasyonu geliştirmenin maliyeti, 20 adam gündür. Bu yazılım geliştirme maliyeti, bankacılık sektöründe kullanılan diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Dolayısıyla, düşük yatırım maliyeti ile geliştirilen robotik süreç otomasyonunun fatura ödeme süreçlerinde kullanılması, bankacılık sektörüne önemli katkı sağlamaktadır. Hem çalışanlar, operasyonel yükü fazla olan işleri yapmayı bırakıp, katma değeri daha fazla olan işlere daha fazla vakit ayırabilmekte; hem de bankanın üretkenliği artmaktadır.

3.3. Ticari Kredi Tahsis Birimleri ve Nakit Yönetimi Pazarlama Müdürlüğü Tarafından Kullanılan Robotik Süreç Otomasyonu Uygulamalarının Yarattığı Etkilerin Değerlendirilmesi

Ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanılması yarattığı etkiler, aşağıda bulunan Tablo 4'te özetlenmektedir. Hem fatura ödeme süreçlerinde limit arttırım taleplerini değerlendirmek için, hem de ticari kredi tahsis süreçlerinde dosya oluşturmak için robotik süreç otomasyonu kullanımı, örnek bankada üretkenlik artışına neden olmuştur. Bu durum, iki faktörden kaynaklanmaktadır. İlk olarak, her iki robotik süreç otomasyonu uygulaması da işlerin yapılış sürelerini çalışanların yaptığı duruma göre önemli ölçüde azaltmışlardır. İkinci olarak, her iki süreçte de robotik süreç otomasyonu kullanımı, çalışanların katma değeri daha yüksek olan faaliyetlere daha fazla zaman ayırabilmesine imkân sağlamıştır. Her iki robotik süreç otomasyonu uygulamasının iş süreçlerinde kullanımı, örnek bankada istihdam kaybına neden olmamıştır. Bu sebeple, üretkenlik etkisi, yer değiştirme etkisine üstün gelmiştir. Ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde kullanılan robotik süreç otomasyonu uygulamalarını geliştirmenin maliyeti, diğer bankacılık uygulamalarına göre oldukça düşüktür. Bu nedenle, örnek banka, düşük yatırım maliyeti ile önemli kazanımlar elde etmektedir. Bu durum, robotik süreç otomasyonu kullanımının bankacılık sektöründe önemli değişim yarattığını ve gelecek dönemde de kullanımının daha çok artacağına işaret etmektedir.

Tablo 4. Ticari Kredi Tahsis ve Fatura Ödeme Süreçlerinde Robotik Süreç Otomasyonu Kullanmanın Yarattığı Etkilerin Sonuçları

Uygulama Alanı	Üretkenlik	İşlerin Niteliği	İstihdam	Yatırım	Hizmetler Sektörü Etkisi
Ticari Kredi Tahsis Süreçleri	Arttırıyor	Yüksek nitelikli işlerin yapılmasına neden olur.	İstihdam kaybına neden olmaz.	Düşük yatırım maliyeti ile gerçekleştirilebiliyor	Dönüşüm yaratıyor.
Fatura Ödeme Süreçleri	Arttırıyor	Yüksek nitelikli işlerin yapılmasına neden olur.	İstihdam kaybına neden olmaz.	Düşük yatırım maliyeti ile gerçekleştirilebiliyor	Dönüşüm yaratıyor.

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonu kullanmanın örnek bankada ortaya çıkardığı kazanımları şu gibi özetleyebiliriz. Her iki uygulamanın kullanılması da örnek bankada istihdam kaybına neden olmamıştır. Bu durum, üretkenlik etkisinin yer değiştirme etkisinden fazla olmasından dolayı ortaya çıkmıştır. Hem ticari kredi tahsis süreçlerinde hem de fatura ödeme süreçlerinde kullanılan robotik süreç otomasyonu uygulamalarını geliştirmenin maliyeti, diğer bankacılık uygulamalarına göre oldukça düşüktür. Ticari kredi tahsis süreçlerinde kullanılan robotik süreç otomasyonunu geliştirmenin maliyeti 45 adam/gündür. Fatura ödeme süreçlerinde kullanılan robotik süreç otomasyonunu geliştirmenin maliyeti ise 20 adam/gündür. Robotik süreç otomasyonu, düşük maliyet ile büyük kazanımlara neden olmaktadır. Her iki uygulamanın da kullanılması, ilgili birimlerde yapılan işlerin niteliğinde önemli değişimlere neden olmuştur. Çalışanlar bankaya katma değeri daha fazla olan faaliyetlere daha fazla zaman ayırma imkanına kavuşmuşlardır. Hem ticari kredi tahsis süreçlerinde hem de fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonundan faydalanılmasını, örnek bankada önemli üretkenlik kazanımlarına neden olmuştur. Robotik süreç otomasyonu, 7/24 çalışmakta ve işleri çalışanlara göre daha kısa sürede bitirmektedir. Robotik süreç

otomasyonu, sahip olduğu özellikler sayesinde hizmetler sektöründe önemli dönüşümlere neden olmaktadır. Bu durum, örnek bankadaki robotik süreç otomasyonu uygulamaları için de geçerlidir. Robotik süreç otomasyonu, üretkenlik ve istihdam üzerinde değişimler yaratarak, iş süreçlerinin daha verimli hale gelmesine neden olmaktadır.

4. Sonuç

Teknolojik değişme, ekonomik büyüme sürecinin arkasındaki temel güçtür. Genel amaçlı teknolojiler, çok farklı alanlarda kullanılabilme, yeni ürün ve hizmetlerin ortaya çıkmasına neden olma ve zaman içinde geliştirilmeye açık olma gibi niteliklere sahiptirler. Genel amaçlı teknolojiler, sahip oldukları bu özellikler nedeniyle teknolojik değişim sürecinde önemli rol oynamaktadırlar. Genel amaçlı teknolojilerin niteliklerine sahip olan robotik süreç otomasyonu ve robotlar da daha önce ortaya çıkan buhar teknolojisi, elektrik enerjisi gibi toplumun her alanında önemli değişimler yaratacak potansiyele sahiptirler.

Bu çalışmada, ilk olarak, robotların ve robotik süreç otomasyonunun ekonomide yarattığı değişimler açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, robotların ve robotik süreç otomasyonunun emek üretkenliği, istihdam, işlerin niteliği, yatırımlar, hizmetler sektörü gibi alanlarda yarattığı dönüşümler ve gelecek dönemde yaratabilecekleri etkiler incelenmiştir. Hem robotlar hem de robotik süreç otomasyonu, kullanıldıkları sektörlerde önemli üretkenlik artışına neden olmaktadır. Robotların ve robotik süreç otomasyonunun iş süreçlerinde kullanılmasının istihdam üzerinde yarattığı değişim, üretkenlik etkisi ile yer değiştirme etkisinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, robotlardan ve robotik süreç otomasyonundan iş süreçlerinde yararlanmanın istihdam üzerinde yarattığı etkiler, ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Robotlardan ve robotik süreç otomasyonundan iş süreçlerinde faydalanılması, işlerin niteliği üzerinde de önemli değişimler yaratmaktadır. Hem robotlar hem de robotik süreç otomasyonu sayesinde, çalışanlar rutin, manuel ve tekrarlı işleri yapmayı bırakmakta; katma değeri daha fazla olan işlere daha fazla zaman ayırma imkânına kavuşmaktadır. Bu durum, özellikle firma düzeyinde önemli katma değer artışına neden olmaktadır. Robotlar esas olarak imalat sanayisinde kullanılmaktadırlar. Hasta bakımı gibi alanlarda kullanımları artmasına rağmen; hizmetler sektöründe kullanımları oldukça sınırlıdır. Robotik süreç otomasyonundan ise esas olarak hizmetler sektöründe faydalanılmaktadır. Robotik süreç otomasyonu, özellikle bankacılık sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Hem robot yatırımlarının hem de robotik süreç otomasyonları yatırımlarının toplam yatırımlar içindeki payı oldukça düşüktür. Bu eğilime rağmen hem robotik süreç otomasyonu hem de robot yatırımlarının ilerleyen dönemlerde artması beklenmektedir.

Çalışmada ikinci olarak, robotik süreç otomasyonunun yarattığı etkiler, örnek bankanın ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçleri üzerinden gösterilmiştir. Her iki süreçte de robotik süreç otomasyonunun kullanılması, üretkenlik artışına neden olmuştur. Bu süreçlerde robotik süreç otomasyonundan faydalanılması, istihdam kaybına neden olmamıştır. Dolayısıyla, üretkenlik etkisi, yer değiştirme etkisine üstün gelmiştir. Ticari kredi tahsis ve fatura ödeme süreçlerinde robotik süreç otomasyonundan yararlanılması sonucunda çalışanlar, rutin manuel ve tekrarlı işleri yapmayı bırakmışlar, katma değeri daha yüksek olan faaliyetlere daha fazla zaman ayırma imkanına kavuşmuşlardır. Robotik süreç otomasyonu, bütün bu kazanımları diğer bankacılık uygulamaları ile karşılaştırıldığında oldukça düşük yatırım maliyeti ile

gerçekleştirmektedir. Yarattığı bütün bu etkiler sayesinde robotik süreç otomasyonu, örnek bankada önemli değişim yaratmıştır.

Devlete robotik süreç otomasyonun ve robotların yarattığı etkileri yönetme sürecinde önemli görevler düşmektedir. Robotik süreç otomasyonu ve robotlar, rutin, manuel ve tekrarlı işleri yapmaktadırlar. Bu sebeple, bu işleri yapan düşük nitelikli çalışanlar işlerini kaybetme riski ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Dolayısıyla çalışanların yeniden eğitilmesi ve yeni yetenekler kazanması büyük önemdedir. Hükümetler, eğitim programlarını yeniden düzenlemeli ve çalışanların yeniden eğitimini teşvik etmelidirler. Robotları geliştirme sürecinde AR-GE ve imalat aşamaları gelişmiş ülkelerde yoğunlaşmaktadır. Benzer bir durum robotik süreç otomasyonu için de söz konusudur. Gelişmiş ülkelerde faaliyet gösteren firmalar, robotik süreç otomasyonu geliştirme sürecinin AR-GE ve yazılım aşamalarında ön plana çıkmaktadırlar. Robotların ve robotik süreç otomasyonun neden olduğu faydalar göz önüne alındığında, gelişmekte olan ülkelerin AR-GE ile geliştirme aşamalarına ağırlık vermesi büyük önemdedir. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkeleri AR-GE ve geliştirme alanlarında yakalayabilmesi için devletin aktif rol oynaması ve özel sektörün yetmediği yerde müdahil olması gerekmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Acemoglu, D., Koster, H.R. and Ozgen, C. (2023). *Robots and workers: Evidence from the Netherlands* (NBER Working Paper No. 31009). Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w31009>
- Acemoglu, D., Lelarge, C. and Restrepo, P. (2020). Competing with robots: Firm-level evidence from France. *AEA Papers and Proceedings*, 128(6), 2188-2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
- Acemoglu, D. and Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 383–388. <https://doi.org/10.1257/pandp.20201003>
- Aguirre, S. and Rodriguez, A. (2017). Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study. In Figueroa-García, J., López-Santana, E., Villa-Ramírez, J., Ferro-Escobar, R. (Eds), *Applied computer sciences in engineering. 4th workshop on engineering applications proceedings* (pp.65-71). Cham: Springer.
- Anagnoste, S. (2017). Robotic automation process-the next major revolution in terms of back office operations improvement. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* 11(1), 676-686. <https://doi.org/10.1515/picbe-2017-0072>
- Allen, A. (2022). *Küresel ekonomi tarihi kısa bir giriş* (Çev. Hande Koçak Cimitoğlu). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Atkinson, R.D. (2018). *Which nations really lead in industrial robot adoption?* (Information Technology & Innovation Foundation November 2018). Retrieved from <https://www2.itif.org/2018-industrial-robot-adoption.pdf>
- Baldwin, R. and Forslid, R. (2020). *Globotics and development: When manufacturing is jobless and services are tradable* (NBER Working Paper No. 26731). Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w26731>
- Bartodziej, C.J. (2017). *The concept industry 4.0*. Wiesbaden: Springer Gabler
- Benmelech, E. and Zator, M. (2022). *Robots and firm investment* (NBER Working Paper No. 29676). Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w29676>
- Bill, M., Müller, C., Kraus, W. and Bieller, S. (2022). *World robotics 2022* (IFR World Robotics 2022). Retrieved from https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf
- Börü, F. ve Tahsin, E. (2023). Türkiye'nin endüstri 4.0'a geçiş sürecinin teknoloji kapasitesi yaklaşımları temelli analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 1293-1314 <https://doi.org/10.11616/asbi.1265937>
- Bresnahan, T.F. and Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies ‘Engines of growth’? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- Cette, G., Devillard, A. and Spiezia, V. (2021). The contribution of robots to productivity growth in 30 OECD countries over 1975–2019. *Economics Letters*, 200, 109762. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109762>
- Cheng, H., Jia, R., Li, D. and Li, H. (2019). The rise of robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 71-88. doi:10.1257/jep.33.2.71
- Crafts, N. (2004). Steam as a general purpose technology: A growth accounting perspective. *The Economic Journal*, 114(495), 338-351. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2003.00200.x>
- Cséfalvay, Z. (2019). Robotization in Central and Eastern Europe: Catching up or dependence? *European Planning Studies*, 28(8), 1534-1553. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1694647>
- Cséfalvay, Z. (2023). As “robots are moving out of the cages”–toward a geography of robotization. *Eurasian Geography and Economics*, 64(1), 89-119. <https://doi.org/10.1080/15387216.2021.1972022>

- Cséfalvai, Z. and Gkotsis, P. (2022). Robotisation race in Europe: The robotisation chain approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 31(8), 693-710. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1849968>
- Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J. and Woessner, N. (2021). The adjustment of labor markets to robots. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), 3104-3153. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab012>
- De Vries, G.J., Gentile, E., Miroudot, S. and Wacker, K.M. (2020). The rise of robots and the fall of routine jobs. *Labour Economics*, 66, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101885>
- Doguc, O. (2022). Robot process automation (RPA) and its future. In U. Hacıoğlu (Ed.), *Handbook of research on strategic fit and design in business ecosystems* (pp. 469-492). USA: IGI Global.
- Eggleston, K., Lee, Y.S. and Iizuka, T. (2021). *Robots and labor in the service sector: Evidence from nursing homes* (NBER Working Paper No. 28322). Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w28322>
- Estolatan, E., Geuna, A., Guerzoni, M. and Nuccio, M. (2018). *Mapping the evolution of the robotics industry: A cross country comparison*. (Università di Torino Working Paper Series No. 12). Retrieved from https://iris.unive.it/retrieve/e4239ddd-cd40-7180-e053-3705fe0a3322/wp_12_2018.pdf
- Fan, H., Hu, Y. and Tang, L. (2021). Labor costs and the adoption of robots in China. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 186, 608-631. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.11.024>
- Fernandez-Macias, E., Klenert, D. and Anton, J.I. (2021). Not so disruptive yet? Characteristics, distribution and determinants of robots in Europe. *Structural Change and Economic Dynamics*, 58, 76-89. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.03.010>
- Firat, S.Ü.O. (2023). Endüstri 4.0'dan endüstri 6.0'a yolculuk. Erişim adresi: <https://www.sanayicidergisi.com.tr/endustri-40dan-endustri-60a-yolculuk-makale,857.html>
- Firat, O.Z. ve Firat, S.Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi*, 46(2), 211-223. doi:10.5152/iujsb.2017.005
- Fu, T. and Cheng, Y. (2022). Regionalisation or domestication? Configurations of China's emerging domestic market-driven industrial robot production networks. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 15(2), 343-365. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsac013>
- Ghiasi, G. and Larivière, V. (2015). Sectoral systems of innovation: The case of robotics research activities. *Scientometrics*, 104, 407-424. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1611-9>
- Graetz, G. and Michaels, G. (2018). Robots at work. *Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753-768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
- Grand View Research. (2023). Robotic process automation (RPA) market analysis, 2018-2030 opportunities beyond COVID-19 crisis. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/robotic-process-automation-rpa-market#>
- Hofmann, P., Samp, C. and Urbach, N. (2020). Robotic process automation. *Electronic Markets*, 30(1), 99-106. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00365-8>
- Jovanovic, B. and Rousseau, P. (2005). *General purpose technologies* (NBER Working Paper No. 11093). Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w11093>
- Jovanović, S.Z., Đurić, J.S. and Šibalića, T.V. (2018). Robotic process automation: Overview and opportunities. *International Journal Advanced Quality*, 46(3-4), 34-39. Retrieved from <https://jusk.rs/>
- Jungmittag, A. (2021). Robotisation of the manufacturing industries in the EU: Convergence or divergence? *The Journal of Technology Transfer*, 46(5), 1269-1290. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09819-0>
- Jungmittag, A. and Pesole, A. (2019). *The impact of robots on labour productivity: A panel data approach covering 9 industries and 12 countries* (JRC Working Papers Series on Labour,

Education and Technology No. 2019/08). Retrieved from <https://www.econstor.eu/handle/10419/231332>

- Koch, M., Manuylov, I. and Smolka, M. (2021). Robots and firms. *The Economic Journal*, 131(638), 2553-2584. <https://doi.org/10.1093/ej/ueab009>
- Kromann, L., Malchow-Møller, N., Skaksen, J.R. and Sørensen, A. (2020). Automation and productivity—a cross-country, cross-industry comparison. *Industrial and Corporate Change*, 29(2), 265-287. <https://doi.org/10.1093/icc/dtz039>
- Lacity, M.C. and Willcocks, L.P. (2016). A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review*, 58(1), 41-49. Retrieved from <https://sloanreview.mit.edu/>
- Lacity, M., Willcocks, L.P. and Craig, A. (2015) *Robotic process automation at Telefónica O2* (The Outsourcing Unit Working Research Paper Series No. 15/02). Retrieved from http://eprints.lse.ac.uk/64516/1/OUWRPS_15_02_published.pdf
- Landes, D. (2017). *Milletlerin zenginliği ve yoksulluğu* (Çev. A.S. Doğru). İstanbul: Feylesof Kitap.
- Leigh, N.G. and Kraft, B.R. (2018). Emerging robotic regions in the United States: Insights for regional economic evolution. *Regional Studies*, 52(6), 804-815. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1269158>
- Macrorie, R., Marvin, S. and While, A. (2021). Robotics and automation in the city: A research agenda. *Urban Geography*, 42(2), 197-217. <https://doi.org/10.1080/02723638.2019.1698868>
- Madakam, S., Holmukhe, R.M. and Jaiswal, D.K. (2019). The future digital work force: Robotic process automation (RPA). *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 16, e201916001. doi 10.4301/s1807-1775201916001
- Moser, P. and Nicholas, T. (2004). Was electricity a general purpose technology? Evidence from historical patent citations. *American Economic Review*, 94(2), 388-394. doi:10.1257/0002828041301407
- Özdem, H. ve Bora, M.P. (2021). Türkiye’de robotik süreç otomasyonu. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.54047/bibtcd.1008340>
- Pratt, G.A. (2015). Is a Cambrian explosion coming for robotics? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 51-60. doi:10.1257/jep.29.3.51
- Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T. and Paiva, S. (2021). Robotic process automation and artificial intelligence in industry 4.0—a literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>
- Santos, F., Pereira, R. and Vasconcelos, J.B. (2020). Toward robotic process automation implementation: An end-to-end perspective. *Business Process Management Journal*, 26(2), 405-420. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2018-0380>
- Seçkiner, S., Metehan, A. ve Eroğlu, Y. (2021). Robotik süreç otomasyonlarının havacılık sektörü uygulamaları ve geleceği. *Journal of Aviation*, 5(2), 290-297. <https://doi.org/10.30518/jav.947025>
- Siderska, J. (2020). Robotic process automation – A driver of digital transformation? *Engineering Management in Production and Services*, 12(2), 21-31. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0009>
- Sliż, P. (2019). Robotization of business processes and the future of the labor market in Poland – Preliminary research. *Organizacja i Kierowanie*, 185(2), 67-79. Retrieved from <https://www.ceeol.com/>
- Suri, V.K., Elia, M. and Van Hillegersberg, J. (2017). Software bots - the next frontier for shared services and functional excellence. In Oshri, I., Kotlarsky, J. and Willcocks, L. (Eds.), *Global sourcing of digital services: Micro and macro perspectives. Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. 81-94). Cham: Springer.
- Syed, R., Suriadi, S., Adams, M., Bandara, W., Leemans, S.J., Ouyang, ... Reijers, H.A. (2020). Robotic process automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, 115, 103162. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103162>

- Tang, C., Huang, K. and Liu, Q. (2021). Robots and skill-biased development in employment structure: Evidence from China. *Economics Letters*, 205, 109960. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109960>
- Tauli, T. (2020). *The robotic process automation handbook: A guide to implementing RPA systems*. Berkeley: Apress.
- Yetiz, F., Turan, Y. ve Canpolat, İ. (2021). Bankacılık süreç otomasyonu ve verimlilik ilişkisi: Bir banka örneği. *Verimlilik Dergisi*, 2(2), 65-80. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.765336>
- Zamalloa, I., Kojcev, R., Hernández, A., Muguruza, I., Usategui, L., Bilbao, A. and Mayoral, V. (2017). *Dissecting robotics-historical overview and future perspectives*. *Acutronic Robotics*, April 2017, 1-9. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1704.08617>

ECONOMIC IMPACTS OF ROBOTS AND ROBOTIC PROCESS AUTOMATION IN THE AGE OF DIGITALIZATION

EXTENDED SUMMARY

The Purpose of the Study

The aim of this study is to explain the changes created by robots and robotic process automation in the economy and discuss the potential they will have in the future. The study differs from other studies by showing the effects of robotic process automation through the applications of the sample bank and trying to explain in detail the changes created by robots and robotic process automation in the economy.

Methodology

In this study, first of all, the changes which are brought about by robots and robotic process automation in the economy have been tried to explain. For this purpose, extensive literature on the subject was examined, and the results were summarized. Secondly, the impacts of robotic process automation are shown through the commercial loan allocation and bill payment processes of the sample bank. For this purpose, data regarding the application results of these two processes from the sample bank were used.

Discussions and Conclusion

In this study, firstly, the changes that are created by robots and robotic process automation in the economy have been tried to be explained. In this context, the transformations that are created by robots and robotic process automation in areas such as labor productivity, employment, quality of jobs, investments, and services sector, as well as the effects they may have in the future, have been examined. Both robots and robotic process automation cause significant productivity increases in the sectors where they are used. The changes that are created by the use of robots and robotic process automation in business processes on employment occur as a result of the productivity effect and the displacement effect. Therefore, the effects of using both robots and robotic process automation in business processes on employment vary between countries. The use of robots and robotic process automation in business processes also creates significant changes in the quality of work. Thanks to both robots and robotic process automation, employees stop doing routine, manual, and repetitive tasks as well as they have the opportunity to spend more time on jobs with more added value. Robots are mainly used in the manufacturing industry. Robot use in the services sector is quite limited. Robotic process automation is mainly used in the services sector. Robotic process automation is especially widely used in the banking industry. The share of both robot investments and robotic process automation investments in total investments is quite low. Despite this trend, both robotic process automation and robot investments are expected to increase in the future.

Secondly, the effects of robotic process automation are demonstrated through the commercial loan allocation and bill payment processes of the sample bank. The utilization of

robotic process automation in both processes has resulted in a productivity increase. Using robotic process automation in these processes did not cause employment loss. Therefore, the productivity effect is bigger than the displacement effect. As a result of utilizing robotic process automation in commercial loan allocation and bill payment processes, employees stopped doing routine, manual, and repetitive tasks. They had the opportunity to spend more time on activities with higher added value. Robotic process automation achieves all these gains with a very low investment cost compared to other banking applications. Thanks to all these effects, robotic process automation has created a significant change in the sample bank.

The state has important duties in managing the effects of robotic process automation and robots. Robotic process automation and robots perform routine, manual, and repetitive tasks. For this reason, low-qualified employees who perform these tasks face the risk of losing their jobs. Therefore, it is of great importance to retrain employees and acquire new skills. Governments should reform training programs and encourage employee retraining. In the robot development process, the R&D and manufacturing stages are concentrated in developed countries. A similar situation applies to robotic process automation. Companies that have operated in developed countries have come to the fore in the R&D and software stages of the robotic automation development process. Considering the benefits caused by robots and robotic process automation, it is of great importance for developing countries to focus on R&D and development stages. In order for developing countries to catch up with developed countries in R&D and development fields, the state must play an active role and intervene where the private sector is not sufficient.