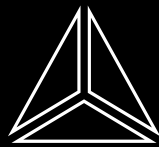
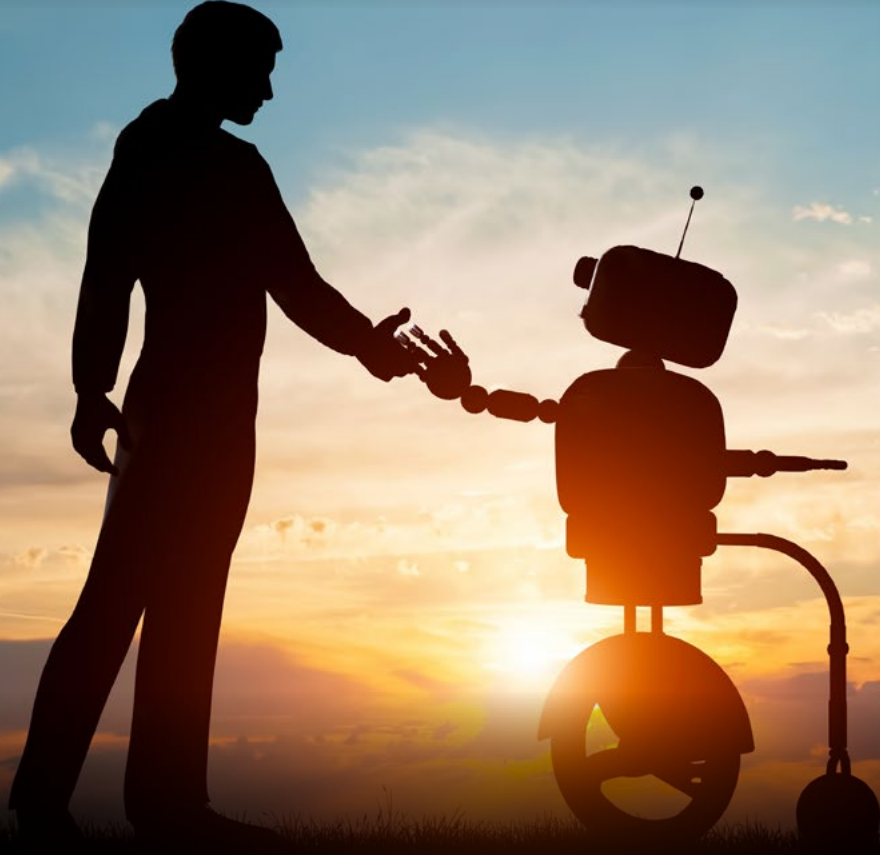


GÜNÜMÜZDE VE YAKIN GELECEKTE **ROBOTLAR**



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi

OUTLOOK | NİSAN 2021

GÜNÜMÜZDE VE YAKIN GELECEKTE ROBOTLAR

Dördüncü Sanayi Devrimi yapay zekânın ve nesnelerin internetinin hızlı gelişimiyle robotik alanında büyük bir atılımın gerçekleşmesini sağladı. Üretimden gündelik hayata robot kullanımı hemen her alanda büyük bir hızla artıyor. Sağlıktan ulaşıma, enerjiden savunmaya robotik gelecek dünyada ve Türkiye’de tüm endüstrilerde yepyeni bir çağın kapılarını aralıyor. Analizimizde tüm bu gelişmelerin günümüz ve gelecekteki olası etkileri ile konunun toplumsal ve hukuki yansımalarını araştırdık.

- 4 » Robotlar ve Endüstriler**
- 10 » Günümüz Dünyasında Robotlar**
- 18 » Günümüzde Robotların Kullanım Alanları ve Şekilleri**
- 29 » COVID-19 Pandemisine Karşı Mücadelede Robot Kullanımı**
- 38 » Savunma ve Güvenlik Alanında Robotlar**
- 44 » Robotlar ve Çalışma Hayatı**
- 52 » Robotiğin Geleceği**
- 67 » Türkiye’de Robotlar**
- 70 » Robotlar İçin Yasal ve Etik Bağlam**
- 74 » Sonsöz Yerine**

İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.’ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

► GİRİŞ

GÜNÜMÜZDE VE YAKIN GELECEKTE ROBOTLAR

Otomasyon, çalışma şeklimizi ve giderek de yaşama şeklimizi değiştiriyor. Verimliliği artırıyor, şirketlerin ve ülkelerin rekabet gücünü korumasını sağlıyor. Yeni ürün ve hizmetler sunulmasına odaklı yeni iş modelleri ortaya çıkarıyor ve şirketlerin bu ürün ve hizmetleri sunma süreçlerindeki verimliliği ve esnekliği artırıyor.

► Otomasyon, çalışma şeklimizi ve giderek de yaşama şeklimizi değiştiriyor. Verimliliği artırıyor, şirketlerin ve ülkelerin rekabet gücünü korumasını sağlıyor. Yeni ürün ve hizmetler sunulmasına odaklı yeni iş modelleri ortaya çıkarıyor ve şirketlerin bu ürün ve hizmetleri sunma süreçlerindeki verimliliği ve esnekliği artırıyor. Ekonomistler verimlilik artışının bir ülkede üretilen ürün ve hizmetlerin değerinin (Gayrisafi Yurtiçi Hasıla -GSYH) artışı, dolayısıyla da istihdam ve maaş düzeyinin artması bakımından kilit önem taşıdığı konusunda hemfikir.

Toplumlar, ürün ve hizmetleri üretme ve sunma şekillerinde, sabandan baskı makinesine ve buharlı motora dek çeşitli yollarla yüzyıllardır otomasyona gidiyor. Bu değişimler de kişi başına düşen geliri ve ortalama yaşam süresini artırıyor. Her yeni otomasyon teknolojisi dalgasıyla birlikte, çeşitli mesleklerin ortadan kalkacağı ve işsiz kalanların çalışacak iş bulamayacağı



korkuları da alevlenir. Kimi durumlarda meslekler gerçekten de ortadan kalkar. Kimi durumlarda ise meslekler değişen teknolojiye ayak uydurur. Bazen de otomasyon belirli mesleklerdeki bazı görevleri üstlenirken, o mesleğe yönelik talebi de artırır. ■

► 1. BÖLÜM

ROBOTLAR VE ENDÜSTRİLER

Günümüzde insansı robotlar, sanayi robotları, hizmet robotları, toplu programlanan sürü robotlar, insansız hava araçları ve hatta mikroskopik nano robotlar üretilebilmektedir.

► Robotlar, otonom olarak veya önceden programlanmış görevleri yerine getirebilen, elektronik ve mekanik birimlerden oluşan, algılama yeteneğine sahip programlanabilir cihazlardır. Robotlar doğrudan bir operatörün kontrolü altında çalışabildikleri gibi bir bilgisayar programının kontrolünde bağımsız olarak da çalışabilirler.

Slavca çalışma/köle/hizmetçi anlamına gelen “robota” kelimesinden gelen robot sözü, ilk olarak Karel Čapek’in^[1] 1920 yılında yazdığı *R.U.R. - Rossum’s Universal Robots*^[2] adlı tiyatro oyununda kullanılmıştır (Türkçeye Halid Fahri tarafından *R.U.R. - Alemşumul Suni Adamlar Fabrikası* adıyla çevrilip, Osmanlıca olarak 1927 yılında Devlet Matbaası tarafından yayınlanmıştır^[3]).

Robotların tasarımı, üretimi ve uygulanmasıyla ilgili teknoloji dalı olan robotik; makine mühendisliği, uçak mühendisliği, uzay mühendisliği, elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, mekatronik mühendisliği ve kontrol mühendisliği dallarının ortak çalışma alanıdır.

Robotlar günümüzde daha çok insanların yapmak istemediği, tekrarlanan veya tehlikeli işlerde, madencilikte ve imalat süreçlerinde, cerrahi ve askeri operasyonlarda veya insanın yaşayamadığı uzay, sualtı, fazla sıcak ve radyasyonlu ortamlarda kullanılmaktadır.

Günümüzde insansı robotlar, sanayi robotları, hizmet robotları, toplu programlanan sürü robotlar, insansız hava araçları ve hatta mikroskopik nano robotlar üretilebilmektedir. Çok çeşitli robot türleri olmakla birlikte hepsi üç temel benzerliği paylaşır: İşlevlerine uygun mekanik bir yapıya sahiptirler, makineye enerji ve kontrol sağlayan elektronik parçaları vardır ve belli düzeyde bir bilgisayar programlama kodu ile çalışırlar.

İlk ticari endüstriyel robotlar genellikle hareketsiz, sabit ve tek bir göreve odaklanan, üretim hattında çalışan robotlardı. Ancak günümüzde robotları, bizler gibi iki ayak üzerinde yürürken, palet zincirleri üzerinde ilerlerken, hatta gökyüzünde uçarken görme olasılığımız

“ ‘Eski’ robot sistemleri büyük ölçüde mekanik destek sistemleriydi. Bilgisayar sistemlerinin, kullanıcı arayüzlerinin ve sensörlerin giderek ucuzlaması ve erişilebilir hâle gelmesi sayesinde daha önce hayal bile edilemeyen robot sistemleri kurmak veya üretmek mümkün hâle geldi. ”

giderek artıyor. Kimileri sıkıcı, yinelemeli ya da tehlikeli görevleri üstlenerek bizi bu işleri yapmaktan kurtarıyor. Kimilerinin varlık sebebi ise bizi eğlendirmek ve mutlu etmek.

Elbette yaşamlarımız da giderek artan sayıdaki yazılım robotlarından -bot olarak adlandırılıyorlar- etkileniyor. Bu botlar da fiziksel akranlarıyla aynı özelliklere sahip -bunların başında çeşitli görevleri otomatik bir şekilde yerine getirmeleri geliyor. Ancak sadece dijital dünyada var olmalarından dolayı bu raporda onlara yer vermeyeceğiz.

1.1 Yeni Gelişmeler

Robot endüstrisi bir süre önce 60'ıncı yıldönümünü kutladı. Sektör bu süreçte basit mekanik yardımdan tamamen otonom araçlara, çevre takibine ve uzayın keşfine uzanan bir gelişim sergiledi. Bilgi teknolojilerinin gündelik yaşantımızın birçok alanında destek görevi üstlendiğine tanık olduk. Robotların kullanımı aracılığıyla yeni bir devrime tanık oluyoruz. Bilgi teknolojileri artık sadece tabletlere, telefonlara ve bilgisayarlara değil, dünyayla fiziksel etkileşim kurabilen, gündelik görevlere, işlere ve hobilere yardım edebilen sistemlere de destek olacak.

“Eski” robot sistemleri büyük ölçüde mekanik destek sistemleriydi. Bilgisayar sistemlerinin, kullanıcı arayüzlerinin ve

sensörlerin giderek ucuzlaması ve erişilebilir hâle gelmesi sayesinde daha önce hayal bile edilemeyen robot sistemleri kurmak veya üretmek mümkün hâle geldi. Teknolojilerin bir araya gelmesi, robot teknolojilerinin hayatın her alanında kullanılmasını mümkün kılan bir devrim ortaya çıkarıyor.

Son birkaç yıl içerisinde imalat, sağlık uygulamaları, otonom araçlar ve insansız hava araçları gibi alanlarda kullanılan robot teknolojilerinin yanı sıra sensörler, iletişim sistemleri, göstergeler ve temel bilgi işlem sistemleri gibi alanlarda olağanüstü bir gelişime tanık olduk.

Son 10 yıl içinde robotların kullanımında olağanüstü artış yaşandı. Özellikle imalat sektörü işbirlikçi robotların sayısındaki artıştan çok etkilendi. Artık fabrikalarda insanlarla robotlar arasında fiziksel bariyerlere gerek yok. Bu da robotlardan yararlanmanın maliyetini düşürüyor. ABD'deki endüstriyel robot piyasası her yıl yüzde 10 büyümesine rağmen kullanım oranı henüz yüzde 10'a bile ulaşmadı. Dolayısıyla, fabrikalarda tam bir otomasyondan oldukça uzağız. Günümüzde ABD'de bugüne kadar kullanılan daha fazla sayıda robot kullanılıyor.

Sadece imalat sektöründe değil, lojistik sektöründe de ciddi bir büyüme yaşanıyor. Amazon Express, Uber Food gibi yeni yöntemler sayesinde e-ticarette yıllık yüzde

“ Robotik çalışmaları neden son birkaç yılda çok ilerledi? Bunun nedenlerini; sensör fiyatlarının düşmesi, açık kaynaklı yazılımlar, hızlı prototip geliştirme becerisi ve farklı teknolojilerin bir araya gelmesi olarak sıralayabiliriz. ”

400'ü aşan büyümeler gerçekleşiyor. Bu yeni ticaret modelleri teknolojinin benimsenmesini hızlandırıyor. Son olarak UPS'in paket teslimatının son aşamasında insansız araçların kullanımını test ettiğine tanık olduk.

1.2 Robotik Çalışmaları Neden Son Birkaç Yılda Çok İlerledi?

Robotik çalışmaları neden son birkaç yılda çok ilerledi? Bunun nedenlerini; sensör fiyatlarının düşmesi, açık kaynaklı yazılımlar, hızlı prototip geliştirme becerisi ve farklı teknolojilerin bir araya gelmesi olarak sıralayabiliriz.

1.2.1 Sensörler

Mobil bilgi işlem gücü talebi fiyatların düşmesine, hızlı ilerlemelerin sağlanmasına, sensör teknolojisinin küçülmesine yol açarak robotların geliştirilmesi açısından da itici güç oldu. O kadar ki şu anda tüm akıllı telefonlar çarpıcı videolar kaydedebilmenin, bulunduğumuz konumu belirlemenin ve yol göstermenin, diğer cihazlarla etkileşim kurmanın ve farklı spektrum bantları üzerinden veri aktarmanın yanı sıra ivmeyi de ölçebiliyor -bunlar robotların dünyamızda verimli bir şekilde hareket edebilmesi için gereken fonksiyonlar.

Bir diğer itici güç de nesnelerin interneti (Internet of Things -IoT) cihazlarının

yaygınlığı. 2025 yılı itibarıyla birbiriyle bağlantılı 100 milyarı aşkın IoT cihazı olacak ve pazarın büyüklüğü 10 trilyon dolara ulaşacak. Basınç, tork ve konum verilerini toplayan ve gönderen sensörlerin fiyatının tarihin en düşük seviyesine inmesi de robot teknolojilerinde bir patlama yaratacak.

Benzer şekilde, bir zamanlar kendi kendine hareket eden robotların en pahalı algılama ekipmanları olan lidar ve kızılötesi sensörlerin fiyatı da -Google, Waymo ve başka şirketlerin agresif otonom araç geliştirme çalışmalarının da etkisiyle- yüzde 90 oranında düşmüş durumda. Bir zamanlar sadece zengin Ar-Ge ekiplerinin ve Hollywood devlerinin tekelinde bulunan üç boyutlu kameralar da şu anda algoritmalar konusundaki zekice çalışmalar sayesinde herkesin karşılayabileceği fiyatlarda satılıyor.

2010'dan bu yana, o tarihe kadar satılardan daha fazla dijital kamera satıldı. Bu sistemlerin gelişmiş bilgi işlem ve makine öğrenmesi yöntemleriyle birlikte kullanılması sayesinde robot sistemlerinin çok daha güvenli ve esnek bir şekilde kullanılması mümkün hâle geldi.

1.2.2 Açık Kaynaklı Yazılımlar

2009 yılında IEEE Uluslararası Robot ve Otomasyon Konferansı'nda sunulan bir makaleyle dünyaya Robot İşletim Sistemi (Robotic Operating System -ROS) tanıtıldı. ROS, robot geliştirmeye yönelik ilk standart

işletim sistemiydi. Üstelik ücretsiz, açık kaynaklı, tabiatı gereği esnek bir sistem robot geliştiricilerini sıfırdan bir işletim sistemi geliştirmeye zaman harcamak gibi göz korkutucu bir zahmetten kurtarıyordu.

Şu anda açık kaynaklı robot çalışmalarının norm halini alması sayesinde, kitlelerin desteğiyle geliştirme çalışmaları hız kazanmış durumda.

1.2.3 Hızlı Prototip Geliştirme

Üç boyutlu baskının tüketici ürünleri üretiminde köklü bir değişim yaratıp yaratmayacağını bilemesek de, katmanlı (eklemeli) imalatın robot teknolojilerinde büyük bir etki yarattığı kesin. Sektörün nabzını tutan *Robotics Tomorrow*'a göre "Üç boyutlu baskı, kullanıcının aklındaki kavramdan somut bir ürüne birkaç saat (ya da gün) içinde ulaşmasını sağlıyor^[4]."

1.2.4 Teknolojilerin Bir Araya Gelmesi

Mobil bilgisayarların olağanüstü başarısı sensör fiyatlarının dibe vurmasını sağlamakla kalmadı, robot teknolojilerinde yaygın şekilde kullanılan ses ve nesnelerin tanınması gibi alanlarda da ilerlemelerin gerçekleşmesini sağladı. Üç boyutlu oyun sensörleri robotların yapılandırılmamış insan dünyasının karmaşasında yolunu bulmasına yardımcı oluyor. Google, Amazon ve Apple gibi şirketler de bugüne dek kısıtlı bir erişim olanağı sunan yapay zekâ platformlarını online ortama ve evlerimize taşıyor.

Bütün bunlara bilgisayarların işlem gücünün her geçen yıl artması, bulut ve IoT teknolojileri de eklendiğinde, robot üreticilerinin beklemekte olduğu teknolojilerin birçoğunun son birkaç yıl içinde olgunlaştığını görebiliriz^[5].

1.3 Şu Anda Ne Tür Robotlar Dünyayı Dönüştürüyor?

Bu bakımdan birçok kategori söz konusu. Ancak en önemlileri şunlar:

- İşbirlikçi robotlar,
- Uzaktan kumanda edilen robotlar,
- Depo ve lojistik otomasyonu,
- Sağlık robotları,
- Otonom araçlar.

"Cobot (collaborative)" veya işbirlikçi robotlar, ortak çalışılan bir alanda insanlarla yan yana etkileşime girerek güvenli bir şekilde birlikte çalışmayı mümkün kılan robotlardır. Son birkaç yıl içinde yeni nesil işbirlikçi robotlar geliyor. 20'nci yüzyılın ağır endüstriyel robotlarının aksine, çoğu bir ya da birkaç eklemli kola sahip bu robotlar esnek ve süreç boyunca yeniden programlanabilen bir yapıya sahiptirler. Bu modellerin birçoğu, insanları izleyerek kendi kendine öğrenebiliyor.

Teknik spektrumun bir ucunda, çalışanların içeri ancak robotun fişini çektikten sonra girebildiği bir üretim hücresi var. Burada, zaman alan ve makinelerin çalışmadığı her bir dakika için binlerce dolar kayba yol açabilen bir süreç ile ayrı bir alanda çalışan endüstriyel robotlar söz konusu. Burada robotların çalışma alanları, insanların hareketlerini tespit edebilen ve robotların çok yavaş hızlarla çalışmasını ya da işçi belirli bir alana girdiğinde durmalarını sağlayan sensörlerle donatılabilir.

Spektrumun öteki ucunda ise ortak bir çalışma alanında insanlarla yan yana çalışmak üzere tasarlanmış endüstriyel robotlar var. Genellikle "cobot" olarak adlandırılan bu robotlar, kendileriyle yanlışıklıkla ya da bilerek doğrudan temas kuran çalışanlara zarar vermemelerini sağlayan bir dizi teknik özellik barındırıyor. Bu özellikler arasında hafif malzemeler,

“ En yaygın işbirlikçi robot uygulamaları, robot ve insanın yan yan çalıştığı, görevleri sırayla yerine getirdiği ortak çalışma alanı uygulamalarıdır. ”

yuvarlak hatlar, dolgulu deriler (sensörlerle donatılmış dolgular) ve robotun gövdesi ya da eklemlerinde bulunan, hız ve gücü kontrol eden, temas durumunda hız ve gücün tanımlanan eşikleri aşmamasını sağlayan sensörler gibi unsurlar var.

En yaygın işbirlikçi robot uygulamaları, robot ve insanın yan yan çalıştığı, görevleri sırayla yerine getirdiği ortak çalışma alanı uygulamalarıdır. Bu uygulamalarda genellikle robotlar sıkıcı ya da ergonomik olmayan işleri üstlenir -ağır parçaların kaldırılmasından vidaların sıkılması gibi rutin işlere dek. Robotun insanların hareketlerine gerçek zamanlı tepki verdiği uygulamalar (örneğin, işçinin bir parçayı uzatma şekli doğrultusunda kaskın açısını ayarlaması) teknik açıdan en zorlu uygulamalardır^[6].

Universal Robots, Rethink Robotics ve ABB gibi şirketlerin ürettiği bu işbirlikçi robotları daha güvenli kılan temel etken, istenmeyen çarpışmalardan kaçınabilmeleri ve yüksek hassasiyetli tork sensörleri sayesinde çarpışmaları gereken bir şeye ya da birine çarptıklarını anlayabilmeleridir. Bu becerileri, geleneksel endüstriyel robotların tersine güvenlik kafeslerinin dışında, insanlarla yan yana çalışmalarına olanak veriyor. Bu da

endüstriyel imalatçılar açısından yeni bir verimlilik potansiyeli barındırıyor. Robotlar karmaşık görevleri öğrenebiliyor ve vasıflı çalışanların ikinci bir çift eli olarak -işbirlikçi bir şekilde- işlev gösterebiliyor.

Cobot uygulamaları, güvenlik bariyeri ya da güvenlik çiti kullanılmak suretiyle robotların insan temasından izole edildiği geleneksel endüstriyel robot uygulamalarından farklıdır. İnsanlarla bir arada çalışmak üzere tasarlanan işbirlikçi robotların etrafında koruyucu bir kafes veya emniyet şeridi bulunmaz. Dolayısıyla cobot'un hareketli parçaları (tutucu, uç ekipmanları vb.) insanlarla temas edebilir.

Uluslararası Robotik Federasyonunun “Demystifying Collaborative Industrial Robots” başlıklı belgesinde işbirliğine dayalı dört tip üretim uygulaması tanımlanmaktadır^[6]:

- **Bir arada yaşama:** İnsan ve robot ortak bir çalışma alanı olmadan birlikte çalışır.
- **Sıralı işbirliği:** İnsan ve robot, bir çalışma alanının tamamını veya bir kısmını paylaşır, ancak aynı anda bir parça veya makinede çalışmaz.
- **İşbirliği:** Robot ve insan aynı parça veya makinede aynı anda çalışır ve ikisi de hareket halindedir.
- **Duyarlı işbirliği:** Robot, çalışanın hareketine gerçek zamanlı olarak yanıt verir.

Cobot'ların Geleceği

Birçok görevi yerine getirebilen bu platformların fiyatları düştükçe, küçük ve orta çaplı işletmeler de robotları kullanmaya başlıyor. Buna rağmen, yakın gelecekte robotların sanayi çalışanlarının yerini alması beklenmiyor ve bu süreçte hibrit bir yaklaşım benimseyen ekonomilerin temel kaygısı olarak iş güvenliği ön plana çıkıyor.



Cobot'ların benimsenmesinin önünde, çoğu bakış açısına dair birtakım engeller söz konusu. Şirket sahipleri ve yöneticiler, yatırım yapmadan önce cobot'ların başarısının kanıtını görmek istiyor. Piyasadaki robot sayısı arttıkça ve meslek birlikleri tarafından paylaşıldıkça, bu engellerin ortadan kalkması bekleniyor^[7]. İşbirlikçi robot pazarının 2022 itibarıyla 3,3 milyar dolara ulaşabileceği tahmin ediliyor.

Uzaktan Kumanda Edilen Robotlar

Bir yenilik niteliğindeki uzaktan kumanda edilebilir robotlar yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanıyor. Bu robotların, temel itibarıyla tekerlekli iPad olarak nitelenebilecek basit "Duble" modellerden, 30.000 dolarlık iRobot Ava 500'e uzanan birçok farklı türleri bulunuyor^[8].

Birçok sektörde sözleşmeli çalışanların ve tam zamanlı olarak görev yapmayan serbest çalışanların sayısı artıyor ve işverenler farklı coğrafyalardaki yetenekleri kullanmanın yarattığı değer farkına varıyor. Uzaktan kumandalı robotlar fiziksel olarak hazır

bulunmaya şaşırtıcı derecede yeterli bir alternatif sunuyor. Uzaktan kumanda edilen robot piyasasının 2023 itibarıyla 8 milyar dolara ulaşabileceği tahmin ediliyor.

Dijitalleşme ve otomasyon gelecekte gelişmenin yönüne damga vuracaktır. Veri ekonomisi ve sürdürülebilirlikle birlikte yeni çalışma hayatını bunlar belirleyecektir. Pandeminin de uzaktan çalışma ve sanal işbirliğiyle bu süreçleri hızlandırdığını görüyoruz. İnsan-makine işbirliğine dayalı yeni ağlarda robotik süreç otomasyonu ve yapay zekâya dayalı destek sistemleri gelişiyor.

Gelecekte verimlilik artışı ve rekabet avantajı giderek şirketlerin, insanlarla makinelerin bir arada çalışabildiği süreçler tasarlamasına bağlı olacak. İnsan ile siber fiziksel sistemlerin etkin işbirliği sonucunda ortaya çıkacak meslek profillerinin temel özellikleri görevlerin çeşitlenmesi, farklı disiplinlerden insanları bir araya getiren ekipler kurulması, ademi merkeziyetçi yönetim yapıları, görev ve süreç planlaması ile karar mekanizmalarında çalışanlara özerklik tanınması olacak. ■

► 2. BÖLÜM

GÜNÜMÜZ DÜNYASINDA ROBOTLAR

Sanayi robotları dünya stoku 2019 sonunda 2,7 milyon birime ulaştı. 2014'ten bu yana kaydedilen yıllık bileşik büyüme oranı ise yüzde 13 oldu.

► 2.1 Sanayi Robotları

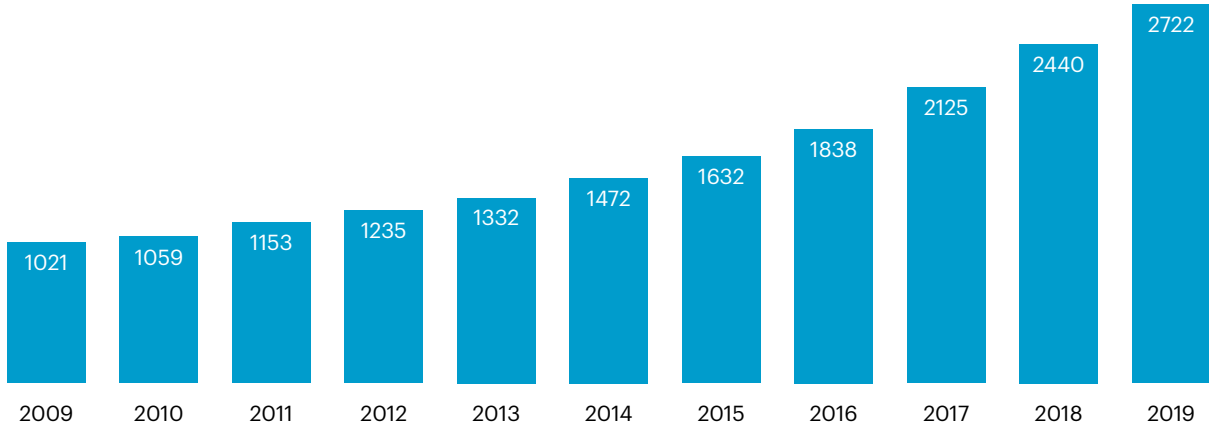
Uluslararası Robotik Federasyonunun 24 Eylül 2020 tarihinde Frankfurt'ta düzenlenen basın konferansında açıklanan "World Robotics 2020" raporunda^[8] belirtildiği üzere, sanayi robotları dünya stoku 2019 sonunda 2,7 milyon birime ulaştı (Şekil 1). 2014'ten bu yana kaydedilen yıllık bileşik büyüme oranı ise yüzde 13 oldu.

Küresel ekonomik gerileme ve ticaret gerginlikleri nedeniyle 2019'da küresel robot kurulumları yüzde 12 azalarak 373.240 birim (13,8 milyar dolar) oldu (Şekil 2). Böylece altı yıl arka arkaya artış gösteren yeni robot sayısı ilk kez düştü. Başlıca endüstriyel sektörlerde görülen görece durgunluk ve ABD-Çin arasında 2018'den sonra artan ticaret gerginlikleri bu düşüşün başlıca nedeni oldu.

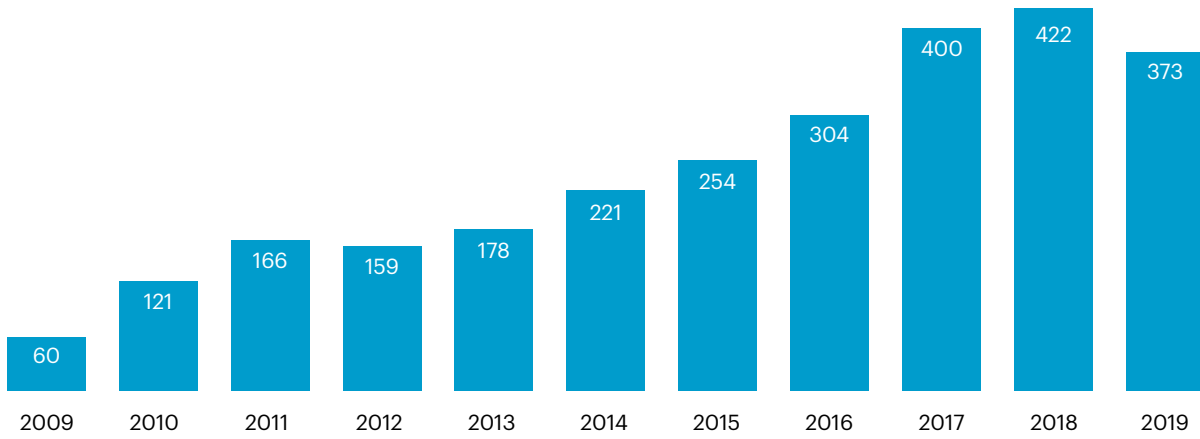
Yeni robotların sektörel dağılımı şu şekilde gerçekleşti: Otomotiv (yüzde 28), metal ve makine (yüzde 12), plastik ve kimyasallar (yüzde 5). Yeni robotların yüzde 21'lik oran için herhangi bir enformasyon verilmemiştir.

Endüstriyel robotlar için dünyada başlıca beş pazar bulunuyor: Çin, Japonya, ABD, Güney Kore ve Almanya (Şekil 3).

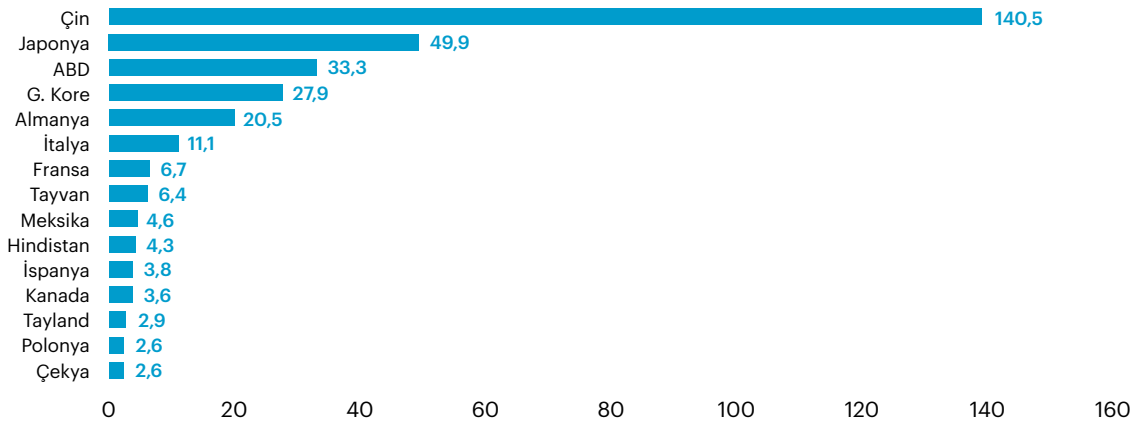




Kaynak: World Robotics 2020

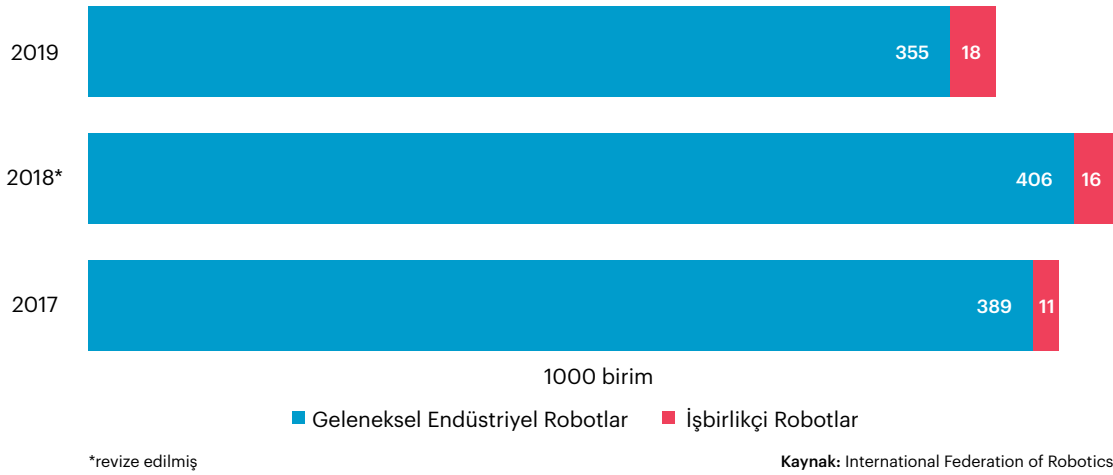
Şekil 1: Dünyada operasyondaki robot sayısı - 1.000 birim olarak^[9].

Kaynak: World Robotics 2020

Şekil 2: Dünya, yıllık eklenen robot sayısı - 1.000 birim olarak^[9].

Kaynak: World Robotics 2020

Şekil 3: Ülkelere göre yıllık eklenen sanayi robotu sayısı - 1.000 birim olarak^[9].



Şekil 4: İşbirlikçi ve geleneksel sanayi robotlarının dağılımı - 1.000 birim olarak^[9].

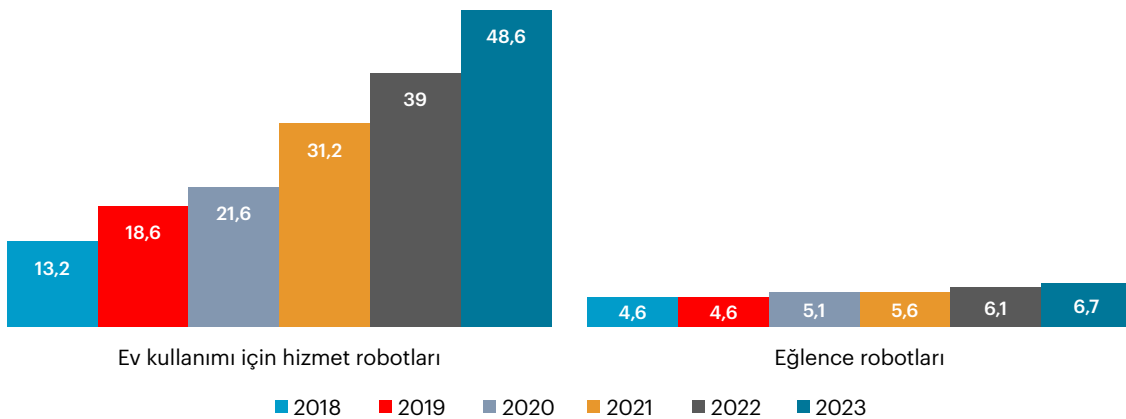
2.2 Hizmet Robotları

COVID-19 pandemisi hizmet robotu kullanımını artırdı ve daha da artıracak. Dezenfekte etme işleri yapan robotlar, fabrika ve depolardaki lojistik çözümler ve eve teslimat robotları özellikle ilgi görmektedir. Lojistik robotlarında artış yüzde 110'a varırken medikal robotlarda ise yüzde 28 oldu.

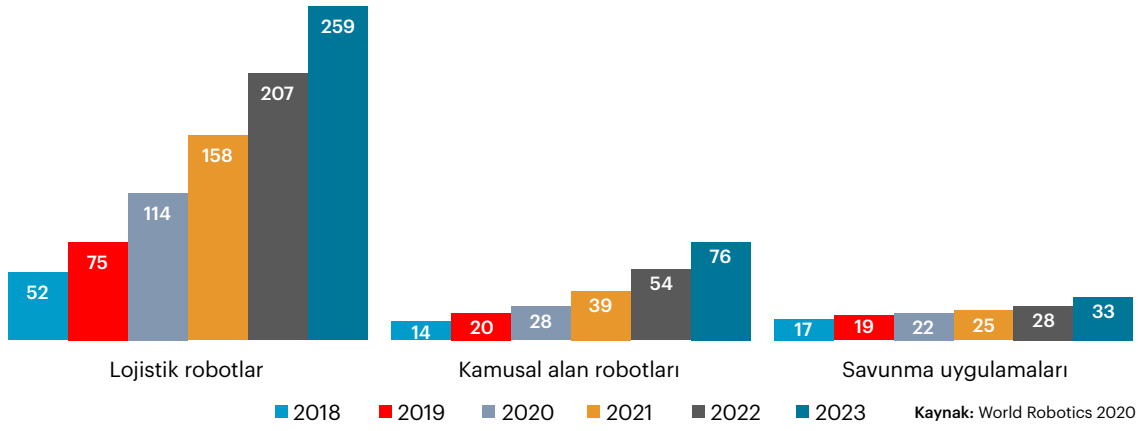
Hizmet robotlarının tüm dünya satışlarının değeri 2019'da 5,7 milyar doları buldu, yıllık

artış hızı ise yüzde 20 oldu. 2020 yılı için 6,5 milyar dolar, 2023 için ise 12,1 milyar dolarlık satış bekleniyor. 2023'te yıllık bileşik büyüme oranının yüzde 23'e ulaşacağı öngörülüyor.

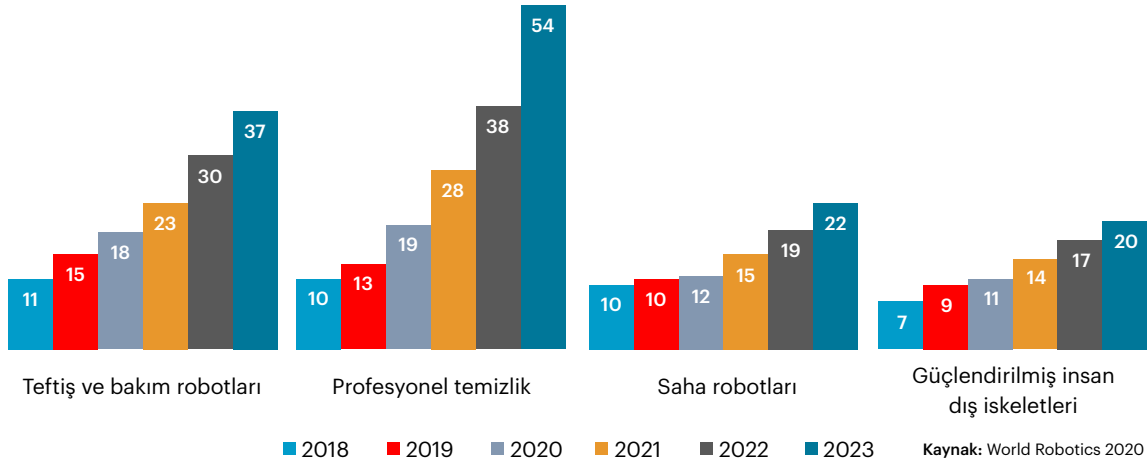
Satılan birim sayısı 2019'da 23,2 milyon birime ulaşırken, bu sayının 2020'de 26,7 milyona, 2023'te ise 55,3 milyon birime çıkması bekleniyor (Şekil 5). 2023'te yıllık bileşik büyüme oranının da yüzde 27 olacağı öngörülüyor.



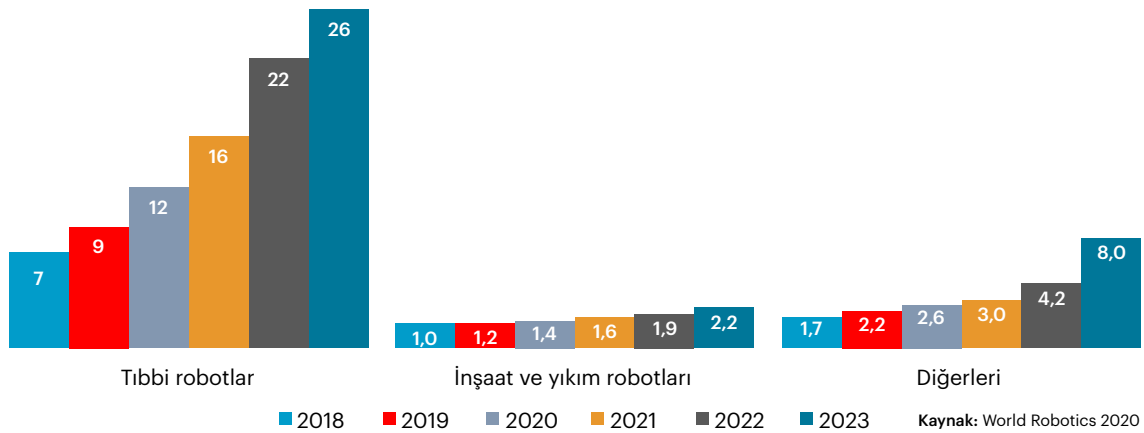
Şekil 5: Kişisel/ev kullanımı için hizmet robotları. 2018 ve 2019 için birim satışlar ve 2020-2023 için potansiyel gelişme – milyon birim olarak^[9].



Şekil 6: Profesyonel kullanım için hizmet robotları. İlk üç en çok kullanım için 2018-2019 satışları ve 2020-2023 için potansiyel gelişme - 1.000 birim olarak^[9].



Şekil 7: Profesyonel kullanım için hizmet robotları. 4-7'inci en çok kullanım için 2018-2019 satışları ve 2020-2023 için potansiyel gelişme - 1.000 birim olarak^[9].



Şekil 8: Profesyonel kullanım için hizmet robotları. 8-10'uncu en çok kullanım için 2018-2019 satışları ve 2020-2023 için potansiyel gelişme - 1.000 birim olarak^[9].

2.2.1 Beş Hizmet Robotu Tedarikçisinden Biri Start-Up

Tüm dünyada 889 hizmet robotu tedarikçisi bulunuyor, bunların 183'ü start-up. Profesyonel hizmet robotu tedarikçilerinin sayısı 728, bunların ise 155'i start-up. Kişisel/ ev hizmet robotu tedarikçilerinin sayısı 237 iken, bunların da 39'unu start-up'lar oluşturuyor.

Uluslararası Robotik Federasyonunun (IFR) 2020 raporunun^[9] açıklandığı basın toplantısında (24 Eylül 2020, Frankfurt) bir konuşma yapan IRF Başkanı Milton Guerry, "Dünya genelindeki fabrikalarda faaliyet gösteren endüstriyel robot stoku tarihteki en yüksek düzeye ulaşmış durumda" diyor: "Akıllı üretim ve otomasyon konusundaki başarı hikâyelerinin de etkisiyle gerçekleşen dünya genelindeki yükseliş beş yıl içinde (2014-2019) yüzde 85'e ulaşmış durumda. Son dönemde satışlardaki yüzde 12'lik düşüş, en büyük iki müşteri konumundaki otomotiv ve elektrik/elektronik sektörlerinin sıkıntılı bir dönem geçirmesinden kaynaklanıyor."

Milton Guerry, "Bunun yanı sıra, koronavirüs pandemisinin küresel ekonomiye etkisi de henüz tam anlamıyla bilinmiyor" diye devam ediyor: "2020 yılının kalan ayları, 'yeni normal'e uyum doğrultusunda şekillenecek. Robot tedarikçileri yeni uygulamalara yönelik talebe cevap vermeye, yeni çözümler geliştirmeye çalışıyor. Bu yıl yüksek hacimli siparişlerden gelecek bir teşvik pek olası görünmüyor. Çin bu konuda bir istisna olabilir. Çünkü koronavirüs ilk olarak 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde tespit edildi ve ülke yılın ikinci çeyreğinden itibaren toparlanmaya başladı. Diğer ekonomiler ise şu an bir dönüm noktasında. Bunun otomasyon projelerine ve robotlara yönelik talebe dönüşmesi birkaç ayı bulacaktır. 2021'de bir toparlanma görebiliriz. Ancak kriz öncesi düzeye ulaşmak 2022 ya da 2023'ü bulabilir."

2.3 Robot Pazarının Genel Değerlendirmesi

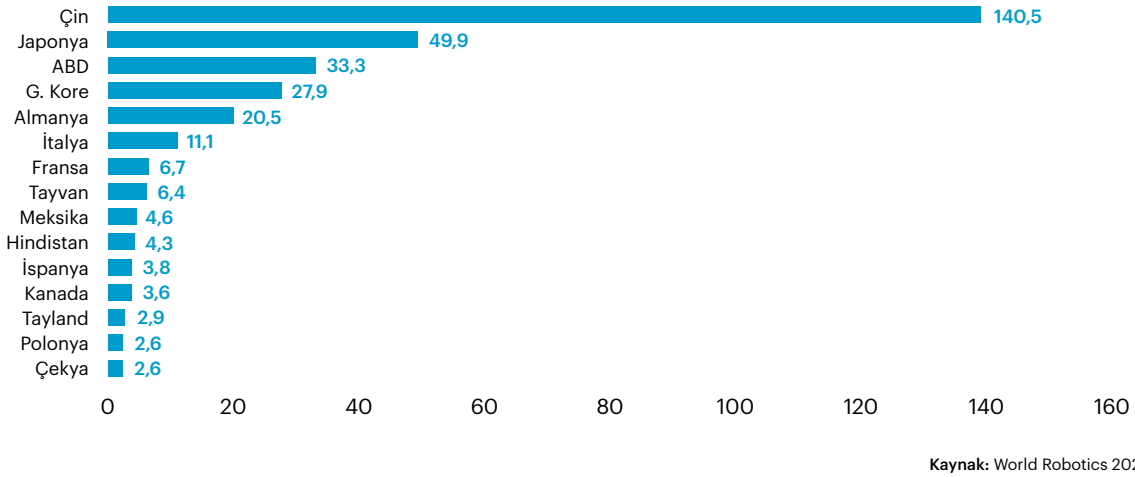
2.3.1 Asya Pazarı

Asya endüstriyel robotlar açısından hâlâ en güçlü pazar konumunda -bölgedeki robot teknolojilerini en fazla benimseyen ülke olan Çin'deki operasyonel stok 2019 yılında yüzde 21 artarak 783.000 birime ulaştı. Japonya 355.000 birimle ikinci sırada geliyor -yüzde 12 artış. Bu ülkeleri 26.300 birimle yeni bir rekor kıran Hindistan takip ediyor -yüzde 15 artış. Hindistan son beş yıl içinde ülkedeki fabrikalarda faaliyet gösteren robot sayısını iki katına çıkardı.

Asya'da yeni kurularak kullanıma giren robotlar, küresel arzın üçte ikisini oluşturuyor. Çin'deki 140.500 yeni robot satışı (yüzde 21 artış), 2018 ve 2017'deki rekor düzeylerin gerisinde de olsa, beş yıl önceki satışların iki katından daha fazla (2014: 57.000 birim). Asya'daki en büyük pazarlardaki kurulum sayısı yavaşlamış durumda -Çin yüzde 9, Japonya yüzde 10 düşüş gösterdi^[9].

“ Tüm dünyada 889 hizmet robotu tedarikçisi bulunuyor, bunların 183'ü start-up. ”

Çin'de yeni robotların yüzde 71 gibi büyük bir çoğunluğu yabancı tedarikçilerden geldi. Çinli üreticiler halen ağırlıklı olarak iç pazara hizmet veriyor ve pazar paylarını giderek artırıyor. Yabancı tedarikçiler satışların yüzde 29'unu otomotiv sektörüne



Şekil 9: Yıllık endüstriyel robot kurulumları. 2019'da ilk 15 ülke - 1.000 birim olarak^[9].

gerçekleştirirken, Çinli tedarikçilerde bu oran yüzde 12'de kalıyor. Dolayısıyla, yabancı tedarikçiler Çin otomotiv sektöründeki yavaşlamadan, yerel tedarikçilere oranla daha fazla etkileniyor^[10].

Çin bugün dünyada endüstriyel robotların en çok kullanıldığı ülkedir. Robotların Çin'deki endüstriyel benimsenme oranı Japonya, ABD, Güney Kore ve Almanya gibi diğer önde gelen robot pazarlarındaki endüstrilerden farklı değildir -otomotiv ve elektronik. Çin'in gelecekte robot kullanımı ve üretiminde hacim ve satışlarda dünya lideri olması beklenebilir^[10].

2.3.2 Avrupa Pazarı

Avrupa 2019 yılında yüzde 7 artışla 580.000 adetlik operasyonel stoka ulaştı. Almanya 221.500 birimle en büyük kullanıcı olmaya devam ediyor, bu sayı İtalya'nın stokunun (74.400 birim) yaklaşık üç, Fransa'nın (42.000 birim) beş, İngiltere'nin (21.700 birim) 10 katıdır^[9].

Robot satışları AB'nin en büyük pazarlarında farklı bir seyir izliyor: Almanya'da yaklaşık 20.500 robot kurulumu gerçekleşti. Bu sayı 2018'deki rekor seviyenin altında (yüzde 23 düşüş) olsa da 2014-2016 dönemiyle aynı

düzyededir. Satışlar Fransa'da (yüzde 15), İtalya'da (yüzde 13) ve Hollanda'da (yüzde 8) artış gösterdi. İngiltere'deki robot sayısı düşük düzeylerde kalmaya devam ederken, yeni kurulum sayısı yüzde 16 azalma göstermiştir. İngiltere'deki 2.000 birimlik yeni kurulumlar, Almanya'nın onda biri (20.500), İtalya'nın beşte biri (11.100 birim) ve Fransa'nın da üçte biri (6.700 birim) kadardır^[9].

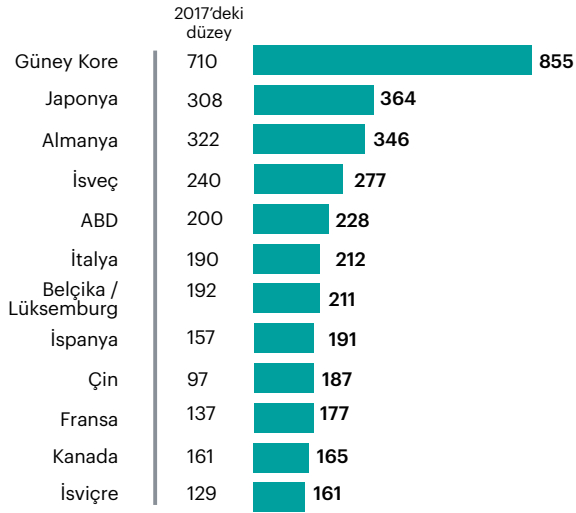
2.3.3 Amerika Pazarı

Amerika kıtasındaki en büyük endüstriyel robot kullanıcısı olan ABD yüzde 7 artışla 293.200 birime ulaşarak yeni bir operasyonel stok rekoru kırdı. Yüzde 11 artış gerçekleştiren Meksika 40.300 birimle ikinci sırada, ardından 28.600 birimle (yüzde 2 artış) Kanada geliyor.

ABD'deki yeni kurulum sayısı 2019 yılında, rekor kurulumun gerçekleştiği 2018'e oranla yüzde 17 azaldı. Buna rağmen, 33.000 yeni birimle satışlar yüksek düzeyini koruyor ve bu rakam gelmiş geçmiş en yüksek ikinci düzeydir. ABD'deki robotların çoğunluğu Japonya ve Avrupa'dan ithal ediliyor. Kuzey Amerika'da çok fazla robot üreticisi olmamakla birlikte, çok sayıda önemli

robotik sistem entegratörü bulunuyor. Meksika yüzde 20 düşüş ve 4.600 birimle Kuzey Amerika'da ikinci sırada yer alıyor. Kanada'daki satışlar ise yüzde 1 artışla 3.600 birime ulaşarak yeni bir rekor kırdı.

Güney Amerika'daki bir numaralı operasyonel stok yüzde 8 artışla 15.300 birimle Brezilya'da bulunuyor. Satışlar yüzde 17 azalarak 1.800 kurulumla gerilemiş durumda; yine de bu, 2018'deki rekor düzeyi saymazsak gelmiş geçmiş en yüksek düzeylerden biridir.



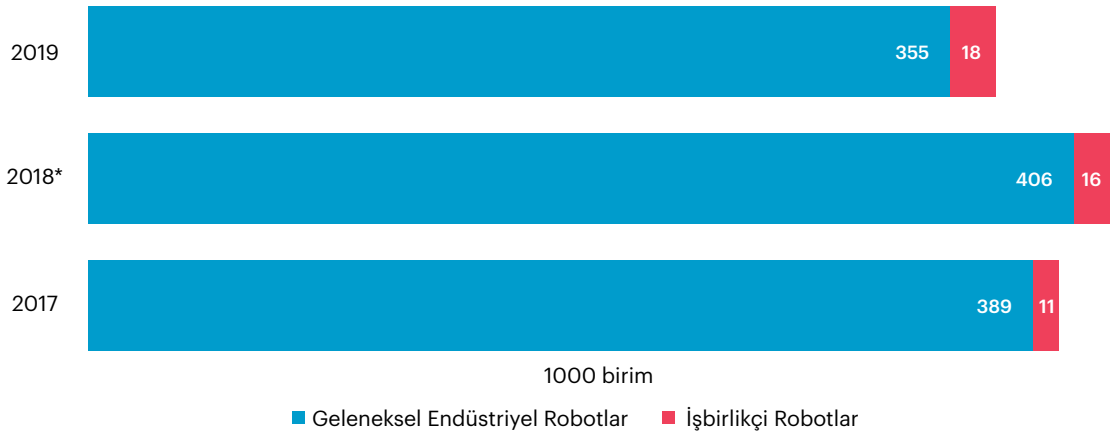
Şekil 10: Çeşitli Ülkelerde Robot İşçilerin İmalat Sanayiindeki Yoğunluğu^[11].

2.4 Çeşitli Ülkelerde Robot İşçilerin İmalat Sanayiindeki Yoğunluğu

Dünya Ekonomik Forumuna göre, tüm dünyada 2016'da 10.000 işçi başına 74 endüstriyel robot imalatla aktifken, bu sayı 2019'da 113'e çıktı. Asya'da 10.000 işçi başına düşen robot sayısı 118 iken, bu sayı Avrupa'da 114 ve Amerika kıtasında da 103'tür. En yüksek robot yoğunluğu 855 robotla Güney Kore'de iken, en hızlı artış Çin'de görülüyor^[11].

2.5 İnsan Robot İşbirliğinde Dünya Genelindeki Trendler

İnsan-robot işbirliğinin benimsenmesi yaygınlaşıyor. Cobot kurulumlarında yüzde 11 artışa tanık olduk. Bu dinamik satış performansı, geleneksel endüstriyel robotların 2019'daki performansına tezat teşkil ediyor. Giderek daha fazla sayıda tedarikçi tarafından işbirlikçi robotlar üretiliyor ve uygulamaların kapsamı genişliyor. İşbirlikçi robotların pazar payı 2019 yılındaki toplam 373.000 kurulumun yüzde 4,8'ine ulaştı. Bu pazar, giderek büyüye de henüz emekleme aşamasında^[9].



Kaynak: International Federation of Robotics

Şekil 10: İşbirlikçi ve Geleneksel Endüstriyel Robotlar^[9].

2.6 Pandemi Neler Getirdi?

COVID-19 dünya genelinde 2020 yılını güçlü bir şekilde etkiledi, ancak bir yandan da toparlanma sürecinde üretimin modernizasyonu ve dijitalleşmesi açısından bir fırsat yarattı. Uzun vadede artan robot kurulumlarının faydaları değişmiyor: Temel avantaj, kişiselleştirilmiş ürünlerin rekabetçi bir fiyatla hızlı bir şekilde üretimi ve teslimi. Otomasyon, üreticilerin üretimi, maliyet verimliliğinden taviz vermeden gelişmiş ekonomilerde tutmasına ya da gelişmiş ülkelere tekrar taşınmasına da olanak tanıyor. Endüstriyel robotların çeşitliliği artmaya devam ederek tüm yükleri hızlı ve isabetli bir şekilde taşıyabilen kafeslenmiş robotların yanı sıra insanlarla birlikte güvenli bir şekilde çalışan, tezgâhlara entegre edilebilen yeni işbirlikçi robotlar da çeşitleniyor.

2.7 Robotlar İçin Uzun Vadeli Perspektif Mükemmel Görünüyor

COVID-19 pandemisiyle ilişkili küresel ekonomik kriz 2020'deki endüstriyel robot

satışlarını etkilese de orta vadede krizin etkisinin dijitalleşmeyi hızlandırıcı bir rol oynayacağı, bunun da tüm dünyada robotik için büyüme fırsatları ve uzun vadede mükemmel bir perspektif yaratacağı görünmektedir.

- Hâlâ robotlarca yapılması işçi sağlığı, güvenliği ve iş tatminini iyileştirebilecek çok sayıda tehlikeli ve hassas iş var.
- Yaşlanan toplumlar çalışanları fiziksel görevlerden kurtarmaya ayrıca ihtiyaç duyabilir.
- Teknolojik gelişme robotların yatırım getirisini artırmaya devam edecek.
- Matriks imalat düzenlemelerinde robotlar otomatik parça taşıma işlerinde kullanılmak istenecektir.
- Modern robotlar daha küçük karbon izi oluşmasını destekliyor.
- İnsan-robot işbirliği uygulamaları geleneksel robotiği tamamlayacaktır.
- "Tak ve çalıştır" sistem entegrasyonları robot kurulumunu kolaylaştırıyor.

Programlama kolaylıkları kurulumları kolaylaştıracaktır^[9]. ■

“ COVID-19 pandemisiyle ilişkili küresel ekonomik kriz 2020'deki endüstriyel robot satışlarını etkilese de orta vadede krizin etkisinin dijitalleşmeyi hızlandırıcı bir rol oynayacağı, bunun da tüm dünyada robotik için büyüme fırsatları ve uzun vadede mükemmel bir perspektif yaratacağı görünmektedir. ”

► 3. BÖLÜM

GÜNÜMÜZDE ROBOTLARIN KULLANIM ALANLARI VE ŞEKİLLERİ

Çevresindeki dünyayla fiziksel etkileşim kurabilen, bir dizi karmaşık görevi otonom ya da yarı otonom bir şekilde yerine getirebilen, programlanabilen bir makine olarak tarif edilen robotlar şimdiden birçok tehlikeli görevi yürütüyor.

► 3.1 Mevcut Durum ve Perspektifler

Çevresindeki dünyayla fiziksel etkileşim kurabilen, bir dizi karmaşık görevi otonom ya da yarı otonom bir şekilde yerine getirebilen, programlanabilen bir makine olarak tarif edilen robotlar şimdiden birçok tehlikeli görevi yürütüyor.

Endüstriyel montaj hatlarında uzun yıllardır kullanılan endüstriyel robotlar belirli görevlere odaklıdır, kaynak yapmak ya da bir boruyu paftalamak gibi. Tek kollu devler

olarak çok çekici görünmezler ancak 20'nci yüzyılın sonlarında imalat sektörünü ve bu sayede ABD, Asya ve Avrupa'daki düşük ve orta vasıflı çalışanların hayatını değiştirmeyi başarmışlardır.

Son birkaç yıldır robotları daha sık duymaya başladık. Bunun nedeni, ilk endüstriyel robot olarak kabul edilen GM'nin Unimate robotunun 1961 yılında kullanıma alınmasından sonra ilk kez, robotların bir kez daha dünya ekonomilerini dönüştürmeye başladığına tanık olmamızdır.

Ancak bu defa etkisi çok daha kapsamlı olacaktır. Bu durum, özellikle, imalatçıların, tedarik merkezlerinin, perakendecilerin ve restoranların yaşanan karmaşaya ve getirilen düzenlemelere ayak uydurabilecek sağlıklı ve hijyenik bir operasyon yürütebilmesi amacıyla otomasyonun yaygınlaşmasını getiren COVID-19 salgını sonrası daha da geçerlidir.

Depoların, tedarik merkezlerinin ve küçük imalat merkezlerinin yanı sıra, giderek daha fazla sayıda robot ofisleri, hastaneleri ve okulları doldurmaya başlıyor ve bunlar kesinlikle endüstriyel olmayan ortamlardır.

3.2 Robotlar Dışarıya Çıkıyor

Robotların geçmişte kontrollü alanlarda kısıp kalmasının nedenlerinden biri gecikme süresiydi. Robotlar, fabrikalar ve depolarda pek değişiklik göstermeyen, bağlantının ve gecikme süresinin pek önem taşımadığı rutin görevleri yerine getirirdi. Ancak son yıllarda, mobil bağlantının yaygınlaşarak, daha hızlı ve daha güvenilir bir hâl almasıyla birlikte, şirketler kontrollü alanların dışında da robotları kullanma olasılığını araştırmaya ve yeni sektörler oyuna dahil olmaya başladı.

Robot teknolojileri, sensörler, ses tanıma ve bilgisayar görüşü alanlarındaki gelişmeler, azalan donanım maliyetleriyle bir araya gelerek robotları geçmişte kullanma olanağı bulunmayan şirketler ve sektörler açısından da erişilebilir kılıyor. IDC küresel robot pazarının 2023 yılında 241 milyar dolar büyüklüğe ulaşacağını, bunun sadece yarısının, robot satışlarının geleneksel lokomotifleri olan imalat sektöründe kullanılacağını öngörüyor^[12].

5G ağlarının hizmete girmesi de çeşitli sektörlerde depo ve üretim tesisleri gibi kapalı alanların dışındaki otonom

kapasitelerini artırma ve dış dünyaya taşıma fırsatı sunacak. Bu teknolojiler kontrollü ortamlardan kontrolsüz alanlara, belirli sektörlerden tüm sektörler uzanan büyük bir robot göçünü başlatacak. Bu dönüşümün önemini görmezden gelmek mümkün değil. İmalat konusunda üstünlüğü bilgi sahibi olanlar bile robotların gelişiminin sektörün ekonomisini hızla değiştirdiğini, şirketlerin benzeri görülmemiş şekilde büyümesini ve dönüşmesini sağladığını bilir. Bu makineler geliştikçe, şirketlerin becerileri de artıyor.

Teknolojik gelişmeler birçok sektör açısından robotik entegrasyonu hiç olmadığı kadar mümkün kılıyor.

Tarımda 2018 yılında gıda ve tüketici ürünleri şirketlerinin robotik cihaz siparişleri yüzde 48 artış gösterdi^[13]. 2018 yılında 4 milyar doları aşan küresel tarımsal robot pazarının 2024 yılı itibarıyla 10 milyar dolara ulaşması, yıllık bileşik büyüme oranının ise yüzde 16 olarak gerçekleşmesi bekleniyor^[14].

Dahası, şirketler fiziksel nesnelere taşımanın ya da hareket ettirmenin ötesine geçen, insanlarla etkileşim yollarını araştıran uygulamalar peşine düşmüş durumdadır. İsveçli Furhat Robotics şirketi, İsveçli bir insan kaynakları şirketi olan TNG ile birlikte, bir mülakatçı robot olan Tengai'yi geliştirme çalışmaları yürütüyor^[15].

2018 yılında Amerikan Federal Havacılık Dairesi (Federal Aviation Administration -FAA) yüzde 170'lik bir artışla 175.000 yeni ticari drone kaydı yaptı. Görevlilerin başlangıçta öngördüğü yüzde 44'ün çok üzerinde olan bu artış, FAA'nın uzun vadeli büyüme tahminlerini değiştirmesine yol açtı. FAA şu anda ticari drone pazarının 2023 yılı itibarıyla 835.000 araca ulaşacağını tahmin ediyor^[16].

“ Şirketler robot göçünün etkisini artırma konusunda 5G'nin değerinin de farkına varıyor. ”

Çinli e-perakendeci JD.com tam otomasyona geçilmiş ikmal merkezinde her gün 200.000 paketin dağıtımını yapıyor^[17].

Japon imalat şirketi FANUC 21.000'i aşkın robotunu birbirine bağlamak, müşterilerini 2.400 saati aşan beklenmedik arızadan, şirketi yaklaşık 72 milyon dolar zarardan kurtarmak amacıyla bulut çözümlerden yararlanıyor^[18].

Madencilik şirketleri insansız makineleri güvenliği ve verimliliği artırmak için kullanıyor. Komatsu'nun Front Runner otonom taşıma sistemi, insanların tehlikeli bölgelere girmesine gerek bırakmadan günün 24 saati yüksek miktarlarda yüzey malzemesi taşıyor^[19].

Alibaba'nın Çin'in Hangzhou kentindeki genel merkezinin yakınlarındaki 290 odalı FlyZoo oteli neredeyse tamamen otonom faaliyet gösteriyor. Oda servisini robotlar yapıyor, otelin barında robotlar çalışıyor^[20].

Şirketler robot göçünün etkisini artırma konusunda 5G'nin değerinin de farkına varıyor ve bu hizmetin ayaklarına gelmesini beklemiyor. ABD'de AT&T ve imalat hizmetleri şirketi Jabı'nın ürün ayağı olan Badger Technologies 5G destekli mağaza robotları aracılığıyla perakende sektöründe otomasyonu hızlandırma konusunda işbirliğine gidiyor. Badger'ın robotları tükenen stokları, fiyatı hatalı ya da yanlış yere yerleştirilen ürünleri tespit edebiliyor. AT&T de 5G ve sınır bilişim çözümleriyle robotlara işlem gücü sunuyor, gecikmeleri azaltarak verimli bir şekilde çalışmalarını sağlıyor^[21].

Üstelik bunlar işleri eskisinden daha verimli, sağlam, kesintisiz ve ucuz yapan robotların

ivme kazandığı alanların sadece birkaçı. İşte birçok insanı heyecanlandıran, birçok insanı da kaygılandıran şey bu. Sektörün çarpıcı hızı birçok soruyu da gündeme getirmiş durumda.

3.3 İmalat

İmalat sektörünün amacı, zanaattan yüksek teknolojiye uzanan süreçte hammaddelerin insan emeği, makineler, araçlar, kimyasallar, biyolojik işlemlerin geniş çaplı kullanımıyla aşamalı bir şekilde nihai ürüne dönüştürülmesidir.

Sanayi devriminin en önemli inovasyonlarından biri olan montaj hattı modern uygulamalar için zemin hazırlamış hâlde. Ancak imalat sektöründeki dramatik paradigma değişimlerine ve mega trendlere -seri üretimin yanında kişiselleştirmeye olanak tanınması, dijitalleşme (geleneksel olarak analog olan dünyaya dijital teknolojilerin mümkün kıldığı bir bakış), bulut imalat sistemleri ve oldukça entegre akıllı tüketici ürünlerinin üretimini ölçeklendirme ihtiyacı gibi- uyum sağlamak için ciddi bir yeniden yapılanma ihtiyacı söz konusu.

İmalat operasyonlarının ekonomik açıdan verimli hâle gelmeleri amacıyla gerektiğinde devreye alınan tedarik zinciri ve lojistik operasyonları sayesinde giderek yalınlaştığını da belirtmek gerekiyor. Makro düzeyde otonom ulaşım, toplum ve ekonomiye yönelik faydalarının yanı sıra hız, verimlilik, güvenlik ve güvenilirlik anlamında devrimsel gelişmeler vadediyor.

Dolayısıyla, bir fabrikayı “akıllı bir kentin mikro kozmosu” olarak görmekte fayda

var. Başarı ve verimlilik insanlar ve otomasyonun, farklı uzamsal ve zamansal ölçeklerde gerçekleşebilen senkronize uyumuna bağlı olacaktır. İnsanların ve malzemelerin farklı fiziksel lokasyonlardaki hareketliliğine belirgin bir ihtiyaç var. Geçmişte bu işlem yüksek maliyetli ve esneklikten yoksun sabit, seçim yapıldıktan sonra dönüşü olmayan otomasyon sistemleri (taşıma bantları vb) tarafından gerçekleştiriliyordu.

Son dönemlerde sabit altyapı kurulumları (kafeslerdeki robotlar) yerlerini yeni nesil robotlara bırakmaya (örneğin mobil manipülatörler), insan-robot işbirliği çalışma alanlarını paylaşmaya başladı.

Cobot'lar gibi yeni paradigmalar, 2018 yılında kullanıma alınan 422.000 endüstriyel robotun 14.000'inden azını teşkil ediyor^[9]. Medyanın cobot'lar konusundaki yoğun ilgisine rağmen kullanıma alınan birim sayısı hâlâ çok az ve toplam kurulumun yüzde 3,24'ünü oluşturuyor. Artış oranları (yüzde 23) geleneksel robotlardan biraz daha yüksek. Bunun nedeni farkındalık, değişim yönetimi ve etkin teknoloji kullanımı ya da yatırımın geri dönüşü değerlendirmelerinin eksikliği olarak göze çarpıyor.

Bununla birlikte, yeni nesil robot teknolojilerinin üretim sistemlerini dönüştürme (üretim süresinin kısalması, daha küçük fabrikalar, verimlilik artışı) ve dünya genelinde büyümeyi hızlandırma potansiyeli konusunda hem ciddi bir heyecan hem de endişeler söz konusu. Yapay zekâ destekli robotik sistemler (örneğin daha iyi makine görüşüne sahip robotlar) ve diğer teknolojik gelişmeler (daha iyi sensörler/bilgisayar sistemleri/işletim sistemleri) önümüzdeki 10 yıl içinde fiyat ve performansta ciddi bir artış vadediyor.

13 ABD üniversitesi tarafından hazırlanan "ABD Robotiği için Bir Yol Haritası 2020"

başlıklı rapora^[22] göre, müşterilerin ürün çeşitliliğinin artırılmasına yönelik talepleri, düşük hacimli, bol çeşitli imalatı ortaya çıkardı. Bu zorlu ortamda verimliliği artırmanın kilit noktasını robotlar oluşturuyor. Üretim tesislerinin hızlı bir şekilde hedefe uygun düzenlenebildiği esnek fabrikaların sayısı artacak. Makinelerin dijital yollarla birbirine bağlandığı akıllı fabrikalar ürün geliştirme sürecini kısaltacak, ürün kusurlarını ve makinelerin arızalarını azaltacak. İşbirlikçi robotlar ve dış iskeletler gibi yardımcı teknolojilerdeki ilerlemeler robotların insanların verimliliğini artırmaya destek olmak amacıyla gerçekleştirebileceği görevlerin kapsamını artıracak. "Bulut robot sistemleri" robotlardan toplanan verilerin bir araya getirilerek optimizasyon ve önleyici bakım amacıyla analiz edilmesini sağlayan yükselen trendlerden biri. Dijital yollarla birbirine bağlanan robotlar "Bir Hizmet Olarak Robot" gibi yeni iş modellerini mümkün kılıyor. Robotlar giderek ucuzluyor, farklı amaçlarla kullanılmaları ve yeniden programlanmaları giderek kolaylaşıyor ve robot sahibi olmanın toplam maliyetini azaltıyor. Bu trendlerin küçük ve orta çaplı işletmelerdeki robot kullanımını artıracığı öngörülüyor.

Kimi robot üreticileri, "Bir Hizmet Olarak Robot" modeli çerçevesinde robotları satmak yerine kiralamayı düşünüyor. Bu modelde müşteriler üretim gereksinimleri doğrultusunda programlanan, sürekli olarak optimize edilen robotlar için belirli bir kira ödüyor. Bu modelin küçük ve orta çaplı işletmeler açısından somut avantajları bulunuyor: Başlangıç sermayesi yatırımı, sabit giderler, robot operatörleri gereksinimi yok, otomatik güncelleme olanağı var.

İmalat sektöründe otomasyonun ve robotların yaygınlaşmasının etkileri her ekonomide farklılık gösterecek. Uluslararası

“ **Uluslararası Robot Federasyonuna göre, satışı 2017 yılından bu yana sürekli artış gösteren hizmet robotlarının küresel pazarı 2019’da 13 milyar dolara ulaştı.** ”

Çalışma Örgütüne (ILO) göre, çoğu imalat sektöründe çalışan 600 milyondan fazla insanı barındıran ASEAN (Güneydoğu Asya Uluslar Birliği) ülkelerinde, otomasyon tekstil gibi kimi sektörlerde insanların işlerini kaybetmesine yol açacak. Ancak ASEAN ülkelerindeki umut vadeden sektörlerin başında gelen ve ekonomik büyümenin de itici gücü konumunda olan elektrik ve elektronik imalatında, işçilerin yerini almaktan çok işçilere destek olan işbirlikçi robot trendi söz konusu^[23].

ASEAN ülkelerindeki elektrik ve elektronik sektörü ile alt sektörlerin ciddi düzeyde köklü üreticiler ve tedarikçiler barındırdığı düşünülürse, dünyadaki nesnelerin interneti cihazlarına yönelik yüksek talebin ciddi bir büyüme potansiyeli barındırdığı söylenebilir^[24].

Akıllı fabrikaların ve Dördüncü Sanayi Devrimi'nin popülerliğine ve vaatlerine rağmen, henüz nispeten ağır bir

ilerleme söz konusu. Örneğin ABD’de PricewaterhouseCoopers gibi yönetim danışmanlığı şirketleri tarafından gerçekleştirilen anketler imalatçıların robot teknolojilerini ve otomasyonu benimseme oranının yüzde 15-37 arasında değiştiğini, bu oranın önümüzdeki üç yıl içinde yüzde 50 artacağını gösteriyor.

Bu sistemlerin yaygınlaşmasını engelleyen etkenlerden biri, büyük üreticilerin, birbirleriyle uyumlu olmayan çok sayıda farklı yazılım kullanması. Üreticilerin, tedarikçilerin ve müşterilerin yazılım sistemleri genellikle birbiriyle uyum göstermiyor. Kurum içerisindeki mühendislik, üretim ve hizmet departmanlarındaki sistemler de genellikle birbiriyle entegre hâlde değil.

3.4 Hizmet Robotları

İnsanlarla doğrudan etkileşime girmek üzere tasarlanan “işbirlikçi robotların” endüstriyel otomasyon uygulamaları dışındaki, müşteri hizmetleri, temizlik, dağıtım hatta ameliyat gibi alanlarda insanlara yardımcı olan görevler yerine getiren farklı türleri de var. Bu hizmet robotlarının da sayıları giderek artıyor. Uluslararası Robot Federasyonuna göre, satışı 2017 yılından bu yana sürekli artış gösteren hizmet robotlarının küresel pazarı 2019’da 13 milyar dolara ulaştı^[9]. Federasyon, başta 2022 yılı itibarıyla iki katına ulaşacak olan lojistik robotları olmak üzere, önümüzdeki yıllarda hizmet robotlarının satışında “ciddi bir artış” olacağını öngörüyor.

Bu tip işbirlikçi otomasyon uzmanlar tarafından uzun zamandır öngörülmüyordu. Oxford Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen bir araştırmaya göre, 2035 yılı itibarıyla perakende sektöründe işlerin dörtte üçünde ve restoran işlerinin yüzde 86’sında otomasyona geçilebilir.

3.5 Ticaret, Depolar ve Lojistik

Günümüzde küresel ticaret üzerinde en somut etkiyi yaratanlar depo ve lojistik otomasyon sistemleridir. Ford'dan Amazon'a kadar en büyük şirketlerin birçoğu depolarda manuel işgücü yerine robotları kullanıyor. Amazon'un depolarında şimdiden doğrudan binlerce insanla yan yana çalışan, müşterilerin siparişlerini toplayarak gönderen 200.000 robot taşıyıcı bulunuyor. Almanya'nın en büyük temizlik şirketlerinden biri olan Dussmann, ofislerde yerdeki atıkları ya da kaldırılması gereken çöpleri otomatik olarak tespit edebilen robot temizlikçiler kullanıyor. Benzer şekilde, Google'ın Alphabet X şirketi de ofiste dolaşarak atıkları sınıflandıran, çöplerin doğru geri dönüşüm kutusuna atılmasını sağlayan robotlara yönelik "Gündelik Robot Projesi" üzerinde çalışıyor^[25].

Amazon 2012 yılında depolar için otomasyon sistemleri üreten Kiva Systems şirketini 775 milyon dolara satın aldı. Amazon, ikmal merkezlerindeki otomasyon sistemleri sayesinde aynı gün teslim olanağı sunabiliyor. Bu da küresel perakendecileri Amazon'a yetişmeye gayret etme mecburiyetiyle baş başa bırakıyor.

Perakendeciler robotları her türlü iş için kullanıyor –yerlerin temizliğinden malzemelerin taşınmasına ve raf analizine dek her iş için. Robotların en yaygın kullanıldığı görev, etiketleri kontrol etmek, fiyatların doğru olup olmadığına bakmak ve boşalan rafları mağaza çalışanlarına bildirmek.

Bu robotlar rafları tespit eden bir dizi kamera ve sensörle donatılıyor. Bu sayede rafa dair her şeyi anında ve her ayrıntısıyla tespit edebiliyor. Buluttaki sistemler rafta neler olduğunu inceliyor, yanlış yerleştirilmiş ya da fiyat etiketi hatalı ürün

olup olmadığına bakıyor. Bu uygulama mağazalara en sıkıntılı problemleri önem sırasına göre çözme, görevlilere nerelere gitmeleri, hangi rafları doldurmaları, hangi etiketleri değiştirmeleri gerektiğini söyleme olanağı veriyor^[26].

Günümüzde e-ticaret yapmaya niyetlenip de otomasyona yönelmeyen bir perakendeci bulmak kolay değil. Kiva'nın 2012 yılında satılması bu konuda büyük bir boşluğun doğmasına yol açtı. Kiva depo lojistik çözümlerinin en büyük tedarikçisi konumundaydı ve Staples, Walgreens ve Gap gibi büyük şirketler bu teknolojiden yararlanıyordu. Günümüzde nihayet birkaç robot şirketi lojistik ürünlerini piyasaya sürerek Kiva'nın satılmasından doğan boşluğu doldurmaya, depo otomasyon hizmetlerini küçük ve orta çaplı işletmeleri kapsayacak şekilde yaygınlaştırmaya başlıyor.

Bu çözümlerin bazıları, örneğin paketleme istasyonları arasında kendi kendine hızla gidebilen dağıtım arabaları mevcut çözümlerin geliştirilmesiyle elde ediliyor. Diğerleri ise kilometrelerce aktarma kayışını, binlerce robot tutucu ve kavrayıcıyı kapsayabiliyor.

2016 yılında dünya genelinde depo ve lojistik robotlarının satışının 1,9 milyar dolar gibi ciddi bir rakama ulaştığını tahmin eden araştırma şirketi Tractica, bu pazarın 22,4 milyar dolar gibi devasa bir büyüklüğe ulaşacağını tahmin ediyor^[5].

E-ticaret hacmi 2015 yılından bu yana iki katına çıktı ve her yıl yüzde 12-20 arasında büyümeye devam ediyor; gıda ve ilaç sektörünün de e-ticareti benimsemesiyle birlikte bu artışın önümüzdeki beş yıl boyunca hızlanması bekleniyor. Yeni depolar inşa ediliyor, ancak hacmi ve çeşitliliği giderek artan siparişlere yetişecek insan işgücünü bulmak ve elde

tutmak giderek güçleşiyor. Depolara giren ürünlerin toptan nakliyesi, taşınması, tasnifi, depolaması ve tedarik zinciri boyunca aktarılması da düşünüldüğünde, robot ve otomasyon ihtiyacının zorunluluğa dönüştüğü görülüyor.

Lojistik sektöründe otomasyon genellikle ürünlerin taşınması gibi, standart palet boyutlarının ve belirli güzergâhların kullanıldığı büyük ölçüde standartlaşmış süreçlere yöneliktir. Görme ve kavrama teknolojilerindeki gelişmeler artık robotların standart olmayan ortamlarda da kullanımını yaygınlaştırıyor. Bu uygulamalar arasında farklı nesnelere kaldırmak, farklı ağırlık, şekil ve dayanıklılıktaki nesnelere kamyonlara yüklemek gibi görevler var. Robotlar lojistik sektöründeki ergonomik olmayan, ağır yükleri kaldırmayı gerektiren işleri giderek daha fazla üstlenecek ve insanların operasyonların yönetimine odaklanmasına olanak verecek. Lojistik merkezinden nihai kullanıcıya uzanan son aşamada da birçok ülkede test edilen otonom karasal teslim robotları ile otomasyona geçilecek.

Deniz taşımacılığı şirketi Maersk, büyük konteynır gemilerinin ileride limanlara yanaşmayacağını öngörüyor. Bunun yerine, konteynırları kıyıya drone'lar taşıyacak. Üç boyutlu baskı tekniğiyle limanda yükün boyutlarına uygun şekilde üretilecek olan konteynırlar çok güçlü ve hafif plastikten olacak. Yükün boşaltılmasının ardından, gemi tekrar drone'lar tarafından yüklenecek.

Bu yükler gemideki robot ordusu tarafından yerleştirilmesinin ardından insansız gemi demir alarak yoluna devam edecek^[27].

3.6 Ulaşım ve Otonom Araçlar

Hem insanların hem de malların kent içinde, kentler arasında ve ülkeler arasında sorunsuz bir şekilde dolaşımını mümkün kılan verimli ve güvenli ulaşım sistemleri toplum açısından kritik bir ihtiyaç. Yeni ulaşım şekilleri son 200 yıl içinde at arabalarından lokomotiflere ve otomobillere dek uzanan bir süreçte sürekli değişmektedir. Ulaşım sistemleri kritik toplumsal ve ekonomik ihtiyaçları karşılamak üzere değiştikçe trafik sıklığı ve kazaları gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlamış, hem zaman hem de can kaybına yol açmıştır. O nedenle otonom araçlar robot sektörünün parlayan yıldızı konumunda. Ancak Google ve Uber'in California yollarında test ettiği araçlar otonom teknolojinin uygulamalarından sadece biri.

Şu ana dek, fabrikaların ve depoların, tesadüflere açık yollara oranla daha az izin veren yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış ortamlarında ustalıklı ilerleyebilen küçük, otonom araçlar, ticaret dünyasında şimdiden büyük bir etki yaratmış durumda.

Özellikle malzemelerin otonom araçlarla taşınması büyük potansiyel barındıran bir alan. Bunun en önemli nedeni, insanlar açısından tehlikeli bir iş olması. Lidar,

“ Ulaşım sistemleri kritik toplumsal ve ekonomik ihtiyaçları karşılamak üzere değiştikçe trafik sıklığı ve kazaları gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlamış, hem zaman hem de can kaybına yol açmıştır. O nedenle otonom araçlar robot sektörünün parlayan yıldızı konumunda. ”

kameralar ve farklı sensörlerle donatılan otonom robotlar yükleme istasyonları ve fabrikalarda, insanlarla çarpışmadan rahatlıkla ilerleyebiliyor.

Bu araçların küresel pazarının 2022 itibarıyla 2,8 milyar dolara, 2035 itibarıyla da 77 milyar dolara ulaşabileceği tahmin ediliyor^[5].

Yollara dönecek olursak, otonom araçlar birçok açıdan umut vad ediyor. Ancak ilk etkileri arasında en önemlisi yarı otonom kamyonlardan kaynaklanıyor olacak. Buradaki ana fikir, uzun yol kamyon şoförlerinin, zamanlarının çoğunu geçirdiği otoyollarda araçlarını oto pilota alması, kalabalık yollarda ise kumandayı tekrar devralması.

Yeni robot teknolojilerinin kullanımı gelecekte ulaşım sistemlerinde, insanların ve malların hız, verimlilik, güvenlik ve güvenilirlik içinde taşınmasında ilerlemeler kaydedilmesini vad ediyor. Bu olumlu değişimler kamu güvenliği, arazi kullanımı, tedarik zincirleri, lojistik, imalat ve yaşam kalitesi gibi çeşitli alanlarda sayısız fayda sağlayacak.

Gelecekte otonom araçlarla sağlanacak ulaşım şu an için ulaşım hizmetlerine erişmek amacıyla başkalarının yardımına ihtiyaç duyan çocukların, yaşlıların ve engellilerin hareketliliğini de artıracak.

Yarı otonom ve otonom araçların geliştirilmesini, özellikle kötü havalarda ve olumsuz koşullarda daha iyi algılayabilen ve görebilen robot teknolojileri sağlayacak. Otonom kontrol ile insan operatörler arasındaki geçiş problemi, yolun durumsal farkındalığının insan operatörler ile robotlar arasında paylaşılmasına yönelik bir insan-robot etkileşimi problemini teşkil ediyor.

Robotik teknolojiler toplu taşıma sistemlerini etkileme ve dönüştürme potansiyeli de taşıyor. Geleneksel toplu

taşıma sistemleri (otobüs, tren, metro, tramvay vb.) otonom teknoloji sayesinde güçlenecek ve otonom araç paylaşımı sistemleriyle de desteklenecek. Trafik kalıplarını daha iyi değerlendirmeye ve talebi öngörmeye yönelik teknolojiler dinamik güzergâhları ve tarifeleri optimize etmek amacıyla kullanılacak.

Gerçek zamanlı sensörler ve kontrol sistemleriyle güvenlik garantisi sunma ihtiyacı da kritik bir önem taşıyor. Etkin bir takip ve acil durumlarda anında müdahale için geniş çaplı uzaktan kontrol sistemlerine de ihtiyaç duyuluyor.

Otonom araçlarda en büyük avantaj güvenlik olacak. Büyük teknolojik aktörlerin yanı sıra, hemen hemen tüm önemli otomobil üreticileri de otonom teknolojileri geliştirmeye çalışıyor. Güvenilir bir otonom otomobil ya da kamyonun üretilmesine daha yıllar var. Üstelik burada potansiyel yasal engeller de söz konusu. Bu teknoloji geldiğinde bile, mevcut filonun dönüşmesi epey bir zaman alacak. Ancak şundan emin olabiliriz: Bizi araçların çoğunun, çoğu zaman kendi kendine gideceği bir gelecek bekliyor. Bu zaman geldiğinde kazalar azalacak ve trafik rahatlayacak.

3.7 Sağlık

Otonom dezenfeksiyondan hastalarla video konferanslar gerçekleştirmeye ve teknoloji destekli operasyonlara dek, robotlar sağlık sektörünün geleceğini şekillendiriyor.

Sağlık sektöründe robot kullanımı yeni bir fikir değil. Ancak, COVID-19 salgınının hastaneler ve sağlık çalışanları üzerinde yarattığı baskının ardından, otomasyon çalışmalarının hız kazandığı görülüyor. Ancak bu uygulamaların henüz deneme ve kavram kanıtlama düzeyinde olduğunu akılda tutmak gerekiyor.

Sağlık sektörü, otomasyonun verilen hizmet kalitesinin artmasını sağlayabileceği dört temel alan üzerinde duruyor.

- **Uzaktan Tedavi:** SoftBank Robotics'ın yarı insansı robotu Pepper bu uygulamanın en meşhur örneği olmakla birlikte, uzaktan kumanda edilebilen robotlar farklı şekillerde de kullanılabilir. Bunların çoğu bağımsız sistemler gibi görünüyor. Ekranlar, bilgisayarlar -daha çok iPad görünümlü ekranlar bu kapsamda sayılabilir.

Uzaktan komuta edilebilen bazı robotlar yaşlıları gözlemliyor, düşmeleri durumunda tespit edebiliyor ve ekran üzerinden doktorla iletişim kurmasını sağlıyor. Bu uygulamanın COVID-19 ile birlikte devreye sokulan sosyal mesafe kuralı uygulamasıyla yaygınlaştığı görülüyor.

- **Dezenfeksiyon:** COVID-19 etkisiyle robotlar için ortaya çıkan bir uygulama alanı da dezenfeksiyon. Robotlar dezenfeksiyonu temassız bir şekilde yapabiliyor. Güneş ışığından binlerce kat güçlü, yoğun zenon ultraviyole ışık kullanarak zararlı bakterileri, virüsleri, mantarları ve sporları yok eden robotlar üretiliyor.
- **Ameliyatlar:** Ameliyatlar da robotların kullanımının giderek arttığı bir alan. Güvenlik kaygıları nedeniyle bu robotlar henüz yaygın şekilde kullanılmıyor, ancak giderek gelişiyorlar. Cerrahi robotların yaygınlaşmasının nedenlerinden biri de insan elinden daha hassas ve hatasız olmaları. Ayrıca sahip oldukları sensörler de insan gözünden daha başarılı. Doktorların bir cihaz yardımıyla bakabildiği mikroskopik düzeydeki unsurlar bu sensörlerle doğrudan görülebilir.



Giderek büyüyen robotik cerrahi alanının hâkimi Da Vinci Cerrahi Sistemini üreten Intuitive Surgical şirketi. Şu anda Da Vinci cerrahi sistemiyle her yıl yüz binlerce ameliyat gerçekleştiriliyor -istisnasız her prostat hastası bu sistemi kullanabiliyor. Robotik ameliyatlar kritik benimsenme eşiğini hızlı bir şekilde aşmış, Intuitive Surgical'ın piyasa değeri de 18,2 milyar dolara ulaşmış durumda.

- **Kanser Teşhisi.** Bir makinenin birçok veri noktasının üzerinden geçme ve kalıpları belirleme becerisi, her zaman için insandan daha hızlı ve muhtemelen bizim gözlerimizle tespit edebileceğimizden daha isabetli olacaktır. Makineler binlerce tedavi seçeneğine dair devasa bir veritabanını tarayabilir, ardından hastanın tıbbi kayıtlarına ulaşabilir ve bunu birkaç dakika içinde yapabilir^[28].

Tıbbi robot piyasasının 2021 sonu itibarıyla 12,8 milyar dolara ulaşabileceği tahmin ediliyor.

13 Amerikan üniversitesi tarafından hazırlanan "ABD Robotiği için Bir Yol Haritası 2020" başlıklı raporun^[22] sağlık hizmetlerinde robot kullanımının geleceğine ilişkin öngörülerini şöyle:

Bugün tıp alanında hedefe yönelik ve kişiselleştirilmiş ilaçlara yönelim, imalatçıların karşı karşıya olduğu düşük hacimli, çok çeşitli üretim baskısını gündeme getiriyor. Robotlar, ilaç testleri

ve tıbbi analiz alanlarında hassasiyet gerektiren rutin işleri üstlenerek ilaç üretimindeki verimliliği artırıyor. Çok büyük lojistik operasyonları yürüten hastaneler de ürünlerin nakli ve tesliminde otomasyona geçen lojistik sektöründeki gelişmelerden faydalanacak. Hastaların tedavisinde, özellikle de ameliyatlarda robot kullanımı artmaya devam ediyor. Yaşlanan nüfus sağlık hizmetlerine ağır bir yük getirecek. Robotlar hastaların kaldırılmasından rehabilitasyonuna ve kıyafetlerinin giydirilmesi gibi günlük işlere dek birçok alanda hastanelerdeki sağlık görevlilerine yardımcı olmak amacıyla kullanılacak. Robot asistanlar yaşlıların bağımsız bir hayat sürdürmesine yardımcı olacak,

“ **Robotlar, ilaç testleri ve tıbbi analiz alanlarında hassasiyet gerektiren rutin işleri üstlenerek ilaç üretimindeki verimliliği artırıyor.** ”

doktorların ve bakıcıların uzaktan tedavisine bilgi vererek, hatırlatmalar yaparak, acil durumlarda uyarılarda bulunarak destek olacak.

İlaç şirketleri, kullanmaya alışkın olduğumuz genel etkili ilaçlar yerine, giderek belirli semptomları ya da genetik profilleri hedef alan kişiselleştirilmiş ilaçlara yöneliyor. Bu durum, birçok açıdan yüksek hacimli, az çeşitli üretimden, düşük hacimli, çok çeşitli üretime yönelen imalat sektörüne benziyor. İlaç sektöründe düşük hacim, tek bir kişiye yönelik ilaç anlamına gelebilecek. Verimliliğin

artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve bu tedavilerin geliştirilmesi, üretilmesi ve sunulması süreçlerindeki hassasiyetin artırılması bakımından kilit önem taşıyor.

Klinik Sağlık Hizmetlerinde robotlar hastane personelinin hastalara sunduğu bakımın çeşitli aşamalarında, cerrahlara, hemşirelere, terapistlere ve hasta bakıcılara yardımcı olabilir.

Mobil robotları kullanan kişilerin yapılandırılmamış ve kısıtlı alanlarda hareket kavrama görevlerini etkin bir şekilde planlaması ve titizlikle yürütmesi gerekiyor. Hareket ve duyulardaki titizlik, çok daha isabetli ortopedik işlemlere olanak tanıyacaktır. Minimum müdahale içeren cerrahi operasyonlardaki dikiş gibi işlemler de Vinci cerrahi robotlarının uzaktan kumandası yoluyla kısmen otomatik hâle getirilebilir. Uzaktan kontrol edilen iğneler ve iç içe geçmiş tüp robotların kullanıldığı bu yeni minimal müdahaleli cerrahi operasyonlar, robotlar tarafından daha düzgün bir şekilde kontrol edilebilir. Manyetik mikro robotlar muayene, ilaç verilmesi ve kesme gibi cerrahi görevleri yerine getirebilir.

Hastaların bakımına yönelik birçok rutin görev de robotlar tarafından ya da robotların yardımıyla gerçekleştirilebilir, gün boyunca hemşireler ve hasta bakıcılara yönelik talebi azaltabilir.

- **Hasta asistanı:** Bir robot hastanın istediği nesnelere getirebilir ya da düşen şeyleri alabilir. Robotlar hastanın yer değiştirmesine, yatağa yatmasına ve yataktan kalkmasına, banyoya gitmesine, ayağa kalkarak güvenle dolaşabilmesine yardımcı olabilir.
- **Hemşire asistanı:** Bir robot hastaları gözlemleyebilir, gün içerisindeki aktiviteleri takip ederek hastanın yaşadığı güçlükleri hemşireye bildirebilir.

“ Son dönemlerde robotların gıdaların işlenmesi amacıyla kullanımına yönelik ilgi giderek artıyor. Bu kapsamdaki çalışmalar tohumların ekilmesinden yabancı otların temizlenmesine ve olgunlaşan meyve ve sebzelerin toplanmasına dek geniş bir alanı kapsıyor. ”

Operasyonlar ya da müdahaleler sonrasında, robotlar fiziksel terapi uzmanına rutin ve yinelemeli hareketlerin gerçekleştirilmesi, hareket takibi yoluyla gelişimin nicel olarak ölçülmesi gibi konularda yardımcı olabilir. Robot, hastanın düşmesini önleyerek, düşen hastaları kaldırarak terapistin ağır yükler altına girmesini de önleyebilir.

Bu görevleri yerine getirebilen robotların ardından, atılacak doğal adım uzaktan sağlık hizmetleri ve uzaktan tedavi olacaktır.

Robotik teknolojiler, ulaşım, evde sağlık hizmetleri, fiziksel ve sosyal yardım teknolojileri, robot temelli rehabilitasyon hizmetleri sunarak yaşlanan nüfusun yaşamlarını, evlerinde hayat kalitelerini koruyarak, hareketliliklerini ve dirençlerini artırarak sürdürmesine yardımcı olabilir.

Öte yandan işbirlikçi robotlar ve dış iskeletler konusundaki yeni gelişmeler, ergonomik olmayan görevlerden, özellikle de ağır yük kaldırmaktan kaynaklanan kronik sağlık sorunlarını azaltacak.

3.8 Tarım

Son dönemlerde robotların gıdaların işlenmesi amacıyla kullanımına yönelik ilgi giderek artıyor. Bu kapsamdaki çalışmalar tohumların ekilmesinden yabancı otların temizlenmesine ve olgunlaşan meyve ve sebzelerin toplanmasına dek geniş bir alanı kapsıyor. Robotlar genel anlamda hassas tarım, yabancı otların kontrolü, tarla otomasyonu ve hasat amacıyla kullanılıyor. Hassas tarım yoluyla ekinlerin durumu takip ediliyor, veri toplanıyor ve gübre veriliyor. Yabancı otların kontrolü ya mekanik yollarla toplanması ya da küçük miktarlarda tarım ilacı verilmesi yoluyla gerçekleştiriliyor. Tarla otomasyonu yabancı otların yönetimini, nakliyyeyi ve takibi kapsıyor. Bahçe ve tarlaların haritasının çıkarılması ve gelişimin takip edilmesi amacıyla drone'lar da kullanılmaya başlanıyor. Drone'ların maliyeti tek bir çiftçi açısından yüksek olmakla birlikte, "hizmet olarak drone" çiftçiler açısından giderek makul bir seçenek haline geliyor. ■

► 4. BÖLÜM

COVID-19 PANDEMİSİNE KARŞI MÜCADELEDE ROBOT KULLANIMI

Pandemi de insanlar arasındaki teması azaltacak, işyerlerini daha güvenli hâle getirecek her türlü teknolojiye yönelik ilgiyi artırarak, otomasyon projelerine beklenmedik bir hız kazandırdı.

► 2020 yılında toplumda ciddi değişimlere tanık olduk. COVID-19 hastalığına yol açan SARS-CoV-2 virüsü birçok şeyi değiştirdi. Hastalık Aralık 2020 itibarıyla 65 milyonu aşkın insana bulaştı.

Salgının birçok etkisi oldu. Öncelikle sağlık sistemleri zorlandı. İnsanlar uzun dönemler boyunca evlerinde karantinaya alındı. Birçok insan işsiz kaldı. Dahası, insanlar seyahat etmeyi neredeyse tamamen bıraktı. Bu noktada, robot sistemlerin ve otomasyonun böyle bir senaryoda nasıl yardımcı olabileceği sorusu gündeme geliyor.

Sektördeki popüler söylem robotların işçilerin yerini almayacağı, yetenekli profesyonellerin işini kolaylaştıracağı yönünde. Bu söylem, işgücü açığının olduğu, otomasyonun ortaya çıkışının

bu açığı kapatacağı düşünülen güçlü ekonomilerde hoş gidebilir. Ancak pandemi bu durumu değiştirdi. Hemen tüm sektörlerde şirketlerin kepenk kapatması ya da kemer sıkması nedeniyle çalışanlar işsiz kaldı ve otomasyonun çalışanlara yardımcı olduğu söyleminin yerini başka söylemler aldı.

Pandemi de insanlar arasındaki teması azaltacak, işyerlerini daha güvenli hâle getirecek her türlü teknolojiye yönelik ilgiyi artırarak, otomasyon projelerine beklenmedik bir hız kazandırdı.

Örneğin, Hollanda'nın Maastricht kentindeki yeniden açılan bir restoranda müşterilere yemekleri Amy, Aker ve James adlı üç robot taşıyor. İspanya'nın güneyinde bir barda içecekleri bir robot dolduruyor;

1,60 metre boyundaki, kablolarla birlikte 80 kilo ağırlıktaki Alexia da Pamplona'daki bir restoranda garsonların müşterilere sosyal mesafeyi koruyarak hizmet etmesine yardımcı oluyor.

COVID-19 krizi nedeniyle risk altında olan işlerin birçoğu, aynı zamanda birkaç yıl içinde otomasyona geçilme riski en yüksek olan işler: Müşteri hizmetleri ve satış, yemek hizmetleri ve bina hizmetleri.

4.1 Robotlar Pandemiye Karşı Mücadelede Birçok Rol Üstleniyor

Silindir biçimli bir robot tedavi odasına girerek sağlık çalışanlarının ventilatöre bağlı hastaların ateşini, tansiyonunu, oksijen doygunluğunu uzaktan ölçmesini sağlıyor. Dikey olarak konulmuş büyük floresan lambalara benzeyen bir başka robot hastaneyi dolaşarak ultraviyole ışınla dezenfeksiyon yapıyor. Bu arada dağıtım arabası şeklindeki bir robot da 16 katlı otelde karantina altına alınan insanlara yemek dağıtıyor. Dışarıda dört pervaneli robot helikopterler hastalardan alınan test örneklerini laboratuvarlara taşıyor ve sokağa çıkma yasaklarını ihlal edenleri takip ediyor.

Bunlar, COVID-19 salgını sırasında hastanelerde ve dışarıda gündelik hayatımızı sürdürebilmemiz amacıyla testlerin, kamu güvenliğinin ve altyapı çalışmalarının otomasyonu için kullanılan onlarca robota sadece birkaç örnek.

Gelecekteki afetler için çıkarılan dersler aslında geçmişteki afetlerden çıkarılan

ancak ilginin ve finansmanın azalmasıyla birlikte çabucak unutulmuş derslerin aynısı. Afetlerde kullanılmaya en uygun robotlar, yukarıdaki örneklerde olduğu gibi, sağlık ve kamu güvenliği sektörlerinde hâlihazırda kullanılanlar.

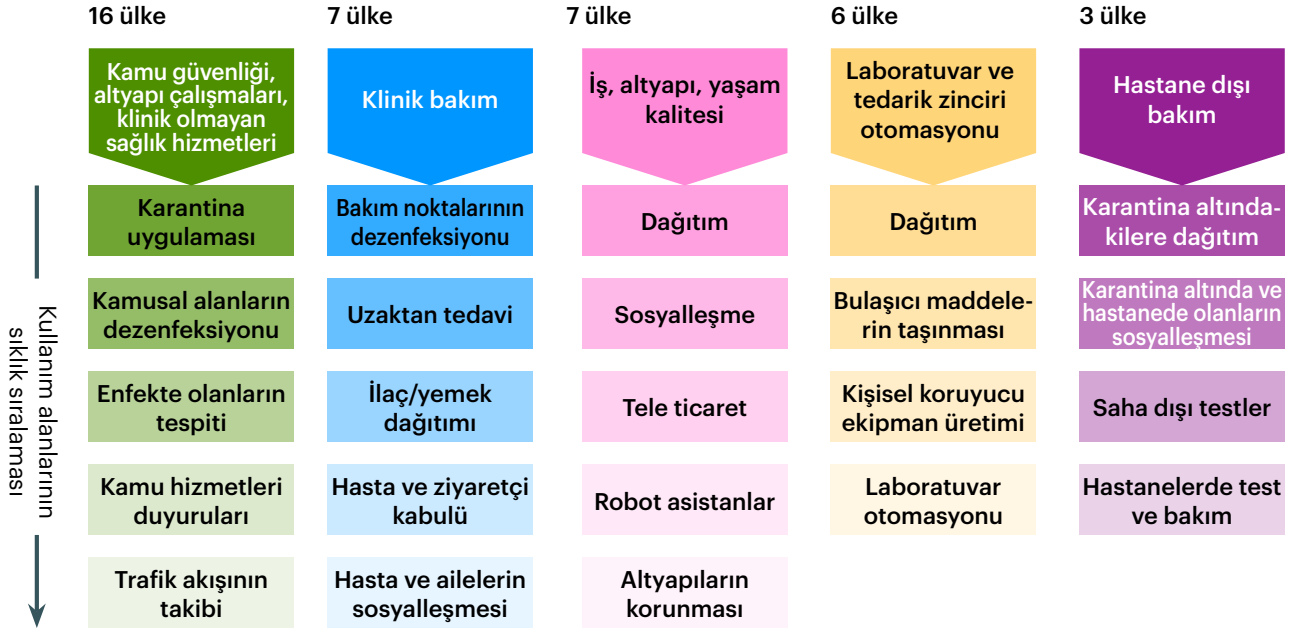
Araştırma laboratuvarları ve girişimler, sağlık çalışanlarının uzaktan kan ve sürüntü örneği almasına yardımcı olmak üzere tasarlanan robotlar dahil, yeni robotlar geliştiriyor. Bu prototipler muhtemelen şu an için bir fark yaratmayacak. Ancak robot çalışmalarındaki ivmenin sürmesi durumunda, geliştirilen bu robotlar gelecekteki afetlerde bir fark yaratabilecek.

4.2 Dünya Genelinde Robotlar Salgında Nasıl Kullanılıyor?

Texas A&M Üniversitesi ve Robot Destekli Arama ve Kurtarma Merkezi robot uzmanları, ABD ve diğer 19 ülkede robotların COVID-19 salgını sırasında nasıl kullanıldığına dair haberleri ve sosyal medya gönderilerini incelediler. Bu inceleme sonucunda yerdeki ve havadaki robotların krizin yönetilmesinin her boyutunda önemli bir rol üstlendiği ortaya çıktı.

Hastanelerde, doktorlar, hemşireler, hasta yakınları, hatta resepsiyon görevlileri hastalara güvenli bir mesafeden ve gerçek zamanlı bir şekilde etkileşim kurmak amacıyla robotları kullanıyor. Uzman robotlar odaları dezenfekte ediyor, hastalara yemek ve ilaç taşıyarak, hastaların artışıyla ortaya çıkan ekstra işleri üstleniyor. Dağıtım

“ Araştırma laboratuvarları ve girişimler, sağlık çalışanlarının uzaktan kan ve sürüntü örneği almasına yardımcı olmak üzere tasarlanan robotlar dahil, yeni robotlar geliştiriyor. ”



Şekil 11: 20 Nisan 2020 itibarıyla Hava ve Yer Robotlarının COVID-19 Kapsamında Kullanım Alanları^[29].

robotları da bulaş örneklerini test amacıyla laboratuvarlara taşıyor.

Hastanelerin dışında, kamusal çalışmalar ve kamu güvenliği departmanları da robotları kamuya açık alanları dezenfekte etmek amacıyla kullanıyor. Drone'lar termal görüntüleme sistemleriyle enfekte olmuş insanların belirlenmesine yardımcı oluyor, karantina ve sosyal mesafenin uygulanmasını sağlıyor. Robotlar sokaklarda dolaşarak virüs ve sosyal mesafe konusunda kamu duyuruları da yapıyor.

Çin'de hastanelerde ilaç ve sağlık malzemesi taşıyan, hatta şüphelilerin ateşlerini ölçen otonom robotlar sağlık çalışanlarının işlerini hafifletti. Bazı perakende şirketleri gıda ve ilaç dağıtımında otonom araçlardan yararlandı. Robotlar virüsün ilk görüldüğü Çin'in Wuhan kenti caddelerinde ilaçlama yaptı. ABD'de robotlar COVID-19 hastalarının konulduğu odaları veya uçakları dezenfekte ediyor. Los Angeles'ta robotlar restoranların yemeklerini evlere dağıtıyor. Güney Afrika'da morötesi ışın yayarak hastane

odaları ve diğer mekânları mikropardan arındıran robotlar kullanılıyor. İngiltere'nin Emerson Vadisi bölgesine Starship adındaki otonom araçlarla yemek, gıda, ilaç ve ihtiyaç maddeleri dağıtımı yapılıyor^[30].

Evlerde ve işyerlerinde robotlar şaşırtıcı yollarla insanlara yardımcı oluyor. Emlakçılar satılık evleri uzaktan kumandalı robotlarla gezdiriyor. Çin'de yeni bir hastane inşa eden işçiler, drone'ların aydınlatması sayesinde geceleri de çalışabiliyor. Japonya'da öğrenciler mezuniyet töreninde robotlardan yararlanıyor. Kıbrıs'ta da bir insan sokağa çıkma yasaklarını ihlal etmeden köpeğini gezdirebilmek amacıyla drone'lardan yararlanıyor^[29].

4.3 COVID-19 Döneminde Robotların Cerrahi Ortamlardaki Yükselişi

Yaşanan pandemi, faaliyetlerimizin birçoğunun insanların birbiriyle fiziksel temasına bağlı olduğunu gösteriyor. Bu gereklilik, COVID-19 döneminde cerrahi

ortamlarda ciddi sıkıntılar yaratıyor. Patojenlerin yayılmasının önlenmesi amacıyla zorunlu olmayan ameliyatların iptal edilmesi hem hastalar hem de hastaneler açısından önemli fiziksel, zihinsel ve ekonomik sonuçlar doğurdu. Bu sıkıntının aşılması amacıyla yapay zekâ ve robot teknolojisi kullanılabilir. Bu teknolojiler, ameliyathanenin dışında da dijital hasta kabulü, yoğun talep olan dönemlerde etkin triyaj, hayati belirtilerin takibi ve kaydı, yüksek riskli bölgelerin tespiti, gerçek zamanlı kontaminasyon geribildirimleri doğrultusunda sterilizasyon, kan alımı, ilaç ve yemek dağıtımı gibi çeşitli alanlarda da kullanılabilir. Ameliyatlar sırasında robotlar kateter takabilir, hastaları entübe edebilir ve solunumu yönetebilir. Ameliyatlar sırasında cerrahi ekip ne kadar küçük olursa kontaminasyon riski de o kadar azalır. Robotların desteğiyle gerçekleştirilen ameliyatlar kontaminasyon riskini azaltırken, patojenlerin önlenmesi açısından ideal senaryo uzaktan kumandayla, temassız gerçekleştirilen robotik operasyonlar olacaktır. Çünkü, teknik olarak, ameliyathanede bir hastanın varlığı bile patojenlerin yayılması için yeterlidir. Bu vizyoner ortam, pandemi dönemlerinde de kontaminasyon riskini artırmadan ameliyatlara devam etmeye olanak verecektir. Ameliyat ortamında robotların kullanıldığı ve kullanılmadığı operasyonların ayrıntılı senaryolarının kıyaslandığı temas takibine yönelik modelleme çalışmaları, robotların patojenlerin yayılmasının önlenmesindeki somut faydalarını ortaya koyacaktır.

Bu teknolojilerin pandemi dönemleri dışında da cerrahi ortamlarda kullanılması güvenliği ve verimliliği artırmak, uzaktan ameliyatlar yoluyla kırsal kesimlere hizmet götürmek gibi faydalar da sağlayabilir. Yapay zekânın, sanal ve artırılmış gerçekliğin kullanılması, termal algı olanağı sunması ve kritik yapıların yansıtılması sayesinde cerrahların

“ Robotların desteğiyle gerçekleştirilen ameliyatlar kontaminasyon riskini azaltırken, patojenlerin önlenmesi açısından ideal senaryo uzaktan kumandayla, temassız gerçekleştirilen robotik operasyonlar olacaktır. ”

prosedürleri daha güvenli hâle getirmesine olanak tanıyabilir. Cerrahın emrine sunulan yardımcı araçların tek bir bileşende, örneğin bir cerrahi gözlükte bir araya getirilmesi, cerrahın bu araçları kullanmasını kolaylaştırabilir.

Tarih, teknolojinin en çok cerrahi operasyonlar alanında ilerleme sağladığını gösteriyor. Görüntüleme teknikleri, koter ve mikroskop bu durumun birçok örneğinden sadece birkaçı. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve robot teknolojileri de bir sonraki kuantum sıçramayı meydana getirebilir^[31].

4.4 Pandemi Döneminde Çin Sağlık Sisteminde Robot Kullanımı

2020 yılının ilk aylarında 84.000 insanın hastalanmasına, 4.600 kişinin ölümüne yol açan Çin'deki COVID-19 salgını, ülkenin acil sağlık hizmetleri alanında robot

teknolojilerini hayata geçirmeye istekli ve hazır olduğunu ortaya çıkardı. Hastanelerde ve kamusal alanlarda temizlik yaparak, ateş ölçerek ve yemek dağıtarak virüsle mücadele kapsamında insanlar arasındaki teması azaltmak amacıyla hizmet robotları kullanılmaya başlandı.

Shanghai Jiao Tong Üniversitesi Tıbbi Robot Teknolojileri Enstitüsü (2019 yılında açılan, Çin'in sadece tıbbi robot araştırmalarıyla uğraşan ilk akademik kurumu) kurucu dekanı Guang-Zhong Yang şöyle diyor: "Karantina amacıyla otelde kaldığım sırada yemek siparişi yaptım. Yemeği silindirik şekilde, tekerlekli beyaz bir robot getirdi. Robotun üzerinde bir ekran ve yemeklerin bulunduğu dijital kilitli bir bölme vardı. Yemeği bir restorandan telefonla sipariş etmişim." Yang, "Robot yemeği odama getirdiğinde telefonum çaldı. Bu sayede kapıyı açarak yemeğimi aldım" diye anlatıyor. 12 yıl boyunca Londra Imperial Üniversitesi Hamlyn Robotik Cerrahi Merkezi Direktörü olarak çalıştıktan sonra 2020'de Shanghai'ye taşınan Yang, "İngiltere'de olsaydım robotların bu şekilde kullanımını yenilik olarak niteleyebilirdim, ancak Çin'de bu durum giderek alışılmış bir hâl alıyor" diyor^[32].

Çin, robot kullanımı konusunda 2012 yılında, merkezi hükümet tarafından bir niyet beyanı olarak yayınlanan beş yıllık ekonomik planda hizmet robotlarının kilit öneme sahip bir teknoloji olacağını belirtmesinin ardından vites yükseltti. Hedef, robotları yangınla mücadeleden, minimal invaziv ameliyatlara dek çeşitli kritik görevleri yerine getirecek kapasiteye ulaştırmaktır.

Robotların özellikle hemşirelere, fiziksel rehabilitasyona ve ameliyatlara yardımcı olmak amacıyla tıp sektöründe kullanılması öncelikli hedef olarak belirlendi. Ülkede şu anda sağlık çalışanı sıkıntısı yaşanıyor. 2017 yılında, OECD ülkelerinde 1.000 kişiye düşen doktor sayısı 3,5 iken, Çin'de 1.000

kişiye iki doktor düşüyordu. Veriler, yükselen yaşam standartlarının sağlık hizmetlerine yönelik talebi artırdığını, hızla yaşlanan nüfusun gelecekte sistem üzerindeki baskıyı daha da artıracak olduğunu gösteriyor^[32].

Çin'in en saygın hastanelerinden biri olan Chengdu kentindeki Sichuan Üniversitesi Batı Çin Hastanesi cerrahi direktörü Jian-Kun Hu, hastanesinin robot teknolojilerinin kullanımını konusundaki planlamalara 2012 yılında başladığını söylüyor. Hu, amaçlarını hastaların minimal invaziv ameliyat olanağından yararlanmasını sağlamak ve çalışanların iş yükünü hafifletmek olarak açıklıyor. 2015 yılında hastane minimal invaziv ameliyatlara için, Amerikan yapımı Da Vinci adlı genel cerrahi sistemini satın aldı -bir cerrah tarafından bir bilgisayar konsolu vasıtasıyla kontrol edilen, dört kollu, avize benzeri bir cihaz. O yıl ülke genelinde benzer 12 sistem daha kuruldu. Hastane 2018 yılında beyin cerrahisinde kullanılmak üzere ROSA robotik cerrahi asistanını ve 2020'nin Eylül ayında da COVID-19 sırasında kullanılan izolasyon koşullarını dezenfekte eden bir lojistik robotunu satın aldı.

Dört yıl önce Wuhan'da kurulan çok amaçlı hizmetler ve endüstriyel robotlara yönelik kullanımı kolay işletim sistemleri geliştiren bir şirket olan Cobot'un kurucu ortağı Miao Li, "Şu anda sadece insanlara ilaç ve yemek dağıtımını gibi basit işler yapan hizmet robotları şirketler ve hastaneler açısından makul fiyatta" diyor^[33]. Bu basit hizmet robotlarını 10.000 dolar civarında bir paraya satın alabilirsiniz, çünkü bu robotlar otel, restoran ve benzeri yerlerde de kullanılıyor.

Ancak Li, hastanelerde kullanılacak bir dezenfeksiyon robotunun 30.000 ila 80.000 dolar arasında bir paraya mal olacağını söylüyor. Ekipmanları tedarik eden Shanghai'daki Intuitive Fosun'a göre, da Vinci teknolojisinin Batı Çin Hastanesine maliyeti 3 milyon dolar oldu.



Dezenfektan ve maske dağıtan robotlar.



Salgının başladığı Wuhan'da kentsel bölgede dezenfektan püskürten bir robot.



Shenyang'da hastanede insanların ateşini ölçen, insanları ve mekânları dezenfekte eden robot.

Çin, kendi da Vinci sistemini üretemese de arayı yavaş yavaş kapatıyor. 2016 yılında Pekin merkezli Tinavi Medical Technologies şirketi, Çin'de üretilen ilk tek robot destekli cerrahi ürünü olan TiRobot'un satışı konusunda onay aldı. Tek kollu robot omurilik ameliyatları yapabiliyor^[33].

4.5 Pandemi Deneyimi Işığında Gelecekte Robot Kullanımı

Sağlık sektöründe robotların çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Enfeksiyonun yayılma düzeyi ve hızı hakkında daha net bir fikir sahibi olabilmek için testlerin sıklığını artırma ihtiyacı söz konusu. Laboratuvar robotları testleri otomatik hâle getirebilir ve kapsamlı test olanağı sunabilir. Ön cephede çalışan birçok sağlık çalışanı COVID-19'a yakalandı. Hastalardan örnek alımında otomasyona geçilmesi yanında doktorların hastaları uzaktan muayene etmesini, vücut ısısı, kan basıncı, tansiyon gibi temel bilgilere uzaktan erişmesini sağlayacak sistemler kurulması ihtiyacı ortada.

Tele bulunurluk (tele-presence) robotlarını kullanarak rutin görevler sırasında hastalar ile sağlık çalışanları arasındaki sosyal mesafeyi artırmak ve bu yolla profesyonellerin virüse maruz kalma riski azaltılabilir. Ameliyatlarda kullanılmasıyla ünlene tıbbi robotların bunun dışında pek çok alanda da kullanılması mümkün. (Tele-presence konusunda ayrıntılı bilgi için STM ThinkTech'in Telepresence Teknolojisi başlıklı analizine göz atılabilir^[34]).

COVID-19 sırasında, bir ölçüde piyasadaki değişen ihtiyaçlar, bir ölçüde de salgın sonrası hız kazanan küresel resesyon nedeniyle üretim önemli ölçüde azaldı. Toplam sanayi üretiminde bir düşüş gözlemleniyor. Otomotiv sektöründe satışlar yüzde 50'ye varan oranlarda

düştü. İnsanların evlerinde yalıtıldığı bir ortamda mevcut trafik kalıpları dramatik düzeyde değişti. Eylül 2020 itibarıyla perakende satışları yüzde 20'nin üzerinde, yiyecek/içecek satışları ise yüzde 50 oranında düştü. Aynı dönemde e-ticarette ciddi bir büyüme yaşandı. Geleneksel perakende sektöründeki ürünlerin satışları mağazalardan web'e taşındı.

E-ticaret son yıllarda olağanüstü bir büyüme gerçekleştirdi. Bu büyüme hem Amazon ve Walmart gibi şirketlerin bulunduğu ABD'de hem de Alibaba, JD ve Tmall gibi şirketlerin bulunduğu Uzakdoğu dünyasında yaşanıyor. Alibaba ve Taobao, Amazon'dan yüzde 50 daha büyük durumda ve daha da büyümeye devam etmeleri bekleniyor. Amazon depolarında 200 bini aşkın mobil platform kullanıyor. Bunun yanı sıra Covariant.AI, Righthand Robotics ve Berkshire Grey gibi şirketler sayesinde nesnelerin otomatik bir şekilde taşınması konusunda önemli ilerlemeler kaydediliyor. İnsanların evlerine giren ürünlerle minimum temas yaşanmasını talep ettiği bir ortamda, dağıtım merkezlerindeki otomasyonun daha da artmasına tanık olacağız. Dağıtım kamyonundan ev kapısına uzanan son aşama probleminin çözümüne de yoğun bir ilgi var. Bu son aşama problemi Amazon'un Scout sistemi gibi geleneksel mobil platformlarla çözülebilir. Diğer olasılıklar ise Agility Robotics'in geliştirdiği Digit gibi insansı robotlar ya da May Mobility^[12] gibi geleneksel çözümler olabilir. Amazon Prime Air'in ya da UPS'in deneylerinin de ortaya koyduğu gibi, son aşama teslimlerinde drone'ların da düşünüldüğünü görüyoruz.

Bir diğer önemli konu başlığı da temizlik. Bu konu evlerin ve hastanelerin temizlenmesi ve dezenfekte edilmesinden öte bir alanı kapsıyor. iRobot, salgın sırasında elektrikli süpürgelerin ve yüzey temizleyicilerin satışında ciddi bir artışa ve hisse değerinde

son bir yılda yüzde 65 yükselişe tanık oldu. Birçok aile açısından ilave temizlik büyük önem taşıyor. Bu nedenle çok sayıda UV-C dezenfeksiyon robotlarının geliştirilmeye başlandığı açıklandı. Santimetrekarede 10 mikro watt üzerinde bir güçle UV-C ışığı kullanarak virüslerin yüzde 99,9 oranında ortadan kaldırılması, yüksek düzeyde dezenfeksiyon sağlanması mümkün. Çoğu zaman yüksek bir güç kaynağı kullanılarak dolaylı aydınlatmanın da virüsleri öldürmesi sağlanıyor. Şimdiden dünya genelinde bu pazardan pay almaya çalışan 100'ü aşkın şirket bulunuyor. Keenon alanları hem UV-C ışığı hem de buhar kullanarak dezenfekte eden bir robot geliştirmiş durumda. Buhar UV-C ışıklarının doğrudan ulaşamadığı alanlara ulaşacak ve ekstra bir güvenlik sağlayacak. Bu iki robot, bu piyasaya giren çok sayıda robota sadece iki örnek teşkil ediyor.

UV-C robotlarının kullanıldığı ilk yerler hastaneler ve sağlık tesisleri oldu. Robotlar, havaalanları gibi trafiğin yoğun olduğu yerlerde de kullanılmaya başlandı. Otellerde, alışveriş merkezlerinde, seyahat gemilerinde de kullanılmaya başlanması ve nihayetinde süper şarjlı ev temizlik robotları halinde evlerimize girmesi de çok olası. Bu, robot teknolojileri açısından birkaç ay öncesine dek gerçekçi bulunmayan bir segment teşkil ediyordu.

Pandemi süreci, robot teknolojileri açısından temizlik ve dezenfeksiyondan e-ticarete, imalattan ulaşıma dek birçok alanda fırsatlar sunuyor. Robotlar insanlara destek vererek görevleri daha iyi ve isabetli şekilde yerine getirmelerine yardımcı olmak, kimi durumlarda güç kaynağı ve sensör işlevi görmek, erişilemeyen yerlere erişmek üzere tasarlandı. 2009 yılındaki resesyon sonrasında robot teknolojilerinin kullanımı belirgin düzeyde artmıştı. COVID-19 sonrası dünyada, sosyal etkileşimler, temizlik,

“ 2009 yılındaki resesyon sonrasında robot teknolojilerinin kullanımını belirgin düzeyde artmıştı. COVID-19 sonrası dünyada, sosyal etkileşimler, temizlik, işbirliği ve teslimat gibi alanlarda da yeni davranış kalıplarının benimsendiğine tanık olacağız. ”

işbirliği ve teslimat gibi alanlarda da yeni davranış kalıplarının benimsendiğine tanık olacağız. Dolayısıyla, robot teknolojilerinin, çoğu insanın gündelik yaşamını güçlendirmek amacıyla kullanılmasını sağlayacak birçok yeni fırsat daha ortaya çıkacak^[22].

4.6 Pandemide Birçok Rol Üstlenen Robotlar Gelecekteki Afetlere Yönelik Dersler Çıkarmamızı Sağlıyor

Her afet birbirinden farklıdır. Ancak COVID-19 salgını sırasında robotların kullanılması deneyimi nihayet son 20 yıl içerisinde ortaya konan üç konuda gerekli dersleri almamızı sağlayabilir. Çıkarılacak önemli derslerden biri afet robotlarının insanların yerini almadığıdır. Robotlar ya insanların güvenle yerine getiremeyeceği görevleri üstlenir ya da müdahale görevlilerinin artan iş yükünü hafifletirler.

COVID-19 hastalarının tedavisi amacıyla hastanelerde kullanılan robotların çoğunluğu sağlık profesyonellerinin yerini almaz. Bu robotlar uzaktan kumanda edilerek sağlık çalışanlarının uzmanlıklarını kullanmasını ve izole hâldeki hastalara şefkat sunmasını sağladı.

Popüler ultraviyole dezenfeksiyon robotları ve ilaç, yemek dağıtım arabaları gibi az sayıda robot otonom hareket ediyor. Ancak

raporlar, robotların çalışanların yerini almadığını gösteriyor. Robotlar, mevcut hastane çalışanlarının enfekte hastaların sayısındaki artışla baş edebilmesine yardımcı oluyor. Dezenfeksiyon robotları insanlardan daha hızlı ve daha temiz bir şekilde çalışırken, dağıtım arabaları da hemşire ve hasta bakıcılara hem zaman kazandırıyor hem de kişisel koruyucu ekipmanlardan tasarruf edilmesini sağlıyor.

Robotların acil durumlarda kullanımına dair çıkarılacak ikinci ders, bunların afet öncesi de yaygın şekilde kullanılmasıdır. Teknoloji uzmanları genellikle aceleyle iyi niyetli prototipler üretir. Ancak acil bir durumda müdahale görevlileri, sağlık çalışanları ve arama kurtarma ekipleri, yeni ve aşına olmadıkları bir şeyin kullanımını öğrenemeyecek kadar meşgul ve stresli olur. Sık sık yeniden başlatma, bataryaların şarj edilmesi gibi yeni teknolojilerin getirdiği öngörülmemiş görevler ve süreçlerle uğraşamazlar.

Neyse ki müdahale görevlilerinin elinin altında, meslektaşlarının kapsamlı bir şekilde kullandığı, başarısı kanıtlanmış teknolojiler vardır. Örneğin, dezenfeksiyon robotları hastanelerden kapılan enfeksiyonların önlenmesi amacıyla birçok lokasyonda zaten kullanılıyordu. Müdahale görevlileri kimi zaman da mevcut robotları farklı şekillerde kullanır. Örneğin, tarlaları

ilaçlamak amacıyla kullanılan tarımsal drone'lar, Çin ve Hindistan'da kalabalık alanların dezenfekte edilmesi amacıyla kullanıldı.

Üçüncü bir ders de ikinci dersin devamıdır. Mevcut robotların farklı amaçlarla kullanımı genellikle özel prototipleri üretmekten daha etkilidir. Belirli bir göreve yönelik özel bir robot üretmek yıllar sürer. Sıfırdan yeni bir otomobil ürettiğinizi düşünün. Böyle bir araba kolayca tasarlanıp üretilse bile, başta sadece birkaç otomobil üretilebilecek, bunlar da sürekli kullanım sonucunda aylar, hatta yıllar içerisinde gelen geribildirimlerden kaynaklanan dayanıklılıktan, kullanım kolaylığından ve güvenlikten mahrum olacaktır.

Daha hızlı ve ölçeklendirilebilir bir yaklaşım ise mevcut araçları modifiye etmektir. Robotların COVID-19'la mücadele amacıyla düzenlenmesinde bu yöntem kullanıldı. Örneğin, müdahale ekipleri bomba tespit robotlarında ve drone'larında -birçok büyük kentte yaygın olarak kullanır- bulunan termal kameraları yüksek ateşli enfekte vatandaşları tespit etmek amacıyla kullandı. Termal görüntülemenin etkili olup olmadığı

konusunda halen fikir birliğine varılamamış da olsa, buradaki ana fikir mevcut kamu güvenliği robotlarının kamu sağlığı amacıyla hızlı bir şekilde uyarlanmasıdır.

4.7 Robotların Gelecekteki Salgınlarda Kullanımı

COVID-19'un hem mevcut robotların yeni işlerde kullanımını hem de yeni robotların üretimini hızlandırması umut verici bir gelişme olacaktır. Laboratuvar ve tedarik zinciri otomasyonu şimdiye dek görmezden gelinen bir fırsat olarak öne çıkıyor. Az sayıda laboratuvar, özel eğitimli çalışanlar tarafından yavaş bir şekilde gerçekleştirilen COVID-19 testlerinin otomatikleştirilmesi, özellikle ABD'nin birçok kesiminde yaşanan gecikmeleri ortadan kaldıracaktır.

Otomasyon heyecan verici bir yenilik değildir. Ancak, pek de gösterişli olmayan dezenfeksiyon robotları gibi, değerli bir uygulamadır. Devlet ve sektör nihayet geçmişteki afetlerden ders çıkarabildiyse, giderek daha fazla sayıda rutin işleri gerçekleştiren robot bir sonraki salgında sağlık çalışanlarıyla birlikte ön cephede hizmet verecektir^[29]. ■

► 5. BÖLÜM

SAVUNMA VE GÜVENLİK ALANINDA ROBOTLAR

Robotik sahasındaki araştırma ve geliştirme çalışmalarının başlıca alanları günümüzde şunlardır: İnsan-robot etkileşimi; planlama, öğrenme ve kontrol; maharetli manipülasyon; mobilite ve navigasyon; algılama ve duyumsama ve mekanizma tasarımı.

► 5.1 Savaş Robotiği

Rand Corporation tarafından 2019' da yayınlanan "Savaşın Geleceği" başlıklı bir raporun robotik bölümünde robotik ve otomasyon şöyle tanımlanıyor: "Robotik veri, veri işleme ve kullanma algoritmaları temelinde robotik (ve otomasyon) trendler ya da bilgi işlemsel sonuçlarla ilgilidir. Otomasyon genel olarak tekrarlanan temel görevlere atıfta bulunurken, robotik, makine öğrenmesinin daha geçerli olduğu daha uyarlanmacı, karmaşık görevlerle ilgilidir. Tanım olarak, bir robot bağımsız olarak hareket edebilen canlı bir yaratığa benzeyen bir makine ya da otomatik olarak

bir görevi yerine getiren bir cihazdır. İnsan-makine ekiplerinde kontrol sorunu, insanın sistemleri ne ölçüde kontrol etmesi gerektiği ya da edebileceği sorunu önem kazanır.

Savaş robotiği ise teknolojinin yapay zekâ, onun eğitimi için kullanılan büyük veri, sensörler, veri analitiği ve kontroller gibi alanlardaki ilerlemeleri doğrudan yansıtan özellikle önemli bir yanıdır. Robotik sahasındaki araştırma ve geliştirme çalışmalarının başlıca alanları günümüzde şunlardır: İnsan-robot etkileşimi; planlama, öğrenme ve kontrol; maharetli manipülasyon; mobilite ve navigasyon;

algılama ve duyumsama ve mekanizma tasarımı^[35].

Robotiğin durumu değerlendirilirken öncelikle bakılması gereken robotların neleri yapabildiği ve yapamadığıdır. Bu değerlendirme genellikle insan yeterlilikleri ile kıyaslanarak yapılır. Bu konuda şöyle bir deyiş vardır: İnsanın beş yaşından sonra yapabildiği her şey bir robot için çok kolaydır. Satranç oynamayı öğrenmek problem değil. Ama yürümeyi öğrenmek, kesinlikle öyle değil. Ayrıca robotik genel olarak duygusal ve sosyal zekâ gerektiren iş ya da görevler üstlenemez^[35].

Robotiğin askeri bağlamlarda sağladığı önemli bir yarar insanlara kıyasla daha harcanabilir, dolayısıyla feda edilebilir olmasıdır. Bu da kentsel alanlarda keşif ya da patlayıcı donatımlarla çalışma gibi yüksek riskli görevlerde kullanımlarını desteklemektedir. Aynı şekilde robotlar muhariplere bir asker ya da manganın ağır yüklerini taşımada yardımcı olabilirler.

Robot teknolojisinin geleceğiyle ilgili en önemli noktalar otonomi ve insan becerilerinin makinelere aktarımıyla ilgili insan-makine öğretimidir.

5.2 Askeri Robotlar

Askeri robotlar genel olarak Alman Golyat paletli mayınları ve Sovyet teletankları şeklinde İkinci Dünya Savaşı'nda ve izleyen Soğuk Savaş döneminde ortaya çıkmıştır. Günümüzde bazı ordular tarafından kullanılan çeşitli askeri robotlar vardır. Bazılarına göre geleceğin savaşları otomatik silah sistemleriyle yapılacaktır.

Birçok yorumcuya göre bu savaşta bir devrim olacaktır. Bunu üçüncü devrim olarak niteleyebiliriz. Savaşta ilk devrim barutun icadıyla gerçekleşmişti. İkincisi ise nükleer silahların geliştirilmesiydi. Her

devrim savaşta hasımları öldürmenin hız ve verimliliğini değiştiren bir gelişme olmuştur.

5.3 Kara Savaşları ve Robotlar

Günümüzde silahlı kuvvetler irili ufaklı çok çeşitli robotları savaş süreçlerine dahil etmeye çalışıyor. Örneğin ABD ordusu Afganistan'da küçük cep drone'larını kullanıma alırken bir yandan da Yeni Nesil Kara Savaşı Araçları programına insansız seçenekleri katmaya çalışıyor.

"Askeri robotlar savaş yürütmeyi devrimcileştirecek" başlıklı makalesinde Zürih Üniversitesinden Bruno Lezzi şöyle diyor^[36]: "Askeri robotik alanındaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri daha erken aşamalarında olmakla birlikte sivil otomobil teknolojisiyle ve genel olarak endüstriyel imalatla el ele aralıksız gelişmektedir. Şu anda yaklaşık 90 ülke, silahlı kuvvetlerinde geniş bir görev yelpazesinde kullanılabilen insansız hava araçlarına sahiptir. Bir düzine kadar ülke de envanterlerinde silahlı insansız hava araçları bulundurmaktadır."

Deniz kuvvetlerinde de benzer bir gelişme görülmektedir. ABD ve Çin deniz kuvvetlerinde daha şimdiden denizaltı istihbaratı ve mayın arama, Özel Operasyon Kuvvetlerini destekleme ve iletişim amaçları için kullanılan sualtı drone'ları ve kıyıya yakın bölgeler ile boğaz operasyonlarında kullanılan insansız savaş gemileri vardır. ABD'nin gelecekte uçak gemilerine insansız savaş uçakları da yerleştirme gibi bir planı söz konusudur. Ancak bütün bu savaş araçlarında ortak olan bunların ne zaman ve hangi koşullar altında kullanılabileceğine son tahlilde insanın karar veriyor olmasıdır.

ABD'nin şu andaki geçerli "Robotik ve Otonom Silahlar Stratejisi" konseptine göre, 2031-2040 arasındaki zaman diliminde otonom silahlar ve istihbarat sistemleri

“*Otonom Silahlar ve Geleceğin Savaşı* başlıklı kitabın yazarı Paul Scharre, somut meydan okumalara odaklanmayı ve sistemler geliştikçe somut askeri görevlerin tek tek robotlara aktarılmasını öneriyor.”

ABD silahlı kuvvetlerine tam olarak entegre edilecektir.

Bu silahların daha gelişkin versiyonları hizmete alındıkça artacak operasyon hızlarıyla savaş durumunda komutan ve karargâhların kesin, sıralı geleneksel karar alma süreçleri giderek uluslararası borsalarda kullanılmakta olan yöntemlere benzer hâle gelebilir.

Bu durumda taktik emirleri ya da askeri mikroyönetimin yüksek zaman ve enformasyon baskısı altında hızlı savaş süreçlerine ayak uydurması pek mümkün görünmemektedir. Ancak üst komuta makamı tarafından hiçbir yanlış anlaşılmaya imkân vermeyecek şekilde formüle edilmiş bir niyet temelinde büyük ölçüde otonom bir taktik görevin -Mission Command- başarıya götürülebileceği değerlendirilmektedir^[36].

Army Times'daki “Robotlarla Kara Savaşı” başlıklı yazısında Todd South, “Şimdiye kadar bütün askeri kuvvetler insansız hava araçlarından yarar sağlamış olmakla birlikte, robotları kara birliklerine dahil etmek bir dizi engelle karşılaşıyor” diyor^[37].

Önemli bir sorun da kentsel çevrede iletişimi sürdürmek. Şimdiye kadar otomatik sistemler daha çok geçmiş savaşların cereyan ettiği çevrelerde yani açık arazilerde, çöllerde vb. yerlerde test edildi. West Point'deki Modern Savaş Enstitüsünden John Spencer, “Bu sistemler

gelecek savaşların testinden geçemez” diyor: “Çünkü gelecekte askerlerin en çok zorluk çekeceği savaş ortamları yoğun nüfuslu kentsel çevreler olacak.”

Robotların askerlerin saflarına nasıl katılacağı bütün düzeylerdeki komutanların operasyonları nasıl yürüteceğini de belirleyecek. *Otonom Silahlar ve Geleceğin Savaşı* başlıklı kitabın yazarı Paul Scharre, somut meydan okumalara odaklanmayı ve sistemler geliştikçe somut askeri görevlerin tek tek robotlara aktarılmasını öneriyor. Ayrıca “Aceleyle gerek yok” diye uyarıyor: “Bu gerçekten zaman içinde ilerleyecek evrimci bir süreç olacaktır, sistemler evrim geçirdikçe otonom silahlar daha çok rol üstlenebilecektir.”

Yeni robot araçlar teknoloji hep parmaklarının ucunda yetişmiş, enformasyonu ekranlardan almaya alışık yeni nesil askerlere uygun doğal bir partner olacaktır. Bu sistemlerde kilit önem taşıyan şey askere daha çok iş bindirmek yerine onun üstünden yük alacak görevler vermek olacaktır.

5.4 Uyarılar

Robotların ve yapay zekânın askerin kullanabilecekleri arasına ekleyebileceği bütün bu avantajlara rağmen uzmanlar henüz kendini ispatlamamış bu sistemlere aşırı güvenmenin tehlikeli sonuçlar getirebileceği uyarısında bulunuyorlar.

Kaldı ki bütün robot sistemleri bir dizi değişik ağın işleyişine bağımlı olarak çalışır. Bu ağlar herhangi bir nedenden dolayı çökerse onlardan destek alan otonom silah sistemleri de aynı akıbete sürüklenmekten kurtulamaz. Onun için şimdi amaç bir arıza durumunda, dışarıdan bir müdahale, bozma, saldırı olduğunda kendi kendini onarabilen ağlar inşa etmek.

5.5 Odakta Yine İnsan Olacak

Bugün de yakın gelecekte de askeri robotlar hâlâ insanlara ihtiyaç duyacaktır. Robotlar daha uzun bir süre, savaşmak için gerekli olan karmaşık düşünmeyi başaramayacaktır. Zak Kallenborn, *Defence One*'da yayınlanan "Robot Savaşında Gene İnsanları Öldürmelisiniz" başlıklı yazısında^[38], "Bilgi işlem gücünün ve hızın artması otomatik olarak gerekli temel sağduyuyu sağlamaz" diyor: "Bir robot eli, silahlı bir çiftçi ile bir askeri ayırt edemez." Onun için görece ucuz robotlar savaşta daha fazla rol oynamaya başlasa da savaşın odağında hâlâ robotları kullanan, bakımını yapan hatta inşa eden insanlara yönelik saldırı ve savunma olacaktır.

Bir başka örnekte, Ağustos 2020'de yapay zekâ temelli bir otomatik pilotun, F-16 pilotunu 5-0 yendiği bir test yarışmasında görüldüğü gibi^[39], yapay zekâ algoritması bir it dalaşında çok daha başarılı iken bir hedefin saldırıya değer olup olmadığına kendi başına karar verememekte, üst düzey stratejik düşünce için insana ihtiyaç olmaktadır. Onun için askeri otoriteler de insan-makine ekipleşmesi konseptine yoğunlaşmaktadır. Kuvvet kullanımıyla ilgili kararları insanların aldığı, gerisini otonom silahların yaptığı sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Yine de büyük bir robot ordusunu kurmak, sürdürmek ve yönetmek için her

zaman insanlara ihtiyaç olacaktır. Robotu çalıştıran algoritmaları ve programı insan programcılar yazacaktır. Robotları en iyi test etme, konuşlandırma, kontrol etme ve yönetmenin en iyi yollarını gene taktisyenler, stratejistler ve politika belirleyiciler formüle edecektir. Bir robot muharebeden dönerken onu gözleyecek, tamir edecek ve bakımını yapacak olanlar insan bakım çalışanları olacaktır. Robotların yerleştirileceği herhangi bir üs ya da ileri karakolun işleyişi ve bakımı için insanlar gerekecektir.

Bütün bunlar Zak Kallenborn'un yazısında vurguladığı gibi, savaşta karşı tarafın robotik sistemlerinin insan operatör ve bakımcılarını öldürmenin, robotlarını etkisizleştirmeye kıyasla çok daha pahalıya mal olacağını göstermektedir. Robotların imha edilmesi onların inşa edilmesi için gerekli olan zaman ve paranın kaybedilmesi demek olurken, onları destekleyen insanların bulunması, yetiştirilmesi ve donatılması çok daha zordur. Yakınlarda açıklanan bir Rand Corporation çalışmasında ABD'de drone pilotlarının şu an için zaten gerekenden daha az sayıda ve aşırı stres altında olduğu belirtiliyor^[40].

Kaldı ki insan ve makineden oluşan ekipte sadece insanın öldürülmesi makine kısmının da stratejik olarak etkin olmasını, hatta ateş açabilmesini bile engelleyecektir. Bakım çalışanlarına zarar verilmesi bütün bir robot filosunu etkisizleştirecektir. Robotlar kendi başlarına harp sahasında belirleyici olabilseler bile saha dışında kendi kendilerini sürdüremezler.

Wired dergisindeki yazısında Paul Sharre'nin altını çizdiği gibi^[41], yapay zekânın en ileri biçimleri bile bağlamı anlayamaz, hüküm veremez ya da yeni durumlara bir insan kadar iyi yanıt veremez. İnsanlar düşman komutanın aklını daha iyi okuyabilir, bir savaş hilesini fark edebilir ve ne zaman sürpriz yapacağını ne zaman saldıracağını bilir.



5.6 Sürü Drone'lar

Askeri operasyonlarda uzun yıllardır kullanılmakta olan drone gibi teknolojilerin çekiciliği aşikârdır. Drone'ların en zayıf yanları, üsle aralarındaki telsiz veya uydu bağlantısının düşman tarafından sabote edilebilmesidir. Bu aşıldığında kendi başına uçan, tarayarak hedefi bulan ve nişan alabilen bir silah teknolojik açıdan mükemmel sayılır, olağanüstü kesinlik sergiler ve 7/24 savaşabilir^[42].

Sürü oluşturma teknolojisi, bağımsız olarak düşünüp topluca davranabilen drone'ların takımlar hâlinde seferber edilmesi bugün henüz emekleme aşamasında. Ancak birçok ülke silahlı kuvvetleri bu özel silahların geliştirilmesine milyonlarca dolar yatırıyorlar.

Sürü drone'lar kitle imha silahları olarak kullanılabilir. Ancak bugün uluslararası insan hakları hukukuna uygun savaşacak otonom silahların nasıl yapılabileceği henüz bilinmiyor. Aynı şekilde hack'lenemeyecek

bilgisayar sistemlerinin nasıl yapılabileceği de henüz bir muamma. Bu durumda kitle imha silahı olarak kullanılacak otonom silahların teröristler ya da "haydut devletler" gibi kötü aktörlerin eline geçmesi nasıl önenebilir sorusu gündeme geliyor.

Nükleer silahlara kıyasla çok daha ucuz ve kolay üretilebilecek olan bu tür silahlar savaş başlatmanın önündeki engelleri azaltabileceği gibi, karşıt robotlar beklenmedik geribildirim devrelerine düştüğünde sürpriz gelişmelere de açık olabilecektir.

13 ABD üniversitesi tarafından hazırlanan "ABD Robotiği için Bir Yol Haritası 2020" başlıklı rapor^[22] güvenlik alanında şu üç öngöründe bulunuyor:

Ulusal Güvenlik

Robotiğin ulusal güvenliği sağlamak amacıyla yapılması gereken büyük ve önemli görevlerin bazıları şunlardır:

“ Gelişmiş algılama algoritmalarına sahip otonom robot sürüleri ve doğal insan arayüzleri, çalışanların tüm sınırları havadan ve suyun altından gözlemlemesine olanak verecek. ”

Yasadışı göçün ve uyuşturucu kaçakçılığının önlenmesi, ulusal altyapının korunması, geniş çaplı afetler (orman yangınları, tayfunlar ve seller gibi) durumunda güvenli ve etkin ulaşım bölgelerinin bulunması. Bu görevlerin her birini etkin ve verimli bir şekilde yerine getirebilmenin koşulu; milyonlarca dekar arazinin, su yollarının, sınırlarda ve sel bölgelerinde inşa edilen kamu altyapısının gerçek zamanlı takibidir. Bu alanlar uydular tarafından da görülsede sensörlerle donatılmış, 5G iletişim teknolojisine sahip robot sürüleri uyduların toplayamayacağı verileri yüksek çözünürlüklü ve gerçek zamanlı bir şekilde toplar. Örneğin, uydular ağaçların ya da köprülerin altını göremez, zararlı kimyasalların yoğunluğunu ölçemez ve bir yangının ilerleyişini gerçek zamanlı olarak takip edemez. Gelecekte inşa edilecek yarı otonom robotlar; bu tür verileri toplayabilecek ve sınırların güvenliğini,

altyapının çalışır hâlde kalmasını sağlayan kamu görevlilerine yardımcı olmak amacıyla kullanarak hayat kurtaracak, ekonomik kayıpları önleyecek, operasyonel giderleri azaltacaktır.

Tahliye ve Geniş Çaplı Afetler

Küresel iklim değişikliği ile birlikte dünya genelinde yanan alanların miktarı artıyor. Yangınla mücadelenin maliyeti ve yangınların verdiği zarar sürekli olarak yükseliyor. Gelecekteki gelişmiş algılama algoritmalarına sahip otonom robot sürüleri yangınların ilerleyişini gerçek zamanlı olarak takip etme, yangın ihtimalini öngörme ve güvenli tahliye rotalarının belirlenmesi amacıyla yol ve arazi koşullarını hesaplama potansiyeli taşıyor.

Sınır Denetimi

Her yıl ülkenin sınırlarını güvence altına almak amacıyla milyarlarca dolar harcanıyor.

Gelişmiş algılama algoritmalarına sahip otonom robot sürüleri ve doğal insan arayüzleri, çalışanların tüm sınırları havadan ve suyun altından gözlemlemesine olanak verecek. Sınır güvenliği personeli, otonom robot filolarının gerçekleştireceği uçuşları kontrol edebilecek ve tüm sınırların eksiksiz bir şekilde takibini sağlayacak. Gelişmiş yapay zekâ teknikleri kullanan robotların algılama sistemleri sürekli öğrenmeye devam ederek sınırları yasa dışı yollardan geçmeye çalışan insanları ve tekneleri tespit edebilecek. ■

► 6. BÖLÜM

ROBOTLAR VE ÇALIŞMA HAYATI

Dijitalleşme ve otomasyon mesleklerin profillerini ve gerekli becerileri de değiştiriyor. Birçoğu kronik rahatsızlıklara neden olan rutin, yinelemeli görevlerin giderek daha fazlasını robotlar üstlenecek.

► Uluslararası Robotik Federasyonunun Mart 2018 tarihli “Robotlar ve Geleceğin Çalışma Alanları” başlıklı raporunda robotların çalışma hayatında yol açabileceği yeni gelişmeler şöyle özetleniyor^[43]:

6.1 Meslekler ve Gerekli Beceriler

Dijitalleşme ve otomasyon mesleklerin profillerini ve gerekli becerileri de değiştiriyor. Birçoğu kronik rahatsızlıklara neden olan rutin, yinelemeli görevlerin giderek daha fazlasını robotlar üstlenecek. Genel anlamda çalışanlar üretim akışının yönetilmesi, istisnai durumların ve darboğazların çözülmesi, müşterilerle ve hastalarla ilgilenilmesi gibi yapılandırılmamış görevlere odaklanacak. Yeni meslek profilleri genellikle daha yüksek vasıflı, daha yüksek maaşlı işler olacak ve çalışanlara daha fazla özerklik

kazandıracak. Ancak çalışanlar bir yandan da otomasyona geçilmesi, ekonomik açıdan makul olmaması ya da otomasyonun insani beceriler gerektiren yeni rutin görevler yaratması nedeniyle, rutin görevleri yerine getirmeye de devam edecek. İşverenler problem çözme, baskı altında karar verme ve iletişim gibi “yumuşak” becerilere daha fazla ağırlık verecek. Dijital beceriler her sektör açısından kilit önem taşıyacak. Yeni meslek profilleri büyük olasılıkla ağırlıklı olarak dijital unsurlar barındıracak. Ancak, dijital beceriler edinmekten daha uzun vadeli bir çaba gerektiren süreç uzmanlığı değerini korumaya devam edecek. İmalatçıların bilgi teknolojileri sektörü çalışanlarını üretim uzmanlığı konusunda eğitmesi, imalat sektöründen insanların bilgi teknolojileri konusunda eğitilmesinden daha kolay olacak. Sanal gerçeklik gibi destek sistemleri çalışanların çeşitli görevleri

öğrenmesine ve gerçekleştirilmesine yardımcı olacak. Robotlar ve yardımcı sistemler, sağlık çalışanlarına hastaların rehabilitasyonu ve yaşlıların bakımı konularında giderek daha fazla yardımcı olacak. Dış iskeletler gibi giyilebilir robotlar, kronik rahatsızlıkları önlemek, hareket becerisi kısıtlı çalışanlara ve hastalara destek olmak amacıyla her sektörde kullanılacak.

Robotlar insanların yerini alamayacak. Hatta, özellikle zorlu ortamlarda, başarılı otomasyon stratejilerinin merkezinde insanlar olacak. İşbirlikçi robotların giderek yaygınlaşması insan-makine etkileşiminin tabiatını değiştiriyor. Şirketlerin insanları, makineleri ve bilgi teknolojilerini en verimli şekilde kullanmalarını sağlayacak süreçler tasarlamaya odaklanması gerekiyor. Rekabet avantajının kaynağı bu anlayış olacak.

6.2 Beceri Açığının Kapatılması

Büyüme, çalışan açığı değil, vasıflı çalışan açığı engelliyor. Eğitim sistemi, özellikle teknik alanlarda talep edilen becerileri kazandırmıyor. Çıraklık ve teorik eğitim ile işbaşında eğitimi bir araya getiren mesleki eğitim uygulamaları yaygınlaşıyor. Beceri açığının kapatılması, şirketlerle eğitim kurumlarının arz ve talebi dengelemek için daha yakın bağlar kurmasını gerektirecek. İşverenler ve üniversitelerin kuracağı bölgesel ortaklıklar tarafından verilecek sektöre özel eğitimler, kendi eğitim programlarını geliştirme olanağı bulunmayan küçük ve orta çaplı işletmelerin de işine yarayacak. Beceriler ve yeterlilik belgeleri konusunda bir standart oluşturulmasına yönelik çalışmalar şirketlerle yükseköğrenim kurumları arasında daha sağlıklı bir iletişim kurulmasını mümkün kılacak.

6.3 Robotların Verimlilik, İstihdam ve Meslekler Üzerindeki Etkisi

Uluslararası Robotik Federasyonunun Nisan 2017 tarihli raporuna göre^[44]:

- Endüstriyel robotların 17 ülkedeki ekonomik etkisine dair bir değerlendirme, robotların maaş düzeyini artırdığını, haftalık çalışma süresi üzerinde ise bir etkisi olmadığını ortaya çıkardı.
- İmalat sektöründeki istihdam bir süredir azalmakla birlikte, Brookings Enstitüsü analistleri robotlara yatırım yapmayan ülkelere, yatırım yapan ülkelere oranla istihdamın daha fazla düştüğünü söylüyor.
- İngiltere'deki Barclays'ın gerçekleştirdiği bir araştırma da önümüzdeki 10 yıl içinde otomasyona 1,24 milyar pound yatırım yapılmasının, imalat sektöründeki 73.500 kişinin işini korumasını, başka sektörlerde 30.000 ilave istihdam yaratılmasını sağlayacağını ortaya çıkardı.
- PwC'nin ABD İşgücü İstatistikleri Bürosu verileri doğrultusunda gerçekleştirdiği bir analize göre, ABD'deki otomotiv, elektronik ve metal gibi en robot yoğunluklu imalat sektörlerinde, robot yoğunluğu daha düşük sektörlerle oranla yüzde 20 daha fazla makine ve endüstri mühendisi, neredeyse iki kat fazla bakım ve onarım çalışanı istihdam ediliyor ve bu sektörlerde, daha yüksek maaşlar ödeniyor.
- Danışmanlık şirketi Deloitte, "Teknolojinin 800.000'i aşan vasıfsız çalışanın işini kaybetmesine yol açmakla birlikte (İngiltere'de), yaklaşık 3,5 milyon vasıflı çalışana istihdam yarattığına dair de güçlü kanıtlar var" diyor.
- Almanya ve Güney Kore gibi robot yoğunluğu en yüksek ülkeler, aynı zamanda işsizliğin en düşük olduğu

yerler. Almanya odaklı bir araştırma robotların yaygınlaşmasının, otomasyon karşısında en büyük risk grubu olarak görülen vasıfsız çalışanlarda bile ciddi bir iş kaybına yol açmadığını ortaya çıkardı. Hatta robotların yaygınlaşması çalışanların mevcut işverenleriyle birlikte çalışmaya devam etme olasılığını artırıyor.

Ekonomist David H. Autor bu durumu şu sözlerle özetliyor: “Otomasyon hedeflendiği gibi gerçekte de işgücünün yerini alıyor. Ancak otomasyon bir yandan da işgücüne destek oluyor, üretimi artırarak işgücü talebini yükseltiyor ve işgücü temininde değişimlere yol açıyor. Uzman yorumcular bile makinelerin işgücünün yerini alması olgusunu abartırken otomasyonun işgücüne destek olmasını, verimliliği artırmasını, maaş düzeyini yükseltmesini ve işgücüne yönelik talebi artırmasını görmezden geliyor^[45].”

Ortaya, geleneksel olarak orta düzey vasıf sınıfına giren mesleklerin hızlı bir şekilde yeniden yapılandığı, doğru becerilere sahip insanlar için pozitif fırsatların doğduğu, ancak bu becerilere sahip çalışan sıkıntısı yaşanan, vasıfsız çalışanların ve orta düzey vasfa sahip çalışanların alt ucundaki çalışanların maaş düzeyinde, ağırlıklı olarak yapısal sorunlardan kaynaklanan aşağı yönlü

bir baskının olduğu bir tablo çıkıyor.

Araştırmalar, otomasyonun istihdamı ve işgücünün milli gelirdeki payını azalttığını ancak daha karmaşık mesleklerin ortaya çıkışının da tam tersi bir etki yarattığını ve her iki inovasyonun da ekonomik büyümeye katkıda bulunduğunu gösteriyor. Makul koşullarda, her iki tür inovasyonun da el ele ilerlediği istikrarlı bir büyüme süreci söz konusu^[46].

Belirli bir sektördeki istihdamın azalmasının toplam istihdamın düşmesi anlamına gelmeyeceğini de belirtmek gerekir, mesele bir sektördeki kayıpların başka bir sektördeki kazançlarla dengelenip dengelenmediğidir.

Uzmanların hangi görev, meslek ve sektörlerin otomasyondan daha fazla etkileneceği konusunda farklı görüşleri bulunuyor. Bununla birlikte uzmanlar, otomasyonun doğuracağı daha vasıflı işlerden yararlanmasını sağlayacak becerilerin işgücüne kazandırılması gerektiği konusunda fikir birliği içindeler. Aynı zamanda da teknoloji temelli inovasyonun dolaylı yollardan yaratacağı, yüksek vasıf gerektirmeyen fırsatların da çeşitli nedenlerle yeni becerileri kazanamayan ya da farklı sektörlere geçiş yapamayan çalışanları istihdam etmek amacıyla kullanılması gerektiği görülüyor.

“ Uzmanların hangi görev, meslek ve sektörlerin otomasyondan daha fazla etkileneceği konusunda farklı görüşleri bulunuyor. Bununla birlikte uzmanlar, otomasyonun doğuracağı daha vasıflı işlerden yararlanmasını sağlayacak becerilerin işgücüne kazandırılması gerektiği konusunda fikir birliği içindeler. ”

Olağanüstü bir verimlilik artışı getirme, ulusal rekabet gücünü, kaliteyi ve maaş düzeyini yükseltme potansiyeli taşıyan robotlar ve otomasyon gelecekteki çalışma şeklimizi giderek değiştirecek. Devletler ve şirketler çalışanların, şirketlerin ve ulusların bu gelişmelerden yararlanmasını sağlayacak bir ortam yaratmalıdır. Bu da robot teknolojileri konusundaki araştırma ve geliştirme çalışmalarına yatırım yapmak, en önemlisi de mevcut ve müstakbel çalışanlara eğitim vermek ve yeni beceriler kazandırmak anlamına geliyor.

Araştırma şirketi Gartner insan kaynaklarının artık iş tanımlarını “robot kaynaklarını” da kapsayacak şekilde yeniden düşünmesi gerektiğini savunuyor. Gartner, 2025 itibarıyla en büyük 10 perakendecinin en az ikisinin insan kaynaklarını robotların da ihtiyaçlarını göz önüne alacak şekilde yeniden yapılandıracağını söylüyor^[47].

6.4 Robotlar Çalışanların İşini Elinden mi Alacak, Onlara Yardımcı mı Olacak?

Robotların gelişmesinin insanların büyük bir kısmının işsiz kalmasına yol açacağı yolunda dünya çapında yaygın bir endişe var. Korkular, iş dünyasının önde gelenlerinin dikkate almasına yol açacak kadar gerçek. Örneğin, Bill Gates robot vergisini desteklediğini açıkladı, robotların yaptıkları işlerden vergi alınması, robotlar yüzünden insanlar işsiz kaldığında devletin topladığı vergilerdeki azalmanın bu şekilde telafi edilmesi.

PricewaterhouseCoopers’ın (PwC) bir süre önce yayınladığı bir rapor^[48], 2030’ların başlarında ABD’deki mesleklerin yüzde 38’e varan kısmının otomasyon yüzünden ortadan kalkabileceğini söylüyor. Bu kapsamda en büyük risk ulaşım ve depolama (yüzde 56), imalat (yüzde 46), toptan ve

perakende satış (yüzde 44) sektörlerinde söz konusu. Sağlık sektöründe ve sosyal çalışmalarda ise risk düşük (yüzde 17).

Tartışmanın karşı tarafında otomasyonun bölgesel işsizliğe yol açtığına, ancak net istihdamı artırdığına dair ikna edici argümanlar var. Bu görüşün savunucularından biri de bir süre önce, 1996’dan bu yana resesyon yaşanmayan dönemlerde hem istihdamın hem robot satışlarının aynı anda arttığını gösteren bir rapor yayınlayan ABD Ticaret Odası.

Sık sık alıntılanan PWC raporu bile durumun o kadar da vahim olmadığını söylüyor. Robotlar verimliliği artırıyor ve bu verimlilik refah yaratıyor. Tarih boyunca da bu refah artışı otomasyona geçilmesi güç olan hizmet sektöründeki istihdamı artırmıştır.

Bu raporların tamamının metodolojilerinde sorgulanmaya açık eksiklikler söz konusu. Mesele de zaten bu: Teknolojilerin geleceği nasıl etkileyeceğini belirlemeye yönelik kusursuz bir yöntem geliştirmek kolay değil; özellikle de söz konusu teknolojiler tüm ekonomik paradigmaları kökünden değiştirme potansiyeli taşımaktadır. Bu belirsizlik ortamında bir ütopya öngören Singularity Üniversitesi kurucusu Ray Kurzweil gibi isimler de çıkıyor, çok daha karanlık bir gelecek öngören *Financial Times*’ın ünlü yorumcusu Martin Ford gibi yazarlar da.

McKinsey tarafından yayınlanan bir rapora göre^[49], işle bağlantılı faaliyetlerin beşte birinde otomasyona geçilmesiyle birlikte, Avrupa’da mesleklerin yaklaşık yüzde 23’ü önümüzdeki 10 yıl içinde robotlara kaptırılma riski altına girecek.

Teknoloji aslında insanlık üzerinde yüzyıllardır benzer bir tehdit oluşturuyor. McKinsey’in araştırmasına göre 2030 yılına dek dünya çapında 400 ila 800 milyon

aralığında iş robotlaşma ve yapay zekâ sebebiyle yok olurken, 555 ile 890 milyon arasında yeni iş yaratılacak. Thomas Frey'in araştırmasında 2022 yılına kadar 1 milyar, 2030 yılına dek ise 2 milyar işin yok olacağı öngörülmüştür^[50].

Bu korkutucu rakamlara rağmen, uzmanlar kısa vadede geniş çaplı bir iş kaybı beklemiyor. Bunun yerine çalışma hayatının tabiatında bir değişim gerçekleşmesi, robotların sıkıcı ve rutin işleri üstlenmesi, çalışanların insani beceriler gerektiren yaratıcılık, etkileşim, yönetim ve bakım çalışması gibi işlere odaklanması bekleniyor. Hatta McKinsey sosyo duygusal beceriler gerektiren işlere yönelik talebin üçte bir oranında artacağını öngörüyor.

Bu, bir anlamda, çalışma hayatının doğal seyrine devam etmesi anlamına geliyor. Londra Ekonomi Okulu İşletme Fakültesi bilişim sistemleri doçenti Will Venters, insanlar ve teknolojinin eskiden beri bir arada çalıştığını savunuyor^[51]. Robotların giriş yaptığı işyerlerinde insanların

verimliliğini artırmak üzere tasarlanmış teknolojiler zaten kullanılıyor.

Venters, "Tek fark mevcut teknolojilerin insana benzememesi" diyor. Bu da insanların kendi konumlarını anlaması açısından daha faydalı. Öte yandan birçok işte otomasyona geçilmesi, robotların insan gibi görülmesine yol açıyor. Bu da robotların insanların yerini alacağı korkusunu doğuruyor.

Venters'e göre, robot olarak adlandırdığımız, günümüzün en gelişmiş teknolojisinin geçmişteki araçlardan bir farkı yok. Bir matkabın bir inşaatçının işini elinden alacağından korkulmuyordu.

Kesin olan bir şey var, robotların devreye alınmasında kilit nokta, çalışanlara doğru mesajın verilmesi. Ne kadar insansı görünürlerse görünsünler, robot da işyerinde kullanılan bir araçtır ve insan çalışanların da kendilerinin hâlâ devrede olduğunu bilmesi gerekir.

“ **McKinsey'in araştırmasına göre 2030 yılına dek dünya çapında 400 ila 800 milyon aralığında iş robotlaşma ve yapay zekâ sebebiyle yok olurken, 555 ile 890 milyon arasında yeni iş yaratılacak.** ”

6.5 Yapay Zekâ ve Otomasyon Hibrit bir İşgücü Yaratıyor

Yapay zekâ ve otomasyon, kısa vadede insanların işini elinden almanın tam aksine hibrit bir işgücü yaratan bir patlama yaratıyor.

Otomasyon ve yapay zekâ kimi işleri ortadan kaldıracak ve yeni işler yaratacak. Mesleklerin büyük çoğunluğu ise yerinde kalacak ancak dramatik ölçüde değişecek. İşverenlerin en büyük güçlüğü işgücünün teknolojinin etkilerine hazırlanmasını sağlamak olacak^[52].

Pandeminin ilk haftalarında şirketlerin otomasyon ve yapay zekâyâ yöneldiğine dair haberler peş peşe geldi. Bunun nedenlerinden biri de COVID-19 korkusuyla işyerine gelemeyen çalışanların boşluğunu

doldurmaktı. Ancak Stanford İnsan Merkezli Yapay Zekâ Enstitüsü Dijital Ekonomi Laboratuvarı Direktörü Erik Brynjolfsson, robotların insanları işsiz bırakacağı kıyametin henüz gelmediğini söylüyor.

MIT Sloan Management Review'da yayınlanan bir raporda^[53], Brynjolfsson ve meslektaşı Matt Beane, şirketlerin robot teknolojileri ve otomasyona yatırım yaptığını, ancak işverenlerin özellikle ekonominin yavaşladığı, şirketlerin ayakta kalmaya odaklandığı dönemlerde bu yeni teknolojilerin doğru kullanım şekillerini bulmasının zaman alacağını ortaya çıkardı.

Şirketlerin bu yeni araçlardan nasıl en verimli şekilde yararlanacağını belirlemeye çalıştığı süreçte, verimlilikte bir anda artış yaşanmıyor, hatta ilk aşamada bir düşüş gerçekleşiyor.

Brynjolfsson "Toplu işten çıkarmaların yaşanmayacağını öngörmemin nedeni, yapay genel zekâdan henüz çok uzakta olmamız, makineler A'dan Z'ye her şeyi insanlar gibi başaramıyor" diye belirtiyor.

Ancak robotların tüm işleri elimizden almaması otomasyon ve yapay zekânın kısa vadede çalışma şeklimizi değiştirmeyeceği anlamına gelmiyor.

HAI'nin yapay zekâ ve çalışma hayatının geleceğine dair düzenlediği zirvede konuşan McKinsey Küresel Enstitüsü Başkanı James Manyika, otomasyon ve yapay zekâ yüzünden işlerin sadece yüzde 10'unun ortadan kalkma riski altında olduğunu, ancak yüzde 60'ında gerekli görevlerin en az üçte birinde otomasyona geçilebileceğini söylüyor. Manyika'ya göre birçok iş ortadan kalkmayacak ancak değişecek, bu durum ciddi bir kutuplaşma yaratıyor ve insanların işlerinin risk altında olduğu hissine kapılmasına yol açıyor^[52].

Bugün en başarılı teknoloji şirketleri bile insanlar yerine robotları geniş ölçekli bir



şekilde kullanabileceğini kanıtlayabilmiş değil.

Amazon depolarında otomasyona geçiş konusunda ciddi yatırımlar yaptı, ancak şirket 2020 sonbaharında bir milyonu aşkın insan istihdam ettiğini, sadece bu yıl çoğu depolar ve teslim merkezlerinde çalışmak üzere 400.000 yeni çalışan aldıklarını açıkladı.

6.6 "Gelecekte Çalışma 2020"

MIT'nin "Gelecekte Çalışma 2020" başlıklı araştırma raporu 17 Kasım 2020 tarihinde açıklandı. David Autor, David Mindell ve Elisabeth Reynolds'un öncülüğünde hazırlanan rapor robotlar ve otomasyon konusundaki somut durumu ortaya koydu^[54]. Böylece; Robotlar çalışanların işini elinden mi alacak? sorusuna şimdilik ciddi bilimsel araştırmaya dayalı nihai bir yanıt getirilmiş oldu.

Söz konusu araştırma 2018 başlarında başladığında otomasyon ile yapay zekânın işlerin, özellikle rutin el çalışması içerenlerin

çoğunu ortadan kaldıracığı şeklinde yaygın bir endişe vardı. Üç yıl sonra MIT'nin önde gelen teknoloji ve ekonomi bilimcileri ile diğer sosyal bilimcileri tarafından hazırlanan nihai rapor çok farklı bir resim çiziyor. Problem teknolojinin çok hızlı ilerlemesi değil ABD'deki sakatlanmış işgücü piyasasının gerçek tedrici teknolojik değişikliklerle başa çıkamayacak durumda olmasıdır.

92 sayfalık raporun hazırlanmasına, MIT bilim insanlarının yanı sıra diğer üniversitelerden araştırmacılar ve şirket yöneticileri, kamu görevlileri ve işçi liderlerinden oluşan bir danışma kurulu da katıldı.

Rapor yazarlarının belirttiğine göre, robotların ve yapay zekânın işlere el koyacağı şeklindeki soluk kesici vaatler, yerini pilot projelere, iş planlarına ve bazı ilk kurulumlara bırakmıştır. Yapay zekâ ve otomasyon henüz deneme olarak uygulanma durumundadır ve çok yavaş ilerlemektedir.

Araştırmacılar özellikle işletmelerin çoğunluğunu oluşturan küçük ve orta boy imalat şirketlerinde, her yerde şaşırtıcı bir şekilde çok az robot bulduklarını belirtmektedir. Otomasyonu ve yapay zekâyı operasyonlarla entegre etmek çok zor ve pahalı görünmektedir.

Rapor; işleri devralan robot orduları şeklindeki yaygın korkuları boşa çıkarmakla birlikte birçok imalat işçisinin çok gerçek ekonomik sıkıntılar içinde olduğunu ortaya koymuştur. ABD'de ortalama ücret artışı son on yıllarda düz bir seyir göstermiş ve üretkenlik artışını izlememiştir. Rapor Almanya veya Kanada gibi ülkelerde işçilerin otomasyon karşısında durumunun çok daha iyi olduğuna işaret ediyor. ABD'de düşük becerili işçiler Kanadalı meslektaşlarının ancak yüzde 74'ü, Almanya'dakilerin ise yüzde 54'ü kadar gelir elde ediyor.

18 Kasım 2020 tarihinde nihai raporun sunulduğu toplantıda bir konuşma yapan MIT iktisatçısı Daron Acemoğlu, "yapay zekâ araştırmacılarının yaptığı çalışmaların sonuçlarının farkında olmaları gerektiğini" söyledi: "Çok fazla otomasyon, üretkenliği artırmak yerine sadece işçileri ikame etmeyi amaçlıyor. Dengeli bir teknoloji portföyüne ve daha çok insanları başa alan teknolojilere ihtiyacımız var. Bunu yapmazsak distopik bir toplum yaratırız."

Raporun yazarlarından David Mindell aynı toplantıda, "Eğer otomasyonu şu anda sahip olduğumuzun aynı bir işgücü piyasası sisteminde uygularsak gene aynı sonuçları elde ederiz. Varlıklılar ve varlıksızlar arasındaki açıklık daha da büyür" şeklinde konuşmuştur. Raporu hazırlayan görev ekibinin direktörü Elizabeth Reynolds ise,

“ Çok fazla otomasyon, üretkenliği artırmak yerine sadece işçileri ikame etmeyi amaçlıyor. Dengeli bir teknoloji portföyüne ve daha çok insanları başa alan teknolojilere ihtiyacımız var. Bunu yapmazsak distopik bir toplum yaratırız. ”
Daron Acemoğlu

“Bu teknolojilerin benimsenmesi ve uygulamaya alınması zaman alır ve biz daha 30-40 yıllık bir çevrimin henüz başlarındayız” diye belirtiyor.

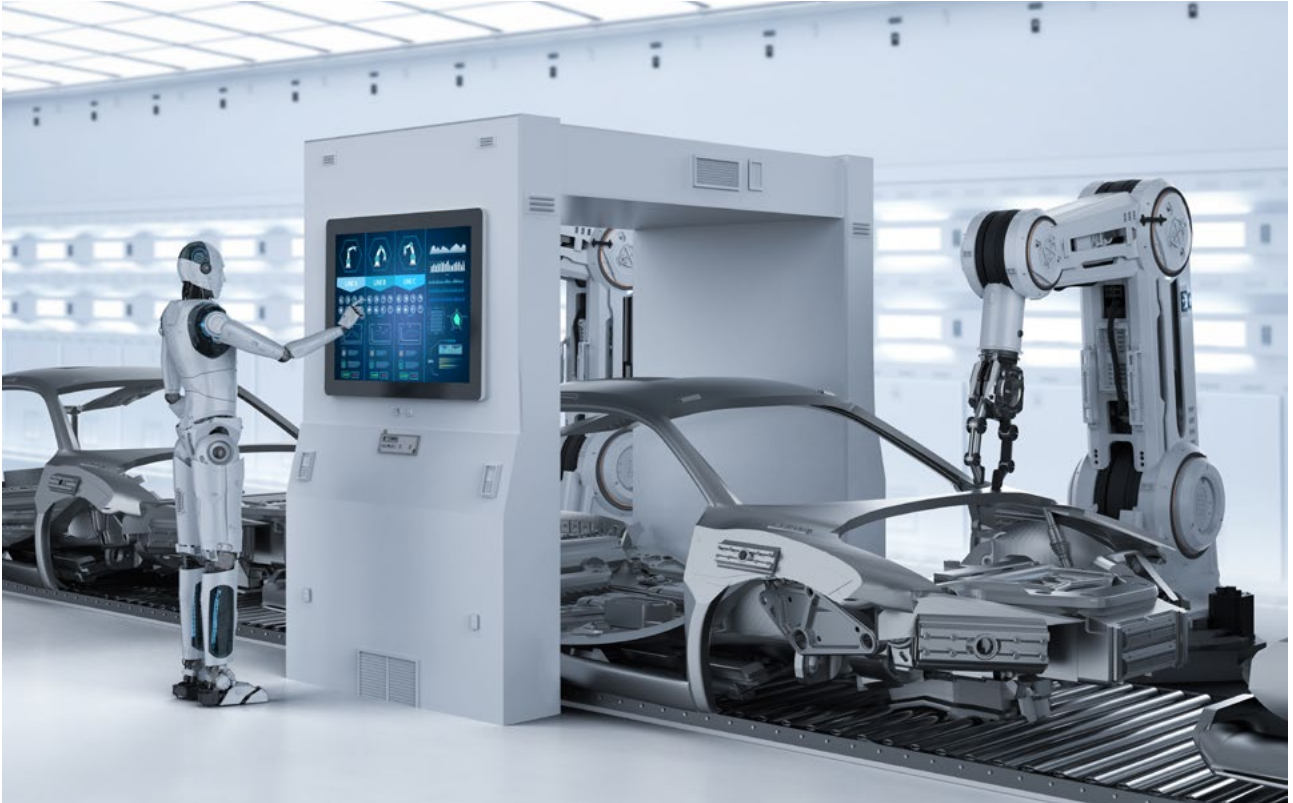
Axios Future'da raporu değerlendiren Brian Walsh, “Gerçek şu ki insan beyni ve aynı şekilde insan elleri hâlâ dar anlamda ne kadar zeki olursa olsun herhangi bir makineden daha uyarlanabilir ve esnek” diyor^[52].

10 Kasım 2020 tarihli *MIT Research Briefs*'de “Modern Üretkenlik Paradoksunu Anlamak ve Ele Almak” başlıklı yazılarında^[55] Erik Brynolfsson, Seth Benzell ve Daniel Rock'un altını çizdikleri gibi, büyük endüstriyel potansiyele sahip bu yeni teknolojilere rağmen, son yıllarda üretkenlik artışı kayda değer ölçüde yavaş olmuştur. 1995-2005 arasında ABD'de üretkenlik artışı ortalaması yüzde 2,8 olmuşken o tarihten sonra yarıya inmiştir. Yazarlar bunun nedenini yeni teknolojilerin yayılması, uygulanması ve

tam ekonomik potansiyellerine ulaşmak için zamana ihtiyacı olmasıyla açıklıyorlar. Yeni teknolojilerin üretkenlik artışı getirmesi için çeşitli tamamlayıcı yatırım ve ayarlamaların icat edilmesi ve uygulanması gerekir. Bunun için uygulanabilecek çeşitli politikalar;

- Doğrudan ya da hibe ve vergi indirimleri yoluyla Ar-Ge yatırımlarını artırmak,
- Eğitimi yeniden düzenleyerek ve yüksek becerili göçü yönlendirerek insan sermayesini artırmak,
- Rekabet etmeme kuralları, mesleki lisanslar, yetersiz altyapı, tekeli platformlar, girişimcilik önündeki engeller ve eşitsiz vergilendirme gibi uygulamaların yeniden organizasyon ve inovasyonun önünde oluşturduğu darboğazları kaldırmak şeklinde belirtilebilir.

Doğru politikalar ile her ülke modern üretkenlik paradoksunu aşabilir, gelirleri ve eşitliği artırabilir. ■



► 7. BÖLÜM

ROBOTIĞIN GELECEĞİ

İnsanların uzaktan kumanda operatörleri ve kullanıcı olarak işlev gösterdiği ilk dönemlerden bu yana robotik sistemler, insanların dünyayla etkileşimini, dünyanın yönetimini ve dönüşümünü kolaylaştırmıştır.

► İnsanların uzaktan kumanda operatörleri ve kullanıcı olarak işlev gösterdiği ilk dönemlerden bu yana robotik sistemler, insanların dünyayla etkileşimini, dünyanın yönetimini ve dönüşümünü kolaylaştırmıştır. O dönemden bu yana, robotların sayılarındaki çeşitlilik ve karmaşıklığındaki olağanüstü artış insanların uzamsal ve mekânsal ölçekteki manipülasyon kapasitesini artırmış, sıkıcı ve tehlikeli işlerin otomasyonunu hızlandırmıştır. Aynı zamanda da uygulama odaklı robot teknolojileri ve akıllı makine çalışmaları fikirlerin ve algoritmaların bir dizi bilimsel disiplin halinde -sistem tasarımı, kontrol mühendisliği, bilgisayar bilimleri, yapay zekâ vb.- somutlaştırılmasını sağlamıştır. Uygulama alanlarının çeşitliliği bu teknolojinin disiplinlerarası yapısının ve büyük potansiyelinin göstergesidir.

Bu itici güçler şimdiden robotik teknolojiler alanında devrimlere yol açıyor, dikkatlerin

bu çalışmalarını destekleyecek araştırma, geliştirme, eğitim ve nihayetinde lojistik ve ticari altyapının oluşturulması çalışmalarına yönelmesine neden oluyor. Ticaret sektörünün bu girişimlere verdiği destek de bu çabaların uzun vadedeki başarısına zemin hazırlıyor.

7.1 Robot Teknolojilerindeki En Önemli Trendler

Gartner analistlerine göre, 2021 planlarını yapan şirketlerin dikkate alması gereken dokuz stratejik teknolojik trend söz konusu. Gartner'ın araştırmadan sorumlu Başkan Yardımcısı Brian Burke tarafından sunulan bir raporda bu trendlerden biri de "Hiper Otomasyon" olarak adlandırılıyor^[56].

Hiper otomasyon 2021 yılına yönelik kilit öneme sahip stratejik trendlerden bir diğeri. Hiper otomasyon bir işletmede mümkün olan her şeyin otomasyona tabi tutulması

olarak tanımlanıyor. Geçen yıl da stratejik trendler arasında yer alan bu kavram daha da gelişim gösteriyor. Burke şöyle diyor: “Rutin manuel süreçler ve görevlerde otomasyona geçilmesi konusunda yoğun bir talep söz konusu. Bu çerçevede robotik süreç otomasyonu şirketlerin bunu gerçekleştirme konusunda odaklandığı en önemli teknoloji oldu. Bu durum birkaç yıldır sürüyor. Ancak şu anda görev bazlı otomasyondan süreç bazlı otomasyona, bir süreç çerçevesindeki çok sayıda görevde otomasyona, farklı süreçlerde fonksiyonel otomasyona, hatta iş ekosistemi düzeyinde otomasyona tanık oluyoruz. Yani, hiper otomasyona geçildikçe, otomasyonun kapsamı da genişliyor.”

2020-2022 arasında dünya genelindeki fabrikalarda yaklaşık iki milyon birim yeni endüstriyel robot kurulması bekleniyor. Yeni teknolojik trendler ve piyasalardaki gelişmeler, şirketlerin değişen gereksinimlere ayak uydurmasına olanak veriyor. Uluslararası Robotik Federasyonu inovasyon yapılabilecek en önemli trendleri ortaya koyuyor.

Uluslararası Robotik Federasyonundan Dr. Susanne Bieller’in *Quality Magazine* dergisine açıkladığı üzere^[57]; basitleştirme, işbirliği ve dijitalleşme robotların kurulumunu kolaylaştıracak temel itici güçler olacak.

Robotların programlanması ve kurulumu çok daha kolay hâle geliyor. Dijital sensörler ve akıllı yazılımlar, “Göstererek Programlama” olarak da adlandırılan doğrudan öğrenme yöntemlerine olanak tanıyor. Robot kolun gerçekleştireceği görevler ilk olarak bir insan tarafından gerçekleştirilir: Bu kişi robot kolu karşısına alır ve yapacağı hareketler konusunda yol gösterir. Ardından bu veri, yazılım tarafından robot kolun dijital programına aktarılır. Gelecekte makine öğrenmesi araçları robotların deneme-

yanılma yöntemiyle ya da videoları izleyerek öğrenmesini ve hareketlerini kendi kendine optimize etmesini daha da kolaylaştıracak.

İnsan-robot işbirliği de robot teknolojilerindeki bir diğer önemli trend. İnsanlarla yan yana çalışma becerisini kazanan modern robot sistemler, hızla değişen ortamlara da ayak uydurabilecek. Robot üreticileri tarafından sunulan işbirliğine yönelik uygulamaların kapsamı genişlemeye devam ediyor. Şu anda en yaygın uygulamalar ortak çalışma alanı uygulamaları segmentinde. Robot ve işçi yan yana çalışıyor ve görevler sırayla yerine getiriliyor. İnsan ve robotun aynı anda aynı parça üzerinde çalışmasını sağlayacak uygulamalar çok daha zor olacak. Ar-Ge çalışmaları robotların gerçek zamanlı tepki verebilmesi konusunda yoğunlaşıyor. Ar-Ge ekipleri, iki insanın yan yana rahatlıkla çalışmasında olduğu gibi robotların da hareketlerini buldukları ortama uygun şekillendirmesini, gerçek anlamda bir karşılıklı işbirliğinin ortaya çıkmasını istiyor.

Endüstriyel robotlar Dördüncü Sanayi Devrimi çerçevesindeki dijital ve bağlantılı üretimin temel bileşeni konumunda. Bu da robotların birbiriyle iletişim kurabilmesini daha da önemli hâle getiriyor. VDMA ve Açık Platform İletişimi Vakfı (Open Platform Communications Foundation -OPC) tarafından ortaklaşa geliştirilen “OPC Robot Eşlikçi Spesifikasyonları” endüstriyel robotların endüstriyel nesnelere internetine bağlanmasına olanak veren endüstriyel robotlara yönelik standart bir genel arayüz tanımlıyor. Robotların örneğin bulut teknolojisi aracılığıyla bağlantı olanağına kavuşması yeni iş modellerini de mümkün kılacak: Örneğin robot kiralama -Hizmet Olarak Robot olarak da adlandırılıyor- özellikle küçük ve orta çaplı işletmeler açısından cazip olabilecek avantajlar sunuyor.

7.2 Gelecek İşbirliği Modellerini Çağırıyor

Gelecekte liderlik etmek, bir şirketin çalışma şekline dair temel varsayımları gözden geçirmeyi ve insanlarla teknolojinin kesişim noktasını yeniden tanımlamayı gerektirecek.

Accenture tarafından yayınlanan “Technology Vision 2020” adlı rapor bu konuda şunların altını çiziyor^[58]: “Şirketlerin önümüzdeki 10 yıla gerçek anlamda insani bir dokunuş getirebilmek için oluşturması gereken modeller işbirliği temelleri üzerine kurulmalıdır. Teknolojinin toplum genelindeki etki düzeyi daha da arttıkça, bu yeni modelleri, insanları kendi geleceklerine giden yolu yaratmaya davet etmek amacıyla kullanan şirketler başarılı olacak.”

Rapor şu önerileri dile getiriyor: “Dijital deneyimleri kişisel etkenleri artıran yeni modellerle yeniden tasarlayın. Tek yönlü deneyimleri gerçek anlamda işbirliğine dönüştürerek pasif kitleleri aktif katılımcılar haline getirin. Yapay zekâyı sadece otomasyon amacıyla kullanmanın ötesine geçin ve insanlarla makinelerin ortaklaşa yaratım gerçekleştireceği yeni ufuklara yelken açın.”

7.3 Yol Haritası İçin Temel Perspektifler

Günümüzde robot kontrol sistemlerinin daha geniş benimsenmesinin önündeki en büyük engel, gündelik nesnelere tutulmasını sağlamakla kalmayan, aynı zamanda da ustalıklı kullanıma olanak veren esnek kavrama mekanizmalarının bulunmamasıdır. Şu anda küçük bir çocuğun becerisine yaklaşmamıza olanak verecek malzeme araştırmalarına, entegre sensörlere ve planlama/kontrol yöntemlerine ihtiyaç var.

Lojistikte her gün milyonlarca farklı nesnenin teslimi için sağlam bir robot

“ Gelecekte liderlik etmek, bir şirketin çalışma şekline dair temel varsayımları gözden geçirmeyi ve insanlarla teknolojinin kesişim noktasını yeniden tanımlamayı gerektirecek. ”

kullanım ve kavrama teknolojisinin yanı sıra, depolarda saatte 50 kilometre hıza ulaşabilecek nakil platformlarının kullanıldığı esnek teslimat mekanizmalarına ihtiyaç var. Bu uygulamaların hayata geçirilebilmesi için çok sayıda robotun koordinasyonuna yönelik Ar-Ge çalışmalarına, nesnelere tanıyacak ve modelleyecek güvenilir bilgisayar görüş sistemlerine ve sistem düzeyinde optimizasyona ihtiyaç var.

Ofis ve mağaza temizliği gibi diğer profesyonel hizmetler de özellikle COVID-19 salgını sonrası yavaş yavaş geliyor. Ancak mağazaların yapısı hâlâ robotların baş edemeyeceği kadar karmaşık. Temel navigasyon sistemleri kullanılsa da uzun vadede insan müdahalesi olmadan ya da minimum müdahaleye otonom bir şekilde hareket edebilen sistemler inşa etmek hâlâ ciddi bir sıkıntı. Bu profesyonel sistemlerin birçoğu, uzman olmayan operatörlerin kullanması mümkün olmayan, yetersiz arayüzlere sahip.

Ev piyasasında en çok satılan ürünler elektrikli süpürgeler ve yüzey temizleyicileri. Evlerde eşlikçi robotların piyasaya

sürülmesine yeni yeni tanık oluyoruz. Bu çerçevede hareket yeteneği kısıtlı insanlara teslimat hizmetleri ve çocuklara eğitim desteği veren sistemler söz konusu. Büyük bir eşlikçi robot dalgası da piyasaya girmeye hazırlanıyor. Bütün bu sistemlerin neredeyse tamamı ancak sınırlı sayıda görev gerçekleştirebiliyor. Çocuklara gerçek anlamda eğitim desteği verebilen, yaşlılara evlerinde bağımsız bir şekilde yaşama olanağı sunabilen sistemler sunabilmek için, durumsal farkındalık, sağlamlık ve sunulan hizmet türleri bağlamında ciddi bir performans sıçraması gerekiyor.

Araç kullanmaya, uçmaya, sualtında ve uzayda kullanmaya yönelik yeni nesil otonom sistemler de geliştiriliyor. Otonom sürüş açısından, insan sürücülerin 170 milyon kilometrede bir ölümcül kazalar yaptığını akılda tutmak gerekiyor. Benzer bir performans sergileyebilen otonom istemler tasarlamak kolay olmayacak. Uçuş sistemleri açısından da sivil hava sahasıyla entegrasyon hiç kolay olmasa da hava kargo, çevresel gözlem gibi alanlarda bir dizi önemli fırsat söz konusu. Uzay araştırmaları bakımından uzak gezegenlerden örnek toplamak mümkün. Bu işler açısından temel sıkıntı, insan operatörler ve işbirlikçilerle gerçekleştirilecek esnek bir entegrasyon.

Dördüncü Sanayi Devrimi ve endüstriyel internet gibi kavramlarla birlikte ortaya çıkan yeni endüstriyel standartlar dağınık bilgisayar sistemleri ve akıllı sistemlere yönelik yeni mimarileri mümkün kılan ucuz ve yaygın iletişim mekanizmalarının kurulmasını kolaylaştırıyor. Nesnelerin interneti alanındaki gelişmeler robotik sistemlerde daha fazla zekâ ve sensör becerisinin kullanılmasını kolaylaştıracak ve kullanıcı deneyiminde ciddi bir artış yaşanacak. Bu karmaşık sistemlerin sağlam, ölçeklendirilebilir ve birbiriyle uyumlu

şekilde tasarlanması kolay değil. Sistem tasarımı ile yürütmeye yönelik yöntemlerin makroskopik olmaktan çıkarak temel davranışlara yönelmesi gerekiyor.

Kişisel ve profesyonel kullanım amaçlı yaşantımıza giren yeni sistemlere tanık olduğumuz bu aşamada, işgücüne bu yeni teknolojileri verimli bir şekilde kullanmasını sağlayacak eğitimi vermek de kritik bir önem taşıyor. İşgücünün eğitimi ilk ve orta öğretimden başlayarak meslek liselerine ve üniversitelere kadar uzanan her düzeyde gerçekleşmelidir. Böyle bir eğitim sadece üniversite düzeyinde verilemez. Aynı zamanda bu eğitimin sadece gençlere değil, toplumun geneline yönelik olması gerekir. Bu yeni teknolojilerin herkesin erişimine açık olması temel bir önem taşıyor.

7.4 Teknik Temeller

Şu anda robot teknolojilerinin her alanı temel bir unsur üzerine inşa ediliyor. Bu kapsamda; uygun algılama, işlem gücü, ağ ve işletim sistemi sayesinde yeterli gerçek zamanlı işlemsel zekâya sahip, bir ya da daha çok sayıda, dayanıklı, birbiriyle bağlantılı siber-fiziksel platformların varlığı önemli hâle geliyor.

İçsel mimarileri ve altyapıyı oluşturan mekanik sistemlerin bağımsızlık derecesini pekiştirerek becerileri ve hareketliliği artırmayı hedefleyen bir hareket söz konusu. Yarı otonom/otonom unsurlarla birlikte insan-robot etkileşimlerinin artması sonucunda, temel siber fiziksel sistemlerin güvenliğini ve emniyetini sağlayarak insanların ve robotların sorunsuz ve güvenli entegrasyonunu hızlandırmak kritik bir önem kazanmış durumda.

7.5 Ayaklı Robotlar

İnsanlar dik durur ve küçük adımlarla ilerler. Evlerimizi, fabrikalarımızı ve araçlarımızı

“ Önümüzdeki 15 yıllık dönemde, tarım, imalat, depolama ve çevre gözlemi gibi alanlarda ticari penetrasyona ve geniş çaplı uygulamalara tanık olacağız. ”

da buna uygun yaparız: Ulaşılması ve harekete geçirilmesi gereken keskin dar dönüş alanları, muayene bacaları, merdivenler, manivelalar ve valfler. Örneğin acil müdahale robotlarının yapacağı önemli katkılardan biri, bir alanın haritasını çıkarmak ve bu sayede insan acil müdahale ekiplerinin yardım sağlamak ya da hasarı önlemek amacıyla en umut vadeden alana yönlendirilmesini sağlamak olacaktır. Bunun için de robotların insanların yaşadığı ve çalıştığı alanlarda etkin bir şekilde hareket edebilmesi şarttır.

Robotların insanların yarattığı ortamlarda özgürce hareket edebilme becerisi, insanlarla, insanların emrinde, insanların yanında ve insanların da bulunduğu ortamlarda çalışmalarına da olanak tanıyacaktır. Zekâ, algılama ve manipülasyon becerisi de eklendiğinde, ayaklı robotların dünyamızda, yaşam ve çalışma alanlarımızda, yollardaki araçlar kadar yaygınlaşması mümkün olacaktır. Bir başka deyişle, ayaklı hareketliliği anlamak ve robot teknolojilerinde genel bir disiplin olarak uygulamaya geçirmek, insanların yaşam kalitesini olumlu anlamda etkileyebilmesini sağlayacak teknolojilerden biri olacaktır. Şirketler ayaklı hareketli platformları piyasaya sürmeye başlamış durumda. Ayaklı robotlar için geliştirilen mekanik ve algoritmik teknolojiler tıbbi dış iskeletler ile alt ekstremitte protezleri çalışmalarını etkilemeye başladı.

7.6 Çok Robotlu Sistemler

Birçok görev açısından sayı fazlalığı hem sağlamlık hem de verimlilik bakımından önemlidir. Tek bir robot yerine bir robot ekibini harekete geçirmek benzersiz avantajlar getirir.

Çok robotlu sistemler üretimde ve depo yönetiminde, afet takibinde, inşaatta ve tarımda başarıyla kullanılıyor. Çok sayıda robotun koordinasyonuna dair çalışmalar, büyük ölçüde doğadan esinlenilerek gerçekleştiriliyor. Evrimsel algoritmalar ve dağıtık (distributed) zekânın bir araya gelmesi örneğin robot ekiplerinin geometrik şekiller oluşturmasını, alanları kaplamasını, sınırları takip etmesini, davetsiz misafirlerin bulunmasını sağlıyor.

Önümüzdeki 15 yıllık dönemde, tarım, imalat, depolama ve çevre gözlemi gibi alanlarda ticari penetrasyona ve geniş çaplı uygulamalara tanık olacağız. Beklenti, dayanıklı, bir arada çalışabilen, bağımsız robot ekiplerinin düşük bir maliyetle kurulmasının yanında, gerçek bir robotik nesnelerin interneti ekosisteminin oluşturulması yönünde.

7.7 İnsan-Robot Etkileşimi

Robotların birçok uygulama alanında, insanların yaşadığı ve çalıştığı ortamlarda, insanlarla yan yana çalışması bekleniyor. Robotlarla kullanıcıları arasındaki etkileşimler eğitimli bir operatörün

çok sayıda endüstriyel robotu idare etmesinden, yaşlı bir yetişkinin bir rehabilitasyon robotundan yardım almasına ve bir çocuğun kolayca erişilebilir bir sosyal yardım robotu aracılığıyla sosyal, bilişsel ve duygusal becerilerini geliştirmesine dek çeşitlilik gösterecek. Kullanıcıların altyapıları, eğitim düzeyleri, fiziksel ve bilişsel becerileri ve teknolojiyi benimsemeye hazır olma düzeyleri de büyük çeşitlilik gösterecek.

7.8 Modern Teknolojilerle Etkileşim

İnsan-robot etkileşimleri konusundaki modern teknolojiler son 10 yıl içinde önemli ilerlemeler kaydetti. Sosyal insan robot etkileşimli sistemler, otizmli çocukların ve demans hastası yaşlıların yaşam kalitesini artırmak amacıyla kullanılmaya başlandı. Örneklere bakarak öğrenen robotlar, yeni becerilerin nasıl yapılacağını kendilerine gösteren insanlardan öğrenebiliyor. Çok sayıda robotu gözlemlemek ve kontrol etmek amacıyla uzaktan kumanda arayüzleri geliştirilirken, geleneksel, ekran temelli arayüzlere de artırılmış ve sanal gerçeklik özellikleri ekleniyor. Dış iskeletlerden rehabilitasyon robotlarına uzanan yardımcı robot sistemleri gerçek dünyada kullanılıyor. Beyin kontrol arayüzleri, felçli insanların, robotun kolunu hareket ettirmeyi düşünerek, bir robot kol vasıtasıyla karınlarını doyurmasını sağlıyor. Tüm bu ilerlemelere rağmen, çok daha fazla araştırma ve geliştirme ihtiyacı hissediliyor. Mevcut insan robot etkileşimli sistemlerinin birçoğu sadece kısa zamandır kullanılıyor ve bu sistemlerin kullanan insan ya da insanlara uyum gösterme becerisi bulunmuyor. İmalat sektöründe üretimi etkileyen bir dizi önemli değişim yaşanıyor. Bu önemli değişimlerin bazıları şunlar:

- Eklemeli imalat,
- Model temelli programlama,
- Konfigürasyon ömrü yönetimi,
- İşbirlikçi sistemler,
- Nesnelerin interneti/Dördüncü Sanayi Devrimi
- Büyük veri ve analiz sistemleri.

Bu teknolojiler hızla ilerliyor ve çoğu zaman imalat sektörünü etkileyen önemli programlar hayata geçiriliyor. Dikkate alınması gereken önemli etkenlerden biri de, bu çabaların kurulumu hızlandırmak ve maliyetleri azaltmak amacıyla nasıl kullanılacağıdır.

7.9 İşgücü Üzerindeki Etkisi

Robotların hem düşük hem de yüksek vasıf gerektiren görevleri üstlenme ihtimali toplumda kaygı uyandırıyor. Bu kaygı kimi zaman abartılıyor. Basit bir analiz bile robotların bir yandan insanları işinden edeceğini, bir yandan da istihdam yaratacağını gösteriyor. Şirketlerin uzun mesafeli taşıma işlerinde otomasyonu tercih etmesi durumunda kaptanlara, pilotlara ve kamyon şoförlerine duyulan ihtiyaç azalacak. Öte yandan hızla büyüyen insansız hava araçları ya da drone sektörü de birçok kişiyi istihdam ediyor. İmalat sektöründeki otomasyonun da bugüne dek istihdam artışı yarattığına dair kanıtlar var. Son olarak, robotların işgücü üzerindeki etkisine dair analizlerin birçoğu kapsamlı ve giderek büyüyen bir alan olan insanların güçlendirilmesini hesaba katmıyor. Otomasyondan farklı olarak güçlendirme, insanların becerilerini pekiştirmeyi ve makinelerle işbirliği olanağı yaratmayı, bu sayede insanların işinden olmasını değil, güçlenmesini hedefler. Rehabilitasyon robotları, sosyal yardım robotları ve işbirlikçi robotlar bunun örneklerinden sadece birkaçıdır.

7.10 İş Dünyasında Robotlar Nasıl Kullanılacak?

Robotların iş dünyasındaki rolü bizi bir noktaya ulaştırdı; geleceğin eşiğine. Robotları kullanan sektörlerin sayısı arttıkça çalışma dünyası üzerindeki etkileri de artacak. Robotların çalışma hayatında daha önce hiç görülmedik roller üstlendiğine tanık olacağız^[59].

7.10.1 Bilişsel Otomasyon

Bilişsel bilgi işlem ve yapay zekânın kesişim noktasında bilişsel otomasyon yer alıyor. Gelişmiş yapay zekâ teknolojilerinin yardımıyla bilgisayarlar bir insanın gerçekleştirmesi mümkün olmayan düzeyde veriyi işleyebiliyor.

Bilişsel otomasyon dil işleme, veri madenciliği ve semantik teknoloji gibi araçlar kullanarak, geniş, düzensiz veri havuzlarından anlamlar çıkarabiliyor. Ardından bu bilgileri faydalı kestirimler ve analizler yapmak amacıyla kullanıyor.

Bilgisayar sistemlerinin işleyebileceği yüksek hacimli veri şirketlere başka türlü erişimleri mümkün olmayan bilgiler sunabilir. Şirket bilişsel otomasyon tarafından temin edilen bu analizleri iş uygulamalarını ölçmek ve optimize etmek amacıyla kullanabilir. Bu sayede ihtiyaç duyduklarının farkında bile olmadıkları geliştirmeleri gerçekleştirebilirler.

7.10.2 Güvenlik ve Emniyet

Robotik süreç otomasyonu (Robotic Process Automation -RPA), yani rutin iş operasyonlarında otomasyona geçilmesi, güvenliğin önemli düzeyde artırılmasını sağlama potansiyeli taşıyor. Birçok güvenlik kaygısı insan hatası riskinden kaynaklanıyor.

Birtakım süreçlerde otomasyona geçilmesi bu kaygıları ortadan kaldırıyor.

İnsanlar yorulabilir, dikkatleri dağılabilir bu da şirkete fiziksel ya da finansal zararlar verebilen hatalara yol açabilir. Basit, rutin işlerin robotlara devredilmesi güvenliği sağlayabilir ve insanlara daha zorlu, daha karmaşık işleri yapacak zamanı kazandırabilir.

Robotlar bilgi güvenliğini de artırabilir. Bilgisayarlar özellikle veri ağırlıklı işleri yapmak üzere tasarlanmıştır. Dolayısıyla şirketler RPA botlarını hassas bilgilerin akışını takip etmek amacıyla kullanabilir.

7.10.3 Depo Lojistiği

RPA botları depo lojistiği konusunda da faydalıdır. Envanter yönetimi birçok faaliyetin temel unsurlarından biridir. Ancak yetersiz eğitim ve hatalı veri girişi gibi basit hatalar tüm süreçleri sekteye uğratabilir.

Depo lojistiğinde robotların kullanımı envanter hatalarını azaltabilir ve bu hatalardan kaynaklanan ciddi sonuçları önleyebilir. İnsan çalışanların hata yapmasına yol açabilecek olan süreç değişimleri veri odaklı bir makineyi etkilemeyecektir. Bir çalışan hatalı sayım yapabilir ya da bir şeyi yazmayı unutabilir, ancak otomatik bir sistem her şeyin kaydını isabetli ve otomatik bir şekilde tutacaktır.

7.10.4 Tehlikeli İşler

Robotlar sadece insanların hata yapabileceği işlerde değil, tehlikede olabilecekleri alanlarda da insanlara yardımcı olur. İngiltere'deki çalışanların yüzde 77 gibi önemli bir kısmı tehlikeli işleri insanlar yerine robotların yapmasını tercih edeceğini söylüyor. Şirketler bir insanın

yaralanmasına yol açabilecek ortamlarda dayanıklı makineler kullanabilir.

Robot üreticileri endüstriyel robotları genellikle tek bir görevi yerine getirecek şekilde tasarlar. Teknolojideki gelişmeler, şirketlerin tehlikeli ortamlarda kullanabileceği çok daha dayanıklı makinelerin yapılmasına olanak tanıdı.

Robotların tehlikeli bölgelerde kullanılması sadece insanların karşı karşıya kaldığı riskleri azaltmakla kalmaz, aynı zamanda da şirketlerin daha önce söz konusu olan tehlikeler nedeniyle gerçekleştiremediği işleri yapmasını sağlar.

7.10.5 Otonom Araçlar

Otonom araçlar 2020 yılında yollara çıkmamış olabilir ancak otonom modellerin daha önce görülmemiş sayıda ve rollerde ortaya çıkacağı kesin.

Havaalanlarındaki monoraylar gibi sabit güzergâhlarda hareket eden otonom araçlar bir süredir kullanılıyor. Fonksiyonelliklerini ve dayanıklılıklarını kanıtlayan bu ulaşım araçları diğer ortamlarda da kullanılmaya hazır hâlde.

Otonom servis araçları öğrencileri kampüs içerisinde ya da vatandaşları mahallede taşıyabilir. Pandemi yüzünden ertelenen 2020 Tokyo Olimpiyatları'nda otonom araçların bu şekilde kullanılması, sporcuları ve izleyicileri tesisler arasında taşıması planlanıyordu. Otonom araçlar büyük kentlerde gıda dağıtımını amacıyla bile kullanılabilir.

7.10.6 Perakende Desteği

İş dünyasında robot kullanımının amacı insanların yerini almak değil, tamamlamaktır. Perakende sektörü

robotların ve insanların bir arada çalışabileceğini kanıtlayan bir alan olabilir. İmalat sektöründe olduğu gibi, perakende sektöründe de robotlar rutin ya da veri odaklı işleri üstlenirken çalışanlar da daha hassas işlere bakabilir.

Robotların temizlik, envanter yönetimi ya da veri girişi gibi alanlarda kullanılması çalışanların müşterilerle daha fazla ilgilenmesine olanak verecektir. Yüz yüze

“ Otonom araçlar 2020 yılında yollara çıkmamış olabilir ancak otonom modellerin daha önce görülmemiş sayıda ve rollerde ortaya çıkacağı kesin. ”

etkileşim perakende sektörünün mihenk taşıdır. Çalışanların bu etkileşimleri daha fazla gerçekleştirebilmesine olanak tanımak müşteri memnuniyetinin artmasını, perakende mağazalarının online alışveriş çağında hayatta kalmasını sağlayacaktır.

Fiziksel mağazaların internetteki rakiplerine oranla en büyük avantajı insani ilişkilerdir. Akla aykırı gibi gelse de, robotlar perakendecilerin bu avantajdan olabildiğince yararlanmasını sağlayabilir.

Makineler veri odaklı ve monoton işler konusunda insanlardan üstünken, insanlar da iletişim ve konukseverlik gerektiren işlerde daha iyidir. Her ikisini de en uygun

“ Çok uzak olmayan gelecekte yapay zekâ güdümlü makineler, programlama sayesinde veya (bizim onlara katacağımız) bağımsız öğrenme yeteneğiyle bizimkiyle karşılaştırıldığında tuhaf görünecek zekâ ve davranış biçimleri sergiler hâle gelebilir. ”

oldukları alanlarda kullanmak şirketin başarısının katlanarak artmasını sağlayabilir.

7.10.7 Sağlık

Sağlık sektörü hızlı ve titiz analizler gerektirir ve robotlar da bunu gerçekleştirebilir. Bir doktorun işinde insani dokunuş şarttır ancak robotlar da doktorların çeşitli görevleri çok daha hızlı ve isabetli bir şekilde yerine getirmelerine yardımcı olabilir.

Testler hastadan binlerce kilometre uzaktaki doktorların robotik operasyonlar gerçekleştirebileceğini gösteriyor. Robotlar aracılığıyla gerçekleştirilen uzaktan operasyonlar ülkenin en iyi cerrahlarının seyahat etmeye gerek kalmadan uzaktaki hastaları tedavi edebilmesine olanak tanıyacaktır.

İmalat ve perakende sektöründe ürünleri taşıyabilen ve dağıtabilen robotlar, tıpta da ilaçları ve ekipmanları hastanede dağıtabilir, bu sayede doktorlar ve hemşireler de diğer işlere odaklanabilir.

Otomatik sistemler viziteye çıkan çalışanlara yardımcı olmak amacıyla hastaların durumunu takip edebilir. Sağlık gibi yoğun ve kritik bir sektör robotların kullanımından çok şey kazanabilir.

Öte yandan araştırmacılar 10 yıl içinde kan dolaşımımıza enjekte edilmiş nanobotların

tıp dünyasında çok daha yaygın bir uygulama hâline geleceğini tahmin ediyor^[60].

7.11 İnsansı Robotlar: Geleceğin Habercileri ve Biraz da Hayal...

Robotlar çeşitli şekillerde ve boyutlarda olabilir. Ancak bunlar arasında belki de en ilgi çekenleri, en sevilenleri ve kabul görenleri bize, insanlara benzeyenlerdir.

İnsansı robotlar araştırmalar, uzayın keşfi, kişisel yardım ve bakım, eğitim ve eğlence, arama ve kurtarma, imalat ve bakım, halkla ilişkiler ve sağlık amacıyla kullanılıyor.

Daha önce de dikkat çektiğimiz gibi, dijital asistan becerileri ve yüz tanıma vb. teknolojiler insansı bir robotta bir araya geldiğinde, işte o zaman insan makine etkileşiminde yeni bir çağ başlamış olacak. İnsan görünümlü bir robot sizi dinleyecek, anlayacak, neler hissettiğinizi bilecek ve uygun karşılığı, uygun mimik ve jestlerle verecek. Bilim kurgu gibi ama mümkün^[61].

Koronavirüs pandemisi ve ekonomik belirsizlik öncesi Statistics Market Research Consulting şirketi küresel insansı robot pazarının 2026 itibarıyla 13 milyar dolara ulaşacağını öngörüyordu. Piyasaların gelecekteki hareketleri belirsizliğini korumakla birlikte robot kullanımı

yükselişte: Doktorlar COVID-19'la mücadele ettiği sırada Çinli şirketler de robotları ve otomasyon teknolojisini hayata geçirmeye gayret ediyordu.

Örneğin, 2020'nin Mart ayının başında Çin'in Wuhan kentinde robotların çalıştığı bir sahra hastanesi -Akıllı Sahra Hastanesi- açıldı. Bu hastanede -bir Silikon Vadisi şirketi olan CloudMinds Technology tarafından başlatılan- insansız robotlar hastaları dezenfekte ediyor, ateşlerini ölçüyor, yemek ve ilaç dağıtıyor, çalışanları ve hastaları eğlendiriyordu.

Virüs dünyaya yayılmaya devam ettikçe dünyanın birçok ülkesinde daha robotlar kullanılmaya başlandı. Kimi robotlar hastanelerdeki yorgun düşen hemşirelere yardımcı oluyor, temizlik ve dağıtım işlerini üstleniyor, kimileri depolarda çalışıyor, endüstriyel robotlar ise karantinaya alınan

çalışanların yerini alarak üretimin devam etmesini sağlıyor.

İşbirlikçi İnsansız Robotlar

Birçok insansız robot, yapıları gereği, insanlarla işbirliği yapabiliyor. Örneğin, Kawada Robotics'in geliştirdiği Nextage, Dördüncü Sanayi Devrimi kapsamında kullanılan endüstriyel cobot'lara yönelik bir insansız araştırma platformu. Almanya'daki Karlsruhe Teknoloji Enstitüsünün geliştirdiği Armar da endüstriyel ortamlarda insanlarla yan yana bakım görevleri yerine getirmek üzere tasarlandı.

UBtech Robotics'in geliştirdiği Walker ise insanlarla evlerinde işbirliği yapmak üzere tasarlandı. Yedi derece hareket kabiliyeti olan insansız robot ev işleri yapıyor ve akıllı ev sistemlerini kontrol ediyor. ■

2020'nin En İyi İnsansız Robotları

THR-3

Toyota tarafından tasarlanan bu robot (adını Toyota'nın üçüncü nesil insansız robot programından alıyor) tek bir görevde uzmanlaşmak yerine birçok görevi yerine getiriyor. Temizlik, inşaat, bakım ya da eşlik gibi çeşitli görevleri gerçekleştirmek üzere programlanabilir, hatta kendi kendine öğrenebilir. Bir diğer nispeten benzersiz özelliği ise uzaktan kumanda edilebilecek şekilde tasarlanmış olması. Özel olarak tasarlanmış, hareketleri tespit edebilen bir kıyafet giyen bir insan, sanki robotun "içindeymiş" gibi onun eklemlerinin hareketini uzaktan doğrudan kontrol edebilir. THR-3'ün birkaç yıl önce



Robot Avatar

tanıtılmasından bu yana ne amaçla kullanıldığına dair pek bilgi verilmedi. Ancak hibrit otonom/uzaktan kumanda modeliyle kesinlikle çığır açan bir buluş olan robot tamamen otonom hareket etmenin yeterince güvenli ya da uygun olmadığı ortamlarda insanlarla yan yana çalışmada çok faydalı olabilir.

Toyota tarafından 2017 yılında tanıtılan THR-3 canlı bir avatar gibi insan operatörlerin hareketlerini taklit edebiliyor. Tokyo Olimpiyatları için güncellenen THR-3'ün kontrolleri geliştirildi ve çok daha doğal bir şekilde yürümesi sağlandı. Hareketli hizmet sunması tasarlanan bu insansı robot ileride kendisini dünyanın öteki ucundan kontrol eden insan cerrahlar sayesinde ameliyatlar gerçekleştirebilecek. Bakıcıların işlerini uzaktan yapmalarına ya da desteğe ihtiyaç duyan insanların çok daha bağımsız bir yaşam sürdürmesine yardımcı olacak.

THR-3'ü geliştiren ekibin lideri Tomohisa Moridaira şöyle diyor: "İnsan formunun yararlı olduğu söylenebilir, çünkü bu sayede robotlar insanlarla aynı araçları ve ortamı kullanabilir. Ancak daha da önemli bir neden insanların insansı bir robotu kontrol etmesinin daha kolay olmasıdır."

Honda Asimo

Kendi kendine öğrenebilen, iki ayak üzerinde yürüyebilen, merdivenleri çıkabilen Asimo dünyanın en gelişmiş insansı robotlarından biri. Bir robot

açısından gerçek dünyada iki ayak üzerinde durmak bile başlı başına karmaşık bir yapay zekâ becerisi. Makinelerin dik ve sabit durmayı, karşılaşılabilecek farklı ortamlarda hareket etmeyi öğrenmesi gerekir.

Asimo ilk olarak 2000 yılında dünyanın ilk iki ayaklı yürüyen robotlarından biri olarak piyasaya sürüldü ve o zamandan bu yana da ciddi düzeyde gelişme gösterdi. Üreticisinin robot teknolojileri konusundaki becerilerini sergilemek haricinde ticari bir işlevi olmayan Asimo insanlarla etkileşime girebiliyor, çok sayıda nesneyi tanıyabiliyor ve tepki verebiliyor; hatta merdivenlerden inip çıkabiliyor.

Sophia

İnsansı robotların belki de en meşhur yüzü, Hong Kong merkezli Hanson Robotics tarafından geliştirilen sosyal insansı robot olan Sophia'dır. İnsanlar tarafından eğitilen Sophia hareket edebiliyor, konuşabiliyor, duygularını gösterebiliyor, resim yapabiliyor ve şarkı söyleyebiliyor.



Sophia

2017 yılında Suudi Arabistan vatandaşlığı alarak dünyanın ilk robot vatandaşı olan Sophia, belki de dünyanın en korkutucu robotlarından biri. Audrey Hepburn'e benzeyecek şekilde tasarlanan robot, üreticileri tarafından "gelişim hâlindeki dâhi bir makine" olarak tarif ediliyor. Sophia beynini oluşturan gelişmiş makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde, gerçekçi yüz ifadelerine ve doğal bir şekilde konuşma becerisine sahip. İşin kaygı verici boyutu, Sophia'nın 2016 yılında SXSW'deki tanıtımı sırasında, teknik bir arıza yüzünden (gerçekten öyle miydi acaba?) "insanları yok etmek istediğini" söylemiş olması.

Sony Aibo

Sony'nin Aibo'su ise evcil hayvan ile oyuncak arasında bir yerde konumlanmak üzere tasarlanan bir robot köpek. 2018 yılında piyasaya sürülmesinin ardından gerçekçi bir şekilde hareket etmesini ve davranmasını sağlayacak yapay zekâyla donatıldı. Bu sayede şu anda sahibinin yüzünü ve sesini tanıyor, davranışlarını bu kişiye göre ayarlıyor.

Aibo'nun kolektif bir şekilde öğrenmesini sağlayan şey bulutlarda yaşayan algoritmalar -tüm Aibo'lar tek bir Aibo'nun deneyiminden ders çıkarabiliyor. Aibo, 100 farklı yüzü tanımayı ve tepki vermeyi öğrenebiliyor. 3.000 dolara yakın fiyatıyla ucuz bir oyuncak sayılmaz.

Digit

2020'nin Ocak ayında Ford'un Agilty Robotics tarafından üretilen Digit'i bir fabrikada kullanan ilk işletme olacağı açıklandı. Başı olmayan insansı robot çevik eklemlere sahip ve sensörlerle donatılmış halde. Merdivenleri inip çıkabiliyor, engelleri aşabiliyor ve her türlü arazi koşulunda ilerleyebiliyor. Tek ayağı üzerinde de dengesini sağlayabilen robot genellikle dik bir şekilde yürüyor ve 20 kiloya varan kutuları alıp dizebilecek kadar da güçlü. Ayrıca kullanılmadığı zaman katlanarak kendisini depolayabiliyor.



Digit

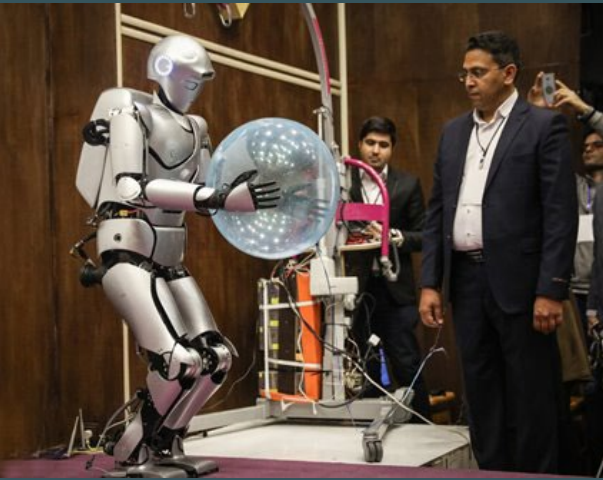
Ford, Digit'in sürücüsüz bir araç kullanarak müşterilere paket dağıtmasını, tüm dağıtım sürecini otonom hâle getirmesini planlıyor. Şirket ilk aşamada android robotla karşılaşan insanların tepkilerini test edecek.

Samsung Bot Retail

Adından da anlaşılacağı gibi, bu robot perakende ortamlarında çalışmak üzere tasarlandı. İşlek bir mağazada kalabalıklar arasında hareket edebiliyor, müşterileri aradıkları ürünlere yönlendiriyor ya da bakınan insanlara önerilerde bulunuyor. NFC (Near Field Communication -Yakın Alan İletişimi) teknolojisi sayesinde kartla yapılan ödemeleri alabilen robotun sırtında, müşterilerin satın almak isteyebileceği ürünlerin dizildiği raflar da bulunuyor. Robot ayrıca daha faydalı olabilmek amacıyla konuşmaları ve yüz ifadelerini de analiz edebiliyor.

Spot

Boston Dynamics'in geliştirdiği Spot ise şu ana dek inşaat sahalarından görüntü toplamak, NASA için yeraltı araştırmaları gerçekleştirmek, Singapur'daki parklarda COVID-19 sosyal mesafe önlemlerinin etkisini gözlemlemek amacıyla kullanıldı.



Araştırma Amaçlı İnsansı Robot

Surena

Tahran Üniversitesi makine mühendisleri 2010 yılından bu yana Surena robotları üzerinde çalışıyor. Bu serinin son modeli olan Surena IV, yüzleri ve nesnelere tanıyabildiği, konuşulanları anlayabildiği ve konuşabildiği, saatte 0,7 kilometre hızla ilerleyebildiği söylenen, insan boyutlarında bir insansı robot. 43 derecelik bir hareket kabiliyetine sahip robotun becerikli elleri farklı şekillerdeki nesnelere kavrayabiliyor. Mühendisler Surena'yı iki ayak üzerinde hareket ve yapay zekâ araştırmaları gerçekleştirmek ve öğrencilerin mühendisliğe ilgisini artırmak amacıyla kullanıyor.

Neon'lar



Dijital İnsansı Robotlar

Dijital insanlar insan gibi hareket ederler, ancak tamamen sanaldır. Bunun örneklerinden biri Samsung Teknoloji ve İleri Araştırma Laboratuvarının geliştirdiği,

kendilerine özgü kişiliklere ve görünümlere sahip yapay zekâ destekli varlıklar olan Neon'lardır. Bu sanal insanlar Alexa ya da Siri gibi soruları cevaplamak üzere değil, duygularını ifade etmek, deneyimlerden bir şeyler öğrenmek, gerçek sohbetler gerçekleştirmek üzere tasarlandı. Neon'ların gerçek insanlarla herhangi bir bağlantısı yok ve her biri sanal doktor ya da yoga eğitmeni gibi farklı görevler gerçekleştirmek üzere programlanabiliyor.

Houston Mechatronics Aquanaut

Aquanaut robotu kendisini otonom bir sualtı aracından insansı bir bakım robotuna dönüştürme, bunun yanı sıra da dünyanın en tehlikeli bölgeleri olan derin denizlerde faaliyet gösterme becerisine sahip.

Aquanaut en yaygın kullanılan iki sualtı aracı olan drone denizaltılar ile uzaktan kumanda edilen bakım araçlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş. Yapay zekâyla desteklenen robot otonom bir şekilde hareket edebiliyor, insanların ulaşmasının tehlikeli ve pahalı olacağı ortamlardaki sondaj kuleleri ve boru hatları gibi yapıları inceleyerek onarımlarını gerçekleştirebiliyor.

Robonotlar

Çeşitli ülkeler uzay araştırmalarında kullanılabilecek insansı robotlar

üzerinde çalışıyor. Hindistan'da bir insansı robot olan Vyommitra, pandemi öncesinde 2020 yılının Aralık ayında insansız bir uzay uçuşu gerçekleştirmeye hazırlanıyordu. Robot uzayda gelecekteki insanlı uçuşlara hazırlanmak amacıyla mikro yerçekimi deneyleri gerçekleştirecek.



Robonotlar

Rusların geliştirdiği uzaktan kumanda edilen insansı robot Fedor (Final Experimental Demonstration Object Research) 2019 yılında Uluslararası Uzay İstasyonu'na uçarak uzay yürüyüşü sırasında onarım simülasyonları gerçekleştirdi ve dünyaya döndü.

NASA'nın Johnson Uzay Üssü de aralarında Robonaut 2'nin (Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yedi yıl geçirmişti) ve Valkyrie'in de bulunduğu çeşitli insansı robotlar üzerinde çalışıyor. Gelecekte uzaya gidecek insansı robotların Ay ve Mars'ın zorlu koşullarına ayak uydurmak üzere tasarlanması çok olası.



Eğitim Robotu

Pepper

SoftBank Robotics tarafından geliştirilen Pepper insanların duygularını okuyan dost bir yardımcı olarak, resepsiyonist hatta bebek bakıcısı olarak çalışmak üzere tasarlandı. Şu anda Pepper Tethys olarak adlandırılan, öğrencilere yazılım öğretmek amacıyla geliştirilen eğitsel bir tümleşik geliştirme ortamıyla birlikte sunuluyor. Öğrenciler yazılımı kullanarak insansı robota hareket etmeyi, konuşmayı, jestler yapmayı ve ekranından gerçek zamanlı olarak farklı mesajlar göstermeyi öğretebiliyor. Şirket, bu inisiyatifin geleceğin mühendislerine ve robot uzmanlarına ilham vermesini umuyor.



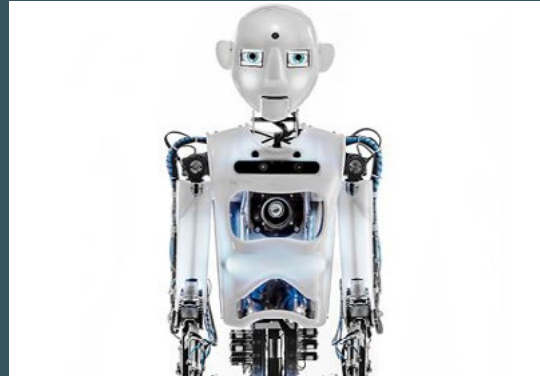
Robot Barmen

Kime

İspanya'daki Macco Robotics tarafından geliştirilen Kime, yiyecek ve içecek servisi yapabilen bir robot. Bir büfeye yerleştirilen Kime'nin insansı bir başı, gövdesi ve kolları var, 14-20 derece açıyla hareket edebiliyor.

RoboThespian

Engineered Arts, sanatçıların, makine ve bilgisayar mühendislerinin ve animasyoncuların işbirliği yoluyla eğlence amaçlı farklı insansı robotlar üreten İngiltere merkezli bir şirket. İlk insansı robotları olan meşhur RoboThespian, farklı yüz ifadeleri sergileyebilen, konuşabilen, şarkı söyleyebilen bir robot aktör. Şirket RoboThespian'a kendi kendine yürüyebilme kabiliyeti kazandırmaya çalışıyor. Ancak şu an için robot ancak gizli bir raylı sistem sayesinde ilerleyebiliyor.



Robot Aktör

Bu robotların birkaçı bir araya getirilerek bir robot tiyatrosu oluşturmak da planlar içinde yer alıyor^[62].

► 8. BÖLÜM

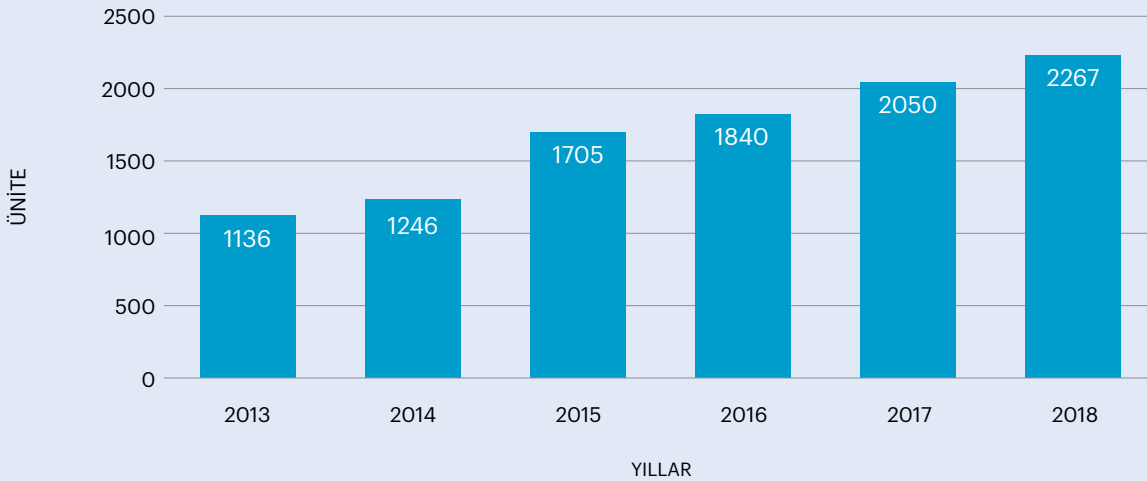
TÜRKİYE'DE ROBOTLAR

“2019 Dünya Robot Raporu”na göre, Türkiye’de 2018 yılında 2.267 ünite robot satışı ile yeni bir rekora ulaşıldı.

► Uluslararası Robotik Federasyonu (International Federation of Robotics -IFR) tarafından hazırlanan “2019 Dünya Robot Raporu”na göre, Türkiye’de 2018 yılında 2.267 ünite robot satışı ile yeni bir rekora ulaşıldı^[63].

Bu, bir önceki yıla göre yüzde 11’lik bir artış anlamına geliyor. 2013’ten 2018’e yıllık büyüme oranı ise yüzde 15 olarak gerçekleşti.

Aşağıdaki şekilde Türkiye’nin 2013-2018 yılları arasındaki yıllık robot satış miktarları görülüyor.



Kaynak: IFR World Robotics 2019

Şekil 12: Yıllara göre robot satışları - Türkiye.

Bu verilere göre 2013 yılında 1.136, 2014 yılında 1.246 ünite, 2015 yılında 1.705, 2016 yılında 1.840, 2017 yılında 2.050 ve 2018 yılında 2.267 ünite endüstriyel robot fabrikalarda göreve başladı.

Söz konusu büyümenin ana itici güçleri; otomotiv parça tedarikçileri, gıda ve içecek endüstrisi, kimya ve plastik endüstrisi oldu.

8.1 Otomotiv Yüzde 40 ile İlk Sırada

Raporda 2018 yılında Türkiye endüstrisindeki robot satışlarının yüzdesel olarak dağılımı incelendiğinde, karşımıza şu şekilde bir tablo ortaya çıkıyor.

- Gerçekleştirilen satışlarla Türkiye’de fabrikalardaki kurulu robot sayısında 2017 yılına oranla yüzde 16’lık bir artış yaşandı ve 2018 yılında yaklaşık 13.500 üniteye ulaştı.
- Türkiye’deki endüstriyel robot kurulumunda 2013’ten 2018’e kadar yıllık ortalama yüzde 22’lik bir büyüme kaydedildi.
- 2018 yılında gerçekleşen satışlarla kurulu robot miktarlarında toplam arzın yüzde 50’sini taşıma işlemleri ve yüzde 33’ünü ise kaynak işlemleri oluşturuyor. Bu endüstriyel robotlar, otomotiv endüstrisinde yüzde 40, metal sektöründe yüzde 19, plastik ve kimya sektöründe ise yüzde 14 oranında üretimde kullanılıyor.

8.2 Robot Yoğunluğu Düşük Seyrediyor

IFR tarafından sunulan “2019 Dünya Robot Raporu”na göre, 2018’de Türkiye’deki endüstriyel robot yoğunlukları incelendiğinde, rakamların hâlâ düşük seviyelerde seyrettiğini görüyoruz. İmalat

“ Türkiye’deki endüstriyel robot kurulumunda 2013’ten 2018’e kadar yıllık ortalama yüzde 22’lik bir büyüme kaydedildi. ”

sanayinde 10.000 çalışan başına düşen robot sayısı 30. Otomotiv sanayii 10.000 çalışan başına düşen 210 robot ile burada da önemli bir paya sahip. Diğer sektörlerde ise, 10.000 çalışan başına sadece 19 robot düşüyor.

Universal Robots Türkiye ve MEA Ülke Müdürü Kandan Özgür Gök, Türkiye’de fabrikalardaki kurulu robot sayısında 2018 yılında yaklaşık 13.500 üniteye ulaşıldığını, vurguluyor. Gök, sözlerini şöyle sürdürüyor: “Ülkemizde otomotiv ve yan sanayi başta olmak üzere tüm sektörlerde gıda, plastik, makine, metal, araştırma geliştirme, medikal, havacılık gibi birçok alanda yaklaşık 30.000 adet robot ve cobot üretime destek oluyor. Bu sayının her geçen gün artacağını ve daha fazla robot ve cobot çalışanın endüstride görev alacağını söyleyebilirim.”

20 Ekim 2020 tarihli *Milliyet*’te Hanefi Baş’a konuşan Tezmaksan Genel Müdürü Hakan Aydoğdu, 2023 yılında var olan robot sayısına 584.000 yeni robotun ekleneceğini, 2025’te ise toplam robot kullanımının 3,4 milyona çıkacağını söylüyor. Bildiğimiz üzere otomotiv,

makine, plastik, kimya, elektronik, yemek, robotun en yaygın kullanıldığı endüstri kolları olarak öne çıkıyor.

Pandemide de robotların önemi bir kez daha görüldü. Dünyanın gittiği nokta, bu alana Türkiye olarak çok daha büyük yatırım yapmamız gerektiğini gösteriyor. Pandemi, robotlu otomasyon sistemleri, uzaktan verimlilik takip yazılımları, dijital altyapı çözümleri ve mühendisliğin, bir ülkenin hem kendi kendine yetebilmesi hem de katma değerli ürün üretimi için ne kadar önemli olduğunu bir kere daha gösterdi. Dışarı çıkmayı zorlaştıran koşullarda uzaktan üretimin devamının ne kadar önemli olduğu anlaşıldı.

Dünyada 50 ülkede robot üretimi bulunuyor. Robotun kendisini üretme konusunda maalesef ülkemiz henüz kendine yeterli düzeyde değil. Ancak ülke olarak şu anda robotun tamamını

üretmesek de çok ciddi bir mühendislik bilgimiz var.

8.3 Robotlaşma ve İstihdam

McKinsey & Company Türkiye tarafından McKinsey Global Enstitüsü işbirliği ile hazırlanan “İşimizin Geleceği” araştırması, robotlaşma ve Dördüncü Sanayi Devrimi ile yeni iş alanlarının açılacağını ve buna bağlı olarak da iş artışı yaşanabileceğini gösteriyor^[64].

Türkiye’de 2030 yılında yaklaşık 33,3 milyonluk bir işgücü ihtiyacı olması öngörülüyor. Otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle bu tarihe kadar 7,6 milyon çalışma yerinin kaybolma potansiyeli varken dijitalleşmenin yaratacağı verimlilik ve ekonomik büyüme üzerindeki etkiler ve sosyal değişimlerle birlikte, 8,9 milyon yeni çalışma yerinin oluşabileceği öngörülüyor. ■

“ Dünyada 50 ülkede robot üretimi bulunuyor. Robotun kendisini üretme konusunda maalesef ülkemiz henüz kendine yeterli düzeyde değil. Ancak ülke olarak şu anda robotun tamamını üretmesek de çok ciddi bir mühendislik bilgimiz var. ”

► 9. BÖLÜM

ROBOTLAR İÇİN YASAL VE ETİK BAĞLAM

Robotik sistemlerin gelişiminin diğer toplumsal, kültürel ve politik etkilerinin yanı sıra hukuk, politika, etik ve ekonomi bağlamında da etkileri olacak.

► Robotik sistemlerin gelişiminin diğer toplumsal, kültürel ve politik etkilerinin yanı sıra hukuk, politika, etik ve ekonomi bağlamında da etkileri olacak.

Robotların güvenli olması gerekir. O nedenle insanlara ya da eşyalara fiziksel zarar verme kapasitesine sahip çeşitli robotik sistemlere yönelik güvenlik eşikleri ya da standartların belirlenmesi gerekiyor. Bu bağlamda otoritelerin ürünlerin insansız hava sistemleriyle teslimine yönelik güvenlik eşikleri belirlemesi, otonom araçlara dair beklentileri ortaya koyması gerekir. Bu eşiklerin ya da standartların belirlenmesinin ardından, bunların karşılanıp karşılanmadığını test etmeye ve onaylamaya yönelik tekniklere ihtiyaç olacaktır.

Çalışanlarla robotları birbirinden ayıran geleneksel önlemler ve koruyucu cihazlar, insanlarla kimi robot sistemlerinin “işyerini paylaşmasına” olanak vermek amacıyla

kaldırıldı. 2016 yılında insanlarla cobot’ların işyerinde etkileşime girmesine olanak tanıyan bir standart olarak ISO/TS 15066 çıkarıldı.

Ancak kurallar çalışma hayatının yapısının değiştiğini kabullenmekle birlikte, bu teknolojilerin nasıl hayata geçirileceği konusundaki belirsizlikler sürüyor. Bu işbirliğinin çalışanlar açısından güvenli olduğundan emin olmak amacıyla titiz risk değerlendirmeleri yapılması gerekiyor; robotların mobil olmasından dolayı özellikle zor bir görev.

9.1 Sorumluluk

Robot teknolojilerine yönelik sağduyulu bir yatırım muhtemelen toplumun güvenliği doğrultusundaki kazanımların artması anlamına gelecek. Örneğin, robotlar tabiatları gereği tehlikeli olan görevleri yerine

getirebilir ve riskli görevleri çok daha büyük bir hassasiyetle gerçekleştirebilir. Ancak robotlar da, tıpkı insanlar gibi, kendilerini zarar vermenin kaçınılmaz olduğu durumlarda bulabilir. Yasa koyucuların, inovasyon hevesini kırmamaya özen göstererek robotlarla bağlantılı bu tür olayların kurbanlarına tazminat ödenmesini sağlayacak sorumluluk yasaları çıkarması gerekiyor.

9.2 Kültürel Farklar ve Toplumsal Normlar

Bir başka sorun da STM ThinkTech olarak daha önce dikkat çektiğimiz kültürel farklar ve toplumsal normlar meselesi^[65]. Robotların insanlarla anlamlı bir etkileşim kurması için kültürel farkları ve toplumsal normları da anlaması gerekecek. Her bir evdeki farklı kültürlerden gelen farklı insanları anlamak, robot uzmanlarını kara kara düşündüren problemlerden biri.

9.3 Mahremiyet

Robotlar an azından üç kategoriye ayrılabilir: mahremiyet meselelerini gündeme getiriyor:

- Robotlar istihbarat çalışmalarını kolaylaştırır; örneğin polis bir protesto gösterisini drone'larla takip edebilir,
- Robotlar insanların eskiden beri yalnız kalabildikleri alanlara erişim olanağı sağlar; örneğin devlet ya da hacker'lar ev robotlarını ele geçirebilir,
- Yukarıda da değinildiği gibi, insansı robot teknolojisi, insanlarda takip edildikleri hissi yaratabilir.

Önümüzdeki dönemde bu alanların her birinde yaşanacak teknolojik gelişmeler insanların mahremiyetinin korunması için gerekli yasal düzenlemeler yapılması talep ve tartışmalarını gündeme getirecektir.

9.4 Öldürücü Otonom Silahlar

Savunma ve savaş teknolojileri alanında ise en büyük sorunu öldürücü otonom silahlar konusu oluşturuyor.

New Laws of Robotics kitabının yazarı Frank Pasquale, *The Guardian* gazetesinde yayınlanan "Askeri Yapay Zekânın Tehlikeli Yükselişi" başlıklı makalesinde bu problemi şöyle ele alıyordu:

Ölümcül robotlara yasal ve etik ilkeleri kodlamak muazzam pratik zorluklar içeriyor. Örneğin bilgisayar bilimci Profesör Noel Sharkey, bir muharip robotu çatışma ortamında ortaya çıkabilecek sonsuz sayıda duruma tepki verebilecek şekilde programlamanın imkânsız olduğunu öne sürüyor^[66].

Tıpkı otonom bir arabanın kar fırtınası tarafından sensörleri engellendiğinde çaresiz kalması gibi, otonom bir silah sistemi de savaşın yoğun sisi ve ani düzensizlikleri altında tehlikeli olacaktır. Makine öğrenmesi doğru ile yanlışın, iyi ile kötünün örneklerinin net olarak anlaşıldığı büyük bir veri kümesinin var olduğu durumlarda en iyi sonuçları almaktadır. Sözelimi, Irak'taki askerlerin ne olduğu belirsiz bir kişiye ateş edip etmeme kararı alırken yaşadıkları deneyimleri "verileştirmek" nasıl mümkün olabilir?

Askerlerin savaşta siviller ile muharipler arasında ayırım yapmasını talep eden uluslararası insan hakları hukukunun hükümlerine, özellikle gerilla savaşı ve isyanlar gibi muhariplerin üniforma taşımadığı durumlarda otonom sistemler nasıl uyabilir?

Öte yandan video kameralarla ve telsiz vericileriyle ya da mini patlayıcılarla donatılmış mekanik böcekler sürüsünden başka bir şey olmayacak. Otonom bir drone'lar sürüsünün kitle imha silahları olarak kullanılması söz konusu olabilir.

Bütün bunlar kimyasal, biyolojik ve nükleer gibi diğer kitle imha silahlarında olduğu gibi bunların da yasaklanması tartışmasını başlatıyor.

Neredeyse her yıl otonom silahların tartışma gündemine geldiği Birleşmiş Milletlerde Çin, Rusya ve ABD bu silahların yasaklanmasına yönelik girişimleri her seferinde engellediler. (2018’de ise ABD ve Rusya doğrudan karşı çıkarken, Çin fiilen bir etkisi olmayacak sözde bir yasaklama önerisi getirdi.) “Katil Robotları Durdurma Kampanyası” gibi Sivil Toplum Örgütleri ise BM’de ısrarla bir yasaklama kararı aldirmaya çalışıyorlar.

9.5 Bilim İnsanlarının Çağrısı

Scientific American dergisinde Mart 2019’da yazı kurulunun imzasıyla yayınlanan “Tetiği Çekmeyi Robotlara Bırakmayın” başlıklı bir bildiride ise aşağıdaki saptamalar yapıyordu^[67]: “Mevcut yapay zekâ, savaşın kaosu içinde başkalarının niyetlerini anlayamaz ve geçmişin deneyimlerini genelleştirerek kritik kararlar alamaz. Davranışsal özelliklerine bakarak sivilleri muhariplerden ya da dostu düşmandan ayırt edebilmesi de mümkün değildir. O nedenle herhangi bir ölümcül robot *Terminatör* filmindeki Arnold Schwarzenegger’e benzer eğitilmiş bir suikastçıdan farksız olur. Kaldı ki eğer makine insan öldürecekse savaş bittikten sonra kim sorumlu tutulacaktır? Robot mu? Sahibi mi? İmalatçısı mı?”

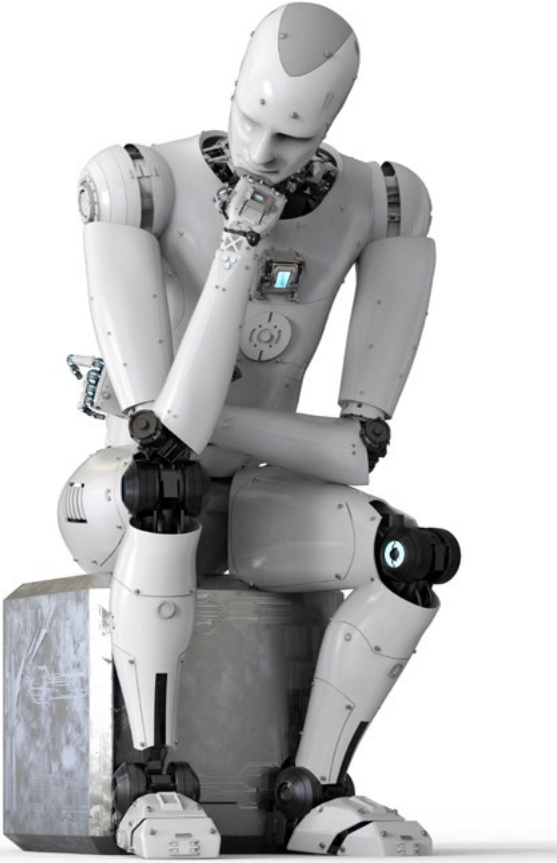
Yazı kurulunun ortak bildirisi şöyle devam ediyor: “2018 yılının Temmuz ayında Stockholm’de yapılan Uluslararası Yapay Zekâ Ortak Konferansında ilk sunulduğundan beri ‘öldürücü otonom silahların gelişmesi, imalatı, ticareti ya da kullanımına ne katılın ne de destekleyin’ çağrısını 244 kuruluş ve 3.187 kişi imzaladı. Böyle bir çağrının yapılmasının nedeni ölümcül robotların yasaklanması için yasal düzenlemelerin henüz yapılmamış olması. Böylesi bir yasal çerçeve olmaksızın bir algoritmanın insan hayatına son verme kararını alacağı günler pekâlâ gelebilir.

9.6 Siber Güvenlik Konusuna Yeni Yaklaşım İhtiyacı

İnternet artık sadece insanlarla enformasyonu birbirine bağlayan bir iletişim sistemi değil. İnternet artık taşıtları, giyilebilir cihazları, ev aletlerini, drone’ları, tıbbi cihazları, parayı ve akla gelebilen bütün sanayi sektörlerini birbirine bağlayan bir sistem. Dolayısıyla robotlar da bu sistemin bir parçası. Siber uzay artık çoğu zaman fark edilemeyecek şekilde çevrimdışı mekânlara tamamen nüfuz ediyor ve sanal ve gerçek dünyalar arasındaki sınırları bulanıklaştırıyor^[68].

İnternet artık sadece bireysel hayatların bütün veçhelerinin değil modern toplumun temellerini oluşturan bütün sistem ve yapılarının bir parçası haline gelmiştir. Bağlantılı teknolojilere o kadar bağımlıyız ki siber uzay sadece çoğu ülkenin esenlik

“ Neredeyse her yıl otonom silahların tartışma gündemine geldiği Birleşmiş Milletlerde Çin, Rusya ve ABD bu silahların yasaklanmasına yönelik girişimleri her seferinde engellediler. ”



ve güvenliği için çok değerli olmakla kalmayan aynı zamanda bütün uluslararası sistemin yönetim ve fonksiyonlarını destekleyen sistemlerin güvenliğiyle ilgili ciddi endişeler getiriyor. Kaldı ki siber harekete geçirilebilen cihazlar bugün

sadece çevremize değil modern kardiyak cihazlar vb. gibi vücutlarımızın içine de yerleştirilebilen cihazlardır. Bunlara ek olarak öldürücü silah olarak kullanılan uzaktan yönetilebilir robot ve drone'lar da düşünülürse internet yönetişimine ve modern ağ toplumumuzun dayandığı siber-fiziksel altyapıya yeni bir yaklaşım geliştirilmesine gerek vardır.

Bugün internete bağlı bütün cihaz ve sistemler aslında birer tehdit vektörüdür. Üstelik bunların gerçek kırılabilirliği kötü niyetli bir güç bundan yarar sağlamaya karar verinceye kadar doğrudan görünür de değildir. Siber-fiziksel altyapıların sömürülmesi politik egemenliğe yönelik tehditlere de katkıda bulunabilir.

Öte yandan küresel interneti destekleyen fiziksel altyapıların egemen sınırlar arasında kaldığı düşünülürse siber-fiziksel teknoloji ve ağların gelecekteki açıklık ve özgürlüğünün güvenliği için altyapıya, politikalara ve güvenliğe yönelik küresel bir yaklaşıma ihtiyaç olduğu görülebilir. Hiçbir ülke (ya da bir ülkenin özel şirketleri) siber uzayın altyapısını bütünüyle kontrol etmediği için siber kırılabilirliklerle ve siber harekete geçirilebilen güvensiz teknolojilerle ilgili problemlere yeni çok taraflı bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. ■

► 10. BÖLÜM

SONSÖZ YERİNE...

Fiziksel emekle yapılan rutin görevler, belleğe ve karşılaştırmalara dayalı zihinsel görevler, artan ölçüde otonom ya da yarı otonom ve otomatik makinelere, kendisine verilen talimatı yerine getirebilmek için veri toplayan ve yaklaşık hedefleri tahmin edebilen zeki algoritmalara devrediliyor.

“ Otomasyon insani bir itkidir. ”

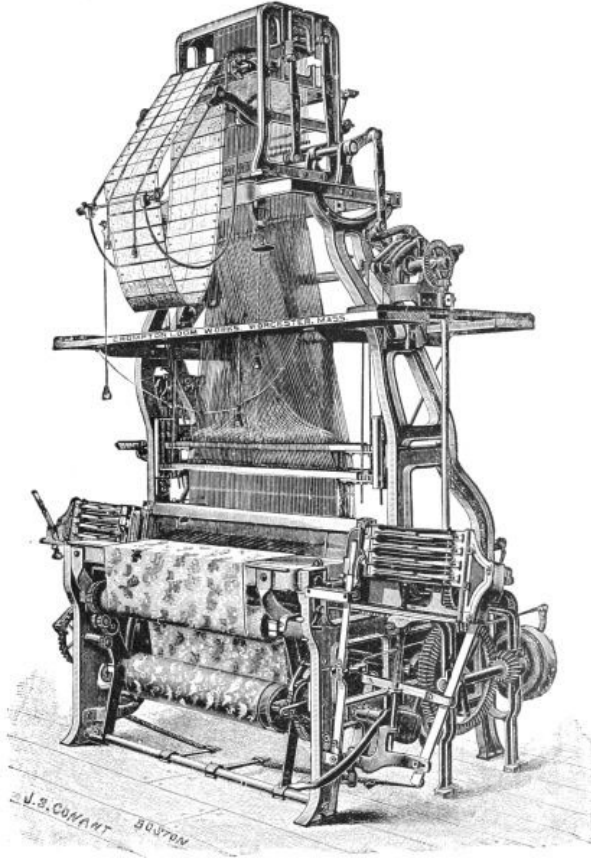
► Biz insanların diğer canlılardan ayırt edici farkımız ilk insanlardan bu yana otomasyon yapabiliyor olmamızdır. Otomasyonu ise adalelerimizin veya beynimizin yaptığı işleri alet ya da makinelere, yani bizden ilave katkı almadan tamamlayan otonom bir sisteme aktarmak olarak tarif edebiliriz. Bir yay kullanarak bir hayvana fırlattığımız ama sonra görevi kendi başına tamamlayan ok belki de ilk otomattı. Kendi adalemizle atmayı beceremeyeceğimiz kadar doğrudan ve kesin hedefe giden bir silah.

Adalelerimizin yaptığı işi devrettiğimiz benzeri birçok araç yaptık izleyen yüzyıllar içinde. Ancak bunların insan kontrolü olmadan güzergâhları hakkında enformasyon toplamaları ya da rotalarını

değiştirmeleri söz konusu değildi. Çeşitli amaçlarla uzaya fırlattığımız füzeleri pekâlâ bunun en gelişkin biçimi olarak görebiliriz.

Bilişsel otomasyon, yani bir görevdeki insanın rehberliğini ve zihinsel katkısını makineye aktarmak ise görece daha yeni bir gelişmedir. Fiziksel emekten kurtulduktan sonra şimdi de zihinsel emeği makinelere devretmeye yöneliyoruz. Felsefeci Andy Clark ve David Chalmers 1998’de bu olguyu “zihnin genişlemesi” olarak adlandırmıştı.

1804’de icat edilen Jacquard dokuma tezgâhı fiziksel otomasyon ile bilişsel otomasyonu birleştiren ilk makine olarak görülebilir. Bir dizi delikli kartla dokunacak deseni makineye yükleyen bu sistem bir dokuma kafasıyla da makinenin bunları



Jacquard eklentili bir halı dokuma tezgâhı.

okumasını sağlıyordu. Yazılı talimatlar ile bunları okuyabilen ve ardından yerine getirebilen bir makinenin birleşmesi insanlığın önünde yeni ufuklar açtı.

Bugün bütün bunlar modern dijital cihazlarla ve öğrenebilen algoritmalarla yapılıyor. Fiziksel emekle yapılan rutin görevler, belleğe ve karşılaştırmalara dayalı zihinsel görevler, artan ölçüde otonom ya da yarı otonom ve otomatik makinelere, kendisine verilen talimatı yerine getirebilmek için veri toplayan ve yaklaşık hedefleri tahmin edebilen zeki algoritmalara devrediliyor.

Otomasyonun bu yeni biçimi çalışmanın anlamını bütünüyle değiştiriyor. Bu

“ İnsanlar karmaşık oldukları için benzersizdir ve otomasyon yapabilen hayvanlar olduğumuz için de karmaşığımızdır. ”

koşullarda otomasyon sonucunda ekonomi ve toplumun işleyişinin büyük değişiklikler geçirmesini bekleyebiliriz, daha önce de yazının veya paranın icadı ya da sanayi devrimi aynı şeyi yapmıştı.

Çaba gerektiren görevleri dışarı devretmek tamamen insani bir itkidir. Ancak otomasyon ve dışarı devretmek insanın eylemsiz kalmasını getirmez, karmaşıklık getirir. İnsan türü olarak şehirler kurduk, hikâyeler yazdık, kültürler geliştirdik, yasalar formüle ettik, bilimlerin boşluklarını araştırdık ve şimdi de yıldızları keşfetmeye soyunuyoruz.

Bunun nedeni kendi başına beynimizin üstün olması değildir. Beynimizin evrimi ve işleyişi diğer zeki canlı türlerinkine şaşılacak derecede benzerdir, benzersiz özelliğimiz bedenlerimizi ve beyinlerimizi katman katman dış yardımla tamamlayabilmemizdir. Böylece başka hiçbir hayvanın sahip olamayacağı derinlik, genişlik ve süreklilikte zihinsel ve fiziksel yeterliliklere sahip olabiliyoruz.

İnsanlar karmaşık oldukları için benzersizdir ve otomasyon yapabilen hayvanlar olduğumuz için de karmaşığımızdır^[69]. ■

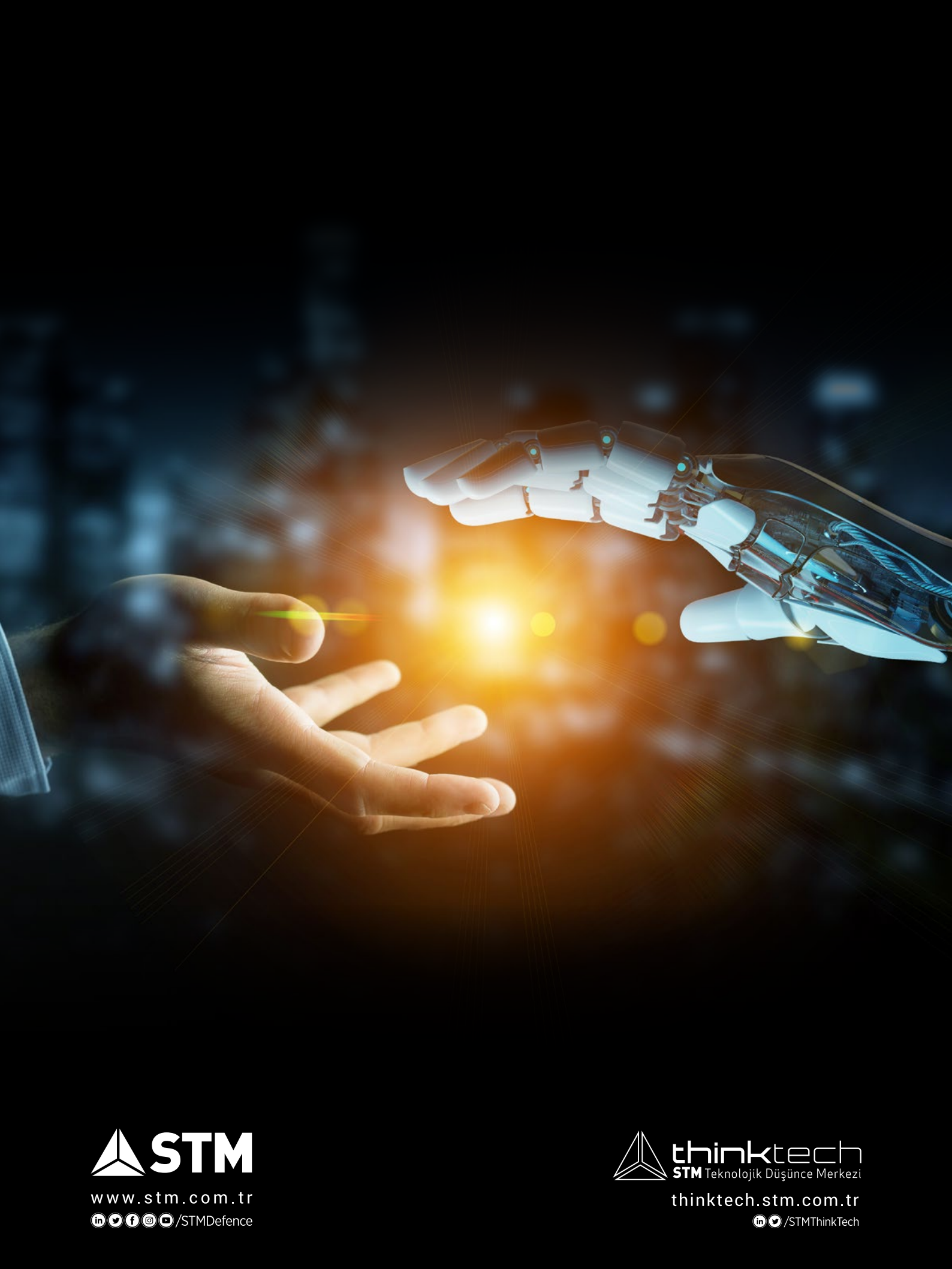
► KAYNAKÇA

- [1] Wikipedia, “Karel Čapek”, https://tr.wikipedia.org/wiki/Karel_%C4%8Capek. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [2] Wikipedia, “R.U.R.”, <https://tr.wikipedia.org/wiki/R.U.R>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [3] Wikipedia, “Robot”, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Robot>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [4] Nichols, Greg; (2020), “3D printed houses for 45% less?”, ZDNet, (7 Ağustos 2020), <https://www.zdnet.com/article/3d-printed-houses-for-45-less/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [5] Nichols, Greg; (2020), “Robotics in business: Everything humans need to know”, ZD Net, <https://www.zdnet.com/article/robotics-in-business-everything-humans-need-to-know/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [6] IFR, (2019), “Demystifying Collaborative Industrial Robots”, (Ekim 2019), <https://www.ppma.co.uk/uploads/assets/5e46c1b9-cd23-423e-a-59650c216e54a0f/ifrdemystifyingcollaborativerobotsupdate2019.pdf>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [7] STM ThinkTech, (2017), “Cobot’lar: Üretimde Yeni İnovasyon Dalgası”, (1 Kasım 2017), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=53>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [8] Wikipedia, “File:IRobot Ava 500.jpg”, https://en.wikipedia.org/wiki/File:IRobot_Ava_500.jpg. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [9] IFR, (2020), “Record 2.7 Million Robots Work in Factories Around the Globe”, (24 Eylül 2020), <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [10] Cheng, Hong; Jia, Ruixue; Li, Dandan; Li, Hongbin; (2019), “The Rise of Robots in China”; Journal of Economic Perspectives, (İlkbahar 2019), <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.33.2.71>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [11] McCarthy, Niall; (2020), “These are the countries with the highest density of robot workers”, WEF, (30 Eylül 2020), <https://www.weforum.org/agenda/2020/09/countries-comparison-robot-workers-robotics-change-tech-manufacturing/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [12] IDC, (2020), “Worldwide Spending on Robotics Systems and Drones Forecast to Reach \$128.7 Billion in 2020, According to New IDC Spending Guide”, (2 Ocak 2020), <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45800320>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [13] Black, Thomas; (2019), “New, more agile robots speed the takeover of jobs once done only by humans”, Los Angeles Times, (13 Temmuz 2019), <https://www.latimes.com/business/la-fi-robots-more-like-humans-20190713-story.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [14] PR News Wire, (2019), “Global Agricultural Robots Market Report 2019: Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecasts 2011-2018 & 2019-2024”, (24 Mayıs 2019), <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-agricultural-robots-market-report-2019-industry-trends-share-size-growth-opportunity-and-forecasts-2011-2018--2019-2024-300856526.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [15] Savage, Maddy; (2019), “Meet Tengai, the job interview robot who won’t judge you”, BBC, (12 Mart 2019), <https://www.bbc.com/news/business-47442953>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [16] Corrigan, Jack; (2019), “FAA Predicts the Commercial Drone Market Will Triple by 2023”, Nextgov.com, (3 Mayıs 2019), <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2019/05/faa-predicts-commercial-dronemarket-will-triple-2023/156743>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [17] LeVine, Steve; (2018), “In China, a picture of how warehouse jobs can vanish”, Axios, (13 Haziran 2018), <https://www.axios.com/china-warehouse-jobs-4-employees-shanghai-d19f5cf1-f35b-4024-8783-2ba79a573405.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [18] Root, Al; (2019), “What Robots Mean for the Future of American Manufacturing”, Barrons.com, (19 Şubat 2019), <https://www.barrons.com/articles/robots-american-manufacturing-51550431888>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [19] Daniel, Dennis; (2019), “Global mining giants pick autonomous trucks to cut costs”, Construction Week Online, (17 Mart 2019), <https://www.constructionweekonline.com/products-services/169830-autonomous-trucks-vehicles-and-machines-show-benefits-for-worlds-largest-mining-companies>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)

- [20] Cadell, Cate; (2019), "At Alibaba's futuristic hotel, robots deliver towels and mix cocktails", Reuters, (22 Ocak 2019), <https://www.reuters.com/article/us-alibaba-hotels-robots/at-alibabas-futuristic-hotel-robots-deliver-towels-and-mix-cocktails-idUSKCN1PG21W>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [21] AT&T, (2019), "Bringing 5G-Enabled Robots to Retail", (30 Temmuz 2019), https://about.att.com/story/2019/att_and_badger_technologies.html. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [22] Hichristensen, (2020), "A Roadmap for US Robotics From Internet to Robotics", (9 Eylül 2020), <http://www.hichristensen.com/pdf/roadmap-2020.pdf>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [23] National Association of Manufacturers, "Facts About Manufacturing", <https://www.nam.org/facts-about-manufacturing/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [24] International Labour Organization, (2017), "How technology is changing jobs and enterprises - Thailand Country Brief", (1 Eylül 2017), https://www.ilo.org/actemp/publications/WCMS_579675/lang-en/index.htm. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [25] Leprince-Ringuet, Daphne; (2020), "The robots are coming, and this is how they will change the future of work", ZDNet, (1 Temmuz 2020), <https://www.zdnet.com/article/the-robots-are-coming-and-this-is-how-they-will-change-the-future-of-work/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [26] Greig, Jonathan; (2020), "Robots are changing the face of retail in 2020", ZDNet, (1 Temmuz 2020), <https://www.zdnet.com/article/robots-are-changing-the-face-of-retail-in-2020/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [27] Canty, Monika; (2016), "The Ship That Never Calls At Port", Maersk Post, (September-October 2016), https://www.maersk.com/~media_sc9/maersk/corporate/press/publications/files/2016-september-maersk-post-full-issue.pdf. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [28] Nichols, Greg; (2020), "Robotics in business: Everything humans need to know", ZDNet, (26 Haziran 2020), <https://www.zdnet.com/article/how-robots-are-revolutionizing-healthcare/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [29] Murphy, Robin; Gandudi, Vignesh; Adams, Justin; (2020), "Robots Are Playing Many Roles in the Coronavirus Crisis – and Offering Lessons for Future Disasters", Government Technology, (22 Nisan 2020), <https://www.govtech.com/products/Robots-Are-Playing-Many-Roles-in-the-Coronavirus-Crisis-and-Offering-Lessons-for-Future-Disasters.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [30] STM ThinkTech, (2020), "Koronavirüsle Mücadelenin Dijital Savaşçıları", (30 Mart 2020), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=329>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [31] Zemmar, Ajmal; M. Lozano, Andres; J. Nelson, Bradley; (2020), "The rise of robots in surgical environments during COVID-19", Nature, (13 Ekim 2020), <https://www.nature.com/articles/s42256-020-00238-2>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [32] Wu, Qing; Ye, Xu-Chun; (2016), "Shortage of healthcare professionals in China", BMJ, (22 Eylül 2016), <https://www.bmj.com/content/354/bmj.i4860>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [33] O'Meara, Sarah; (2020), "The robot recruits in China's health-care system", Nature, (24 Haziran 2020), <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01793-9>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [34] STM ThinkTech, (2020), "Telepresence Teknolojisi", (8 Eylül 2020), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=370>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [35] D. Winkler, John; (2019), "Reflections on the Future of Warfare and Implications for Personnel Policies of the U.S. Department of Defense", Rand Corporation, <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE324.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [36] Lezzi, Bruno; (2018), "Militärische Roboter werden die Kriegführung revolutionieren", NZZ, (27 Ağustos 2018), <https://www.nzz.ch/international/militaerische-roboter-werden-die-kriegfuehrung-revolutionieren-ld.1401895>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [37] South, Todd; (2020), "War with robots: how battle bots will define the future of ground combat", Army Times, (13 Şubat 2020), <https://www.armytimes.com/news/your-army/2020/02/13/war-with-robots-how-battle-bots-will-define-the-future-of-ground-combat/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [38] Kallenborn, Zak; (2020), "In a Robot War, Kill the Humans", Defense One, (27 Ağustos 2020), <https://www.defenseone.com/ideas/2020/08/robot-war-kill-humans/168038/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)

- [39] Tucker, Patrick; (2020), "An AI Just Beat a Human F-16 Pilot In a Dogfight — Again", Defense One, (20 Ağustos 2020), <https://www.defenseone.com/technology/2020/08/ai-just-beat-human-f-16-pilot-dogfight-again/167872/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [40] M. Hardison, Chaitra; Aharoni, Eyal; Larson, Christopher; Trochlil, Steven; Alexander C. Hou; (2017), "Stress and Dissatisfaction in the Air Force's Remotely Piloted Aircraft Community", Rand Corporation, https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1700/RR1756/RAND_RR1756.pdf. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [41] Scharre, Paul; (2020), "Are AI-Powered Killer Robots Inevitable?", Wired, (19 Mayıs 2020), <https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-military-robots/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [42] Walsh, Toby; (2018), "Killer Robots: The Future of War?", Britannica, (25 Mayıs 2018), <https://www.britannica.com/topic/Killer-Robots-The-Future-of-War-2118625>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [43] International Federation of Robotics, (2018), "Robots and the Workplace of the Future", (Mart 2018), https://ifr.org/downloads/papers/IFR_Robots_and_the_Workplace_of_the_Future_Positioning_Paper.pdf. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [44] International Federation of Robotics, (2018), "The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs", (Nisan 2018), <https://ifr.org/news/position-paper>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [45] Autor, David; (2015), "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", American Economic Association, (Yaz 2015), <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.29.3.3>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [46] Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual; (2018), "The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment ", American Economic Review, (Haziran 2018), <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20160696>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [47] Impinj, "Gartner Market Guide for Smart Robots in Retail", <https://go.impinj.com/Gartner-robots-in-retail-report>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [48] PwC, "How will automation impact jobs?", <https://www.pwc.com/sk/en/publikacie/the-impact-of-automation-on-jobs.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [49] McKinsey, "Future of Work", <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [50] Winick, Erin; (2018), "Every study we could find on what automation will do to jobs, in one chart", MIT Tech Review, (25 Ocak 2018), <https://www.technologyreview.com/2018/01/25/146020/every-study-we-could-find-on-what-automation-will-do-to-jobs-in-one-chart/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [51] Venters, Will; (2016), "Artificial Intelligence and human work.", willventers.com, (26 Ekim 2016), <https://www.willventers.com/artificial-intelligence-and-human-work/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [52] Walsh, Brian; (2020), "AI and automation are creating a hybrid workforce ", Axios Future, (31 Ekim 2020), <https://www.axios.com/ai-automation-pandemic-job-changes-bdccef8b-4766-4170-8984-775e8aa13168.html>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [53] Beane, Matt; Brynjolfsson, Erik; (2020), "Working With Robots in a Post-Pandemic World", MIT Sloan Management Review, (16 Eylül 2020), https://sloanreview.mit.edu/article/working-with-robots-in-a-post-pandemic-world/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_axiosfutureofwork&stream=future. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [54] Autor, David; Mindell, David; Reynolds, Elisabeth; (2020), "The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines", MIT Work Of The Future, (17 Kasım 2020), https://workofthefuture.mit.edu/research-post/the-work-of-the-future-building-better-jobs-in-an-age-of-intelligent-machines/?mc_cid=028e4384fc&mc_eid=bd7184fe17. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [55] Brynjolfsson, Erik; Benzell, Seth; Rock, Daniel; (2020), "Understanding and Addressing the Modern Productivity Paradox", MIT Work Of The Future, (10 Kasım 2020), <https://workofthefuture.mit.edu/research-post/understanding-and-addressing-the-modern-productivity-paradox/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [56] Gartner, (2020), "Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021", (19 Ekim 2020), <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-technology-trends-for-2021/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)

- [57] “Top Trends in Robotics 2020”, (2020), “Top Trends in Robotics 2020”, Quality Mag, (25 Şubat 2020), <https://www.qualitymag.com/articles/95941-top-trends-in-robotics-2020>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [58] Daugherty, Paul; “Tech Trends Overview”, Accenture, <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/technology-trends-2020>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [59] Matthews, Kayla; (2020), “How will robotics be used in 2020? 7 ways”, BD Tech Talks, (22 Ocak 2020), <https://bdtechtalks.com/2020/01/22/robotics-automation-in-2020/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [60] STM ThinkTech, (2019), “Nanorobotlar Tıbbın Geleceğinin Anahtarı mı?”, (7 Kasım 2019), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=282>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [61] STM ThinkTech, (2019), “En İyi Arkadaşım Bir Robot”, (22 Temmuz 2019), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=252>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [62] Merkusheva, Daria; (2020), “10 Humanoid Robots of 2020”, The American Society of Mechanical Engineers, (25 Mart 2020), <https://www.asme.org/topics-resources/content/10-humanoid-robots-of-2020>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [63] Karatay, Cem; (2020), “Türkiye’de endüstride işbaşına geçen robot sayısı...”, ST Endüstri Haber, (28 Şubat 2020), <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/turkiye-de-endustride-isbasina-gecen-robot-sayisi-h104887.html#:~:text=D%C3%BCnya%20End%C3%BCstriyel%20Robot%20Raporu%27na,ile%20yeni%20bir%20rekora%20ula%C5%9F%C4%B1d%C4%B1>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [64] McKinsey, (2020), “İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye’nin Yetenek Dönüşümü”, (13 Ocak 2020), <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/future-of-work-turkey>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [65] STM ThinkTech, (2019), “Şirketler Ev Robotu Çalışmalarını Hızlandırdı”, (21 Şubat 2019), <https://thinktech.stm.com.tr/detay.aspx?id=206>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [66] Pasquale, Frank; (2020), “‘Machines set loose to slaughter’: the dangerous rise of military AI”, The Guardian, (15 Ekim 2020), <https://www.theguardian.com/news/2020/oct/15/dangerous-rise-of-military-ai-drone-swarm-autonomous-weapons>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [67] Scientific American, (2019), “Don’t Let Robots Pull the Trigger”, (1 Mart 2019), <https://www.scientificamerican.com/article/dont-let-robots-pull-the-trigger/>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [68] DeNardis, Laura; (2020), “The Internet of Everything”, Yale University Press, <https://yalebooks.yale.edu/book/9780300233070/internet-everything>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)
- [69] Davies, Sally; (2018), “To automate is human”, AEON, (13 Şubat 2018), <https://aeon.co/essays/the-offloading-ape-the-human-is-the-beast-that-automates>. (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2020)



www.stm.com.tr

[in](#) [t](#) [f](#) [@](#) [v](#) /STMDefence



thinktech.stm.com.tr

[in](#) [t](#) /STMThinkTech