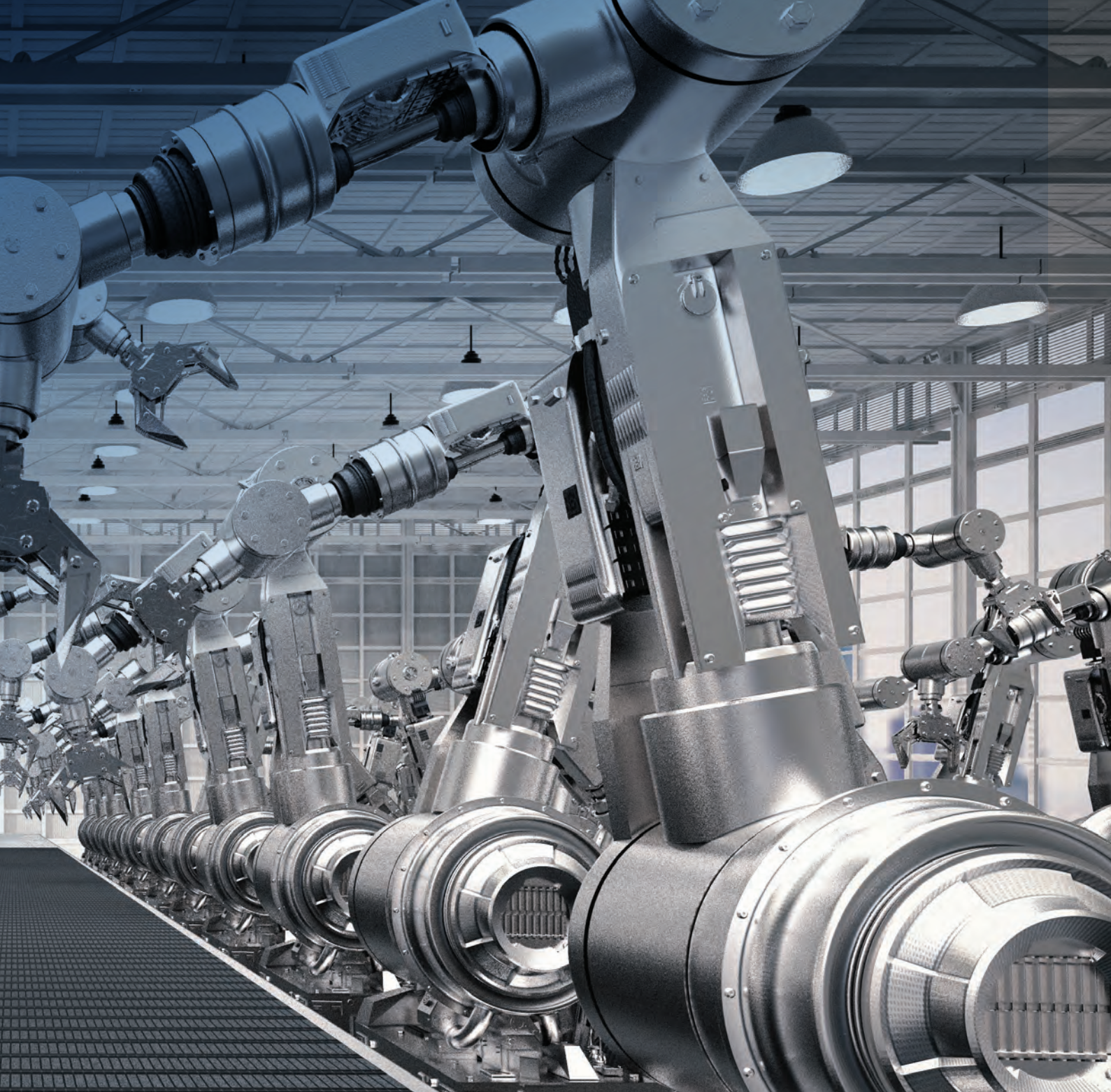
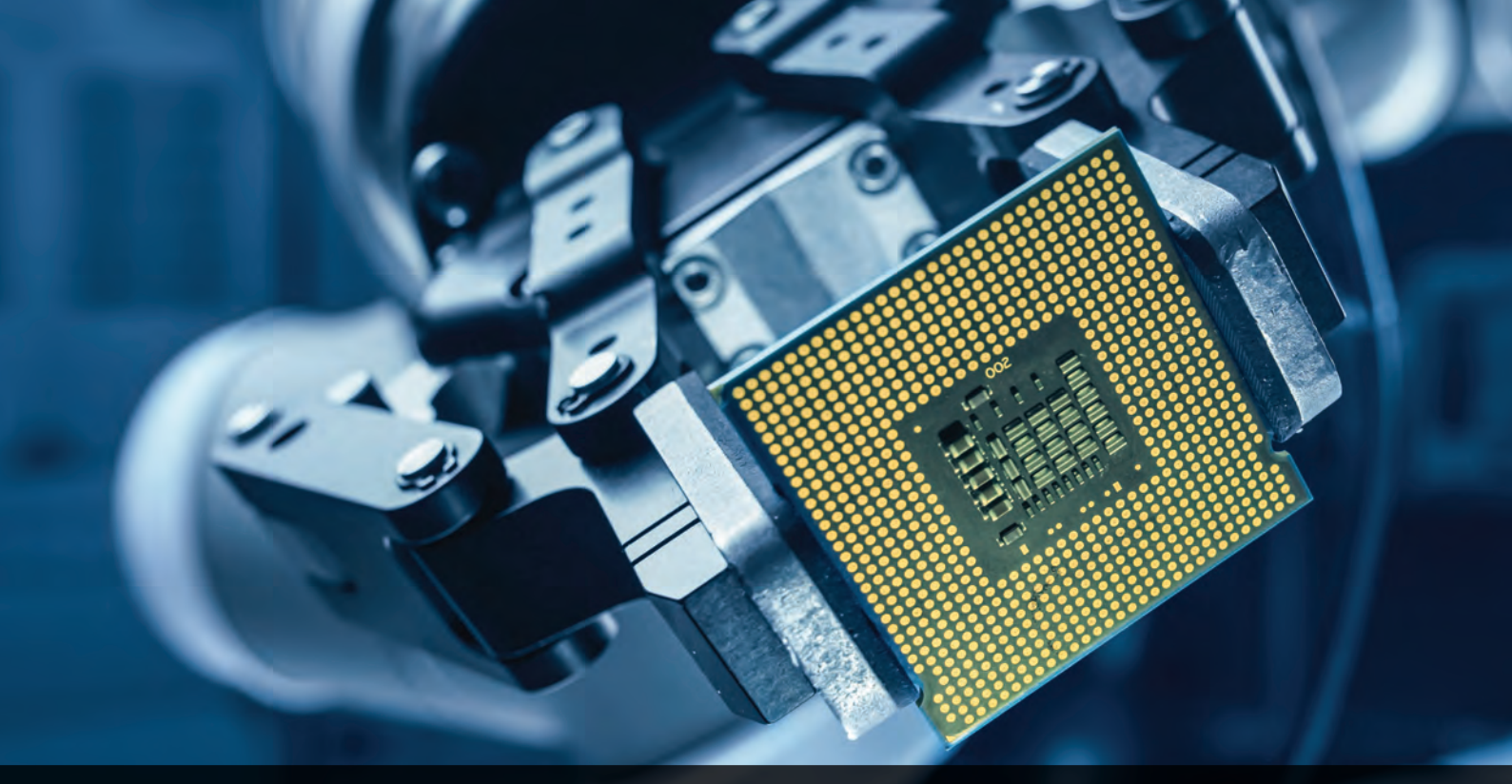


Karanlık Fabrikalar Geleceği Aydınlatacak mı?

Esra ALP COŐKUN [Dokuz Eylül Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi
Doç. Dr. Yener COŐKUN [SPK Başuzmanı



Bir fabrika düşünün ki aydınlatmanız, ısıtmanız, soğutmanız ya da havalandırmanız gerekmiyor. İçinde çalışan işçiler yorulmuyor, yemek yemiyor, uyumuyor, işe geç kalmıyor, mola vermiyor, grev yapmıyor, zam istemiyor, hatta ücret bile istemiyor, fazla mesaiden yakınıyor çünkü zaten 7 gün 24 saat çalışıyor. Tehlikeli görevlerde veya iş kazalarında yaralanma ya da ölme riski yok; tazminat, sigorta ve prim gibi ek maliyetler de yok. Bu işçilerin işverene dava açma olasılığı, emeklilik talepleri, yıllık izinleri ya da kişisel gelişimleri için hizmet içi eğitim alma ihtiyacı da yok. Böyle bir fabrikanız olsaydı kâr oranınız yüzde kaç artardı?



İçinde hiç insan çalışmaması nedeniyle karanlık fabrikalar (*lights out manufacturing*) da denilen akıllı fabrikaların ilki Çin'de kuruldu. Cep telefonu modülü üreten bu fabrikada robotların kullanılmasıyla işçi sayısı %90 azalırken kusurlu ürün oluşma oranı ise %25'ten %5'e düştü. Endüstri 4.0'ın bir özelliği olan "karanlık fabrikalar" iş ihtiyacını sensörler aracılığıyla algılayan, uzaktaki diğer üretim araçları (sensörler, aktüatörler, makineler, robotlar, konveyörler vb.) ile internet yoluyla iletişim ve etkileşim kurabilen, ihtiyaç duydukları üretim bilgisini bulut sistemler içerisindeki "büyük veri"den (*big data*) alan akıllı makineler ve sistemleri içerir. Büyük verinin işlenmesi ile nesnelerin birbiriyle iletişim kurması nesnelerin interneti olarak biliniyor. Nesnelerin interneti sayesinde sadece akıllı fabrikalar değil, akıllı evler, akıllı şehirler ve akıllı çevreler tasarlanabiliyor. Bu teknolojiye kilit rol ise sensörlerin. Nesnelerin fiziksel özelliklerini ölçümleyip sayısal değerlere dönüştüren sensörler internet aracılığıyla bu verilerin diğer aygıtlar tarafından da kullanılabilmesini sağlıyor. İşgücü maliyetlerindeki azalma, düşük enerji tüketimi, çevre kirliliğinde azalma ve iş kazalarının önüne geçilmesi üretimde otomasyon sağlanmasının başlıca avantajları olarak sayılabilir. Ancak madalyonun öteki yüzünde iş gücündeki dönüşümün yaratacağı işsizlik yer alıyor.



Ne Mavi Ne Beyaz, Dijital Yakalı İşçiler

Karanlık fabrika fikri ilk kez bilim kurgu yazarı Philip K. Dick'in 1955'te yayınlanan "Autofac" adlı öyküsünde dile getirildi. Bu öyküde neyin hangi materyalden üretileceğine bile robotların karar verdiği bir otonom fabrika anlatılıyor. 4. Sanayi Devrimi'nden ve robot teknolojisi henüz günümüzdeki kadar gelişmeden önce karanlık fabrika fikrini hayata geçiren ilk şirket ise 1982'de General Motors oldu. Şirketin CEO'su Roger B. Smith'in yönetiminde, ABD'nin Michigan eyaletindeki Saginaw kentinde "geleceğin fabrikası" kuruldu. Ancak işçilerin yerini alan akıllı makineler şirketteki mühendislerle yöneticileri endişelendirdi ve 10 yıl sonra (1992'de) henüz karanlık fabrika statüsüne tam anlamıyla geçilmeden geleceğin fabrikası kapanmış oldu.

Yaklaşık 30 yıl sonra yine General Motors karanlık fabrikalar için harekete geçti ve bu defa Japonya'daki robot şirketi FANUC'a yöneldi. FANUC bünyesinde bulunan 22 fabrikada robotlar tarafından ayda 22.000 ila 23.000 bilgisayarlı numerik kontrol sistemi üretiliyor. Tesla ve Apple gibi dünyaca bilinen büyük teknoloji şirketleri FANUC'un müşterileri arasında yer alıyor.

1924'te Almanya'da kurulan ve spor eşya üretiminde sektörün devlerinden biri olan Adidas, yaklaşık 20 yıl önce Almanya'daki tesislerini kapatarak daha ucuz iş gücüyle maliyetlerini azaltmak amacıyla Çin'de üretim yapmaya başlamıştı. Ancak yakın zamanda Adidas Güney Almanya'da 4600 m²lik bir alanda kurulacak "Speed Factory" tesisi ile Almanya'da yeniden üretime başlayacak. Tesiste üretimi işçiler değil, robotlar yapacak. Adidas'ın karanlık fabrikasında robotları yönlendirmek üzere 160 kişinin çalışması planlanıyor.

2018 Haziran ayında Çinli e-ticaret devi JD.com Şanghay'da tamamen otonom işleyen bir depo ve nakliye tesisi kurdu. Bu fabrikada paketleri alan, paketleyen ve transfer eden 20 sanayi robotu çalışıyor. Eğer aynı işi yapmak için insanların çalışması gerekseydi, 500 işçiye ihtiyaç duyulacaktı. Ancak karanlık fabrikada yalnızca 5 teknisyen bulunuyor ve bunların tek sorumluluğu robotların devamlı çalışır durumda olmasını sağlamak.

Bir diğer örnek ise Çin'de telefon parçaları üreticisi olan bir şirket: Changying Precision Technology Company. Fabrikada 650 işçinin çalışmasını gerektiren üretim, her şeyin bilgisayarlar tarafından kontrol edilmesi sayesinde sadece 60 kişi tarafından yürütülüyor. Şirket ileride bu sayıyı 20'ye indirmeyi planlıyor. İnsanların temel görevi ise merkezi kontrol sistemi üzerinden sistemin işleyişini takip etmek. Bu sistem sayesinde verimlilik yüzde 250 artarken, hatalı ürün miktarı da yüzde 80 oranında azaldı. Hollanda'da ise Phillips karanlık fabrikasında 128 robot ve sadece 9 kişi ile tıraş makinesi üretimi gerçekleştiriyor. İnsanların görevi yalnızca kalite kontrolünü sağlamak.

Türkiye'de de bu dönüşüm sürecinin benzer şekilde işlediği görülüyor. Bir un fabrikası ile küçük ev aletleri ve profesyonel ev aletleri üreten bir fabrika Türkiye'de bu dönüşümün ilk örnekleri arasında sayılabilir. Sac metal şekillendirme ve montaj alanında üretim sağlayan bir fabrika da karanlık üretim sürecine dönüşme aşamasında.

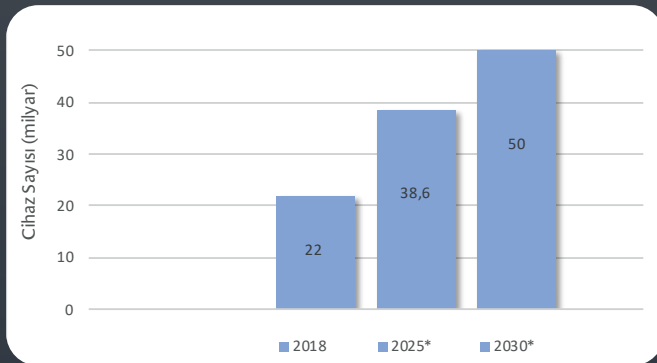
Kol Gücünden Kod Gücüne Geçiş

İnsansız üretim modeli olan karanlık fabrikalarla birlikte akla ilk gelen soru elbette ortaya çıkacak işsizlik sorunu. Fabrikalarda işçilerin kol gücüne dayanan üretimden robotların yazılımlarının sürekli olarak geliştirilebilmesi için kodlama bilgisine ihtiyaç duyulan bir üretim sürecine geçiliyor. Robotlar henüz neyin hangi malzemeden üretileceğine kendi kendilerine karar veremiyorlar ancak ileride yazılım teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde bu sorun da ortadan kalkabilir. Olası bir senaryoda üretimin ancak robotların bakım ve onarımı ile yazılımlarının iyileştirilmesi gibi aşamalarında emeğe ihtiyaç duyulabilir. Şekil 1’de 2018’deki verilerden yola çıkılarak 2025 ve 2030 yılları için dünya çapında nesnelerin internetiyle birbirine bağlanacak cihaz sayısına ilişkin tahminler yer alıyor. Bu cihazların sayısındaki artış, karanlık fabrikaların dijital yakalı işçilerinin sayısındaki artış anlamına geliyor. Madalyonun diğer yüzünde ise azalacak insan istihdamını görmek mümkün. Buna göre 2025 yılında öngörülen cihaz sayısı 38,6 milyar iken bu sayının 2030 yılında 50 milyara ulaşacağı tahmin ediliyor.

Şekil 2’de 2017-2020 dönemi için sanayi sektöründe robot teknolojisinden elde edilmesi beklenen hasıllata ilişkin bilgiler yer alıyor. 2020 yılı için tahmin edilen hasılat 18,5 milyar dolar. 2017 yılında gerçekleşen hasılat ise 14 milyar dolar. 2018-2024 dönemi için sanayi robotları ve ekipmanlarının küresel piyasa büyüklüğü verilerini ise Şekil 3’te görebilirsiniz. Buna göre, sanayi robotlarının 2018 yılındaki piyasa hacmi 16,9 milyar dolar olurken, 2024 yılında bu hacmin 31,7 milyar dolara yükselmesi bekleniyor. Aynı beklenti robot ekipmanlarının piyasa hacmi için de geçerli. 2018 yılında 28,8 milyar dolar olan piyasa hacminin 2024 yılı tahmini 38,1 milyar dolar. Görünen o ki, karanlık fabrikaların yaygınlaşması ve hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin görülmeye başlaması o kadar uzak değil. 2025 yılı için yapılan tahminler yalnızca 5 yıl sonra bu konunun gündemimizi bugün olduğundan çok daha fazla meşgul edeceğini gösteriyor.

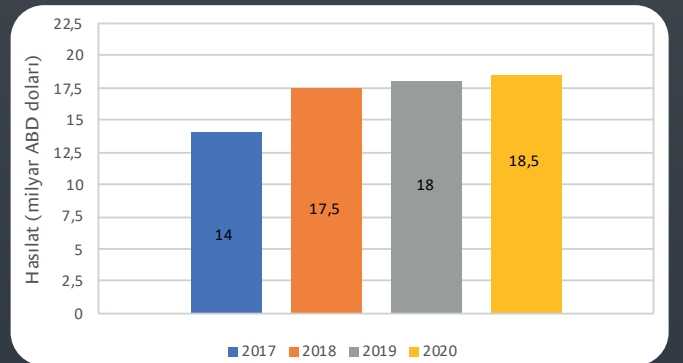


Şekil 1: 2018 yılındaki cihaz sayısından yola çıkılarak 2025 ve 2030 yıllarında dünya genelinde nesnelerin internetiyle bağlantılı tahmini cihaz sayısı

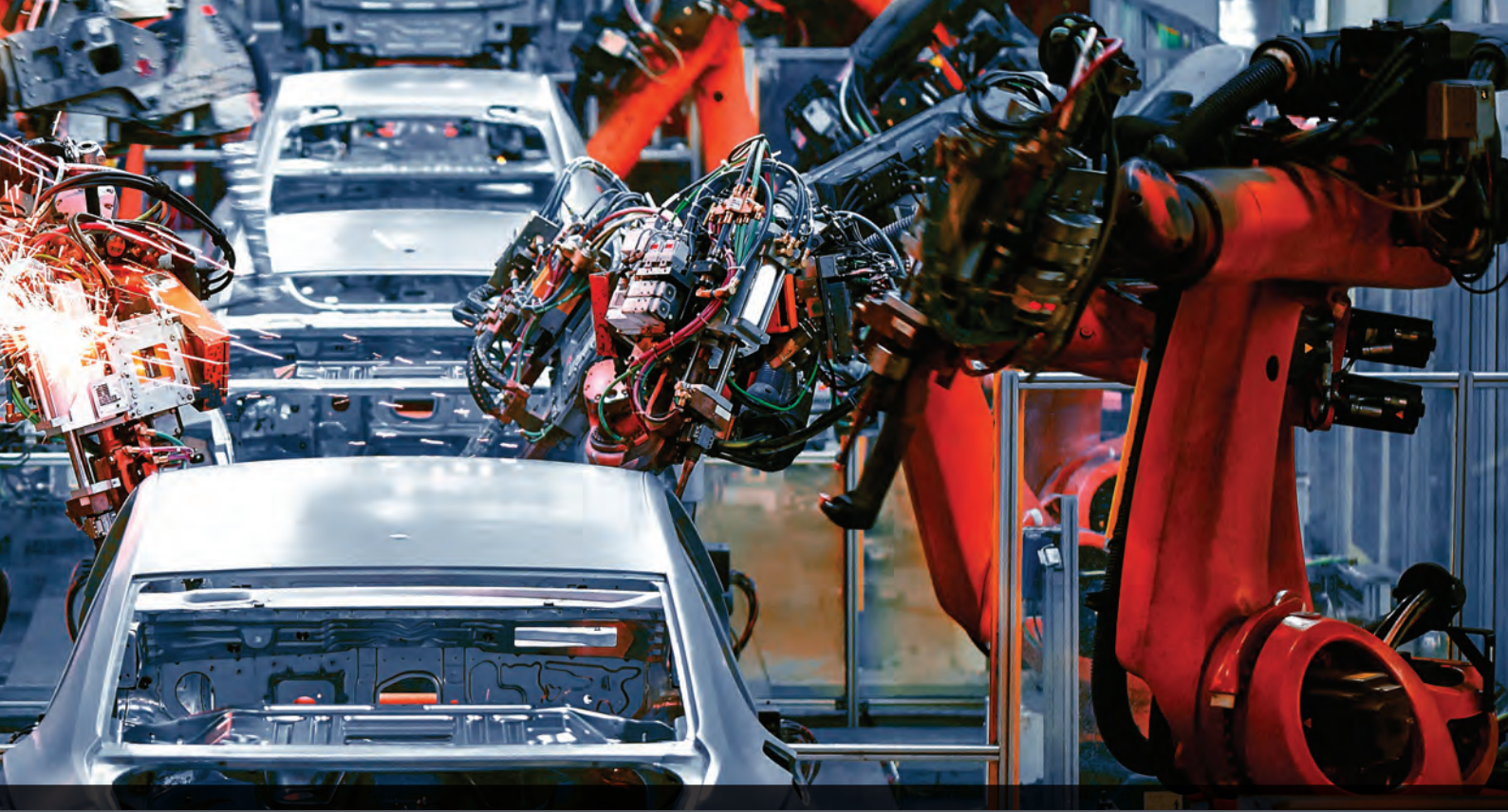


Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>

Şekil 2: 2017-2020 dönemi için sanayi sektöründe robot teknolojisinden elde edilmesi beklenen hasılat



Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/745476/industrial-sector-revenue-from-robotics-worldwide/>

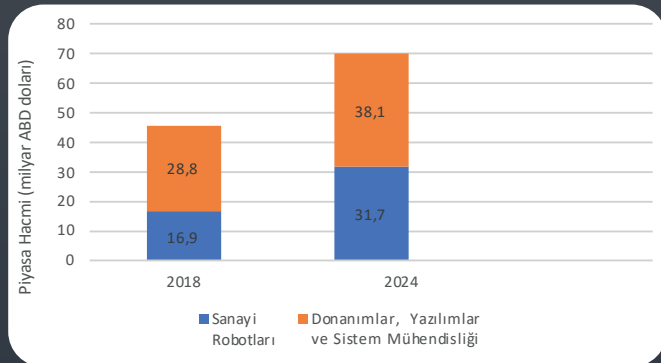


Karanlık Fabrikaların Yaratacağı İşsizlik

Tüm sanayi devrimlerinde olduğu gibi 4. Sanayi Devrimi sonrasında da işgücünde bir dönüşüm olacağı açık. Gelişen teknoloji ve üretimde sağlanan verimlilik artışı her sanayi devriminde olduğu gibi işgücü tarafından bir bakıma endişeyle karşılanmış ancak her seferinde ortaya çıkan yeni meslekler ve iş kolları işsizliğin korkulan boyutlara ulaşmasına engel olmuştur. Sanayide gerçekleşen devrimleri eğitimde gerçekleşen dönüşümler izlemiş, böylece yeni mesleklere uygun bireylerin yetişmesi

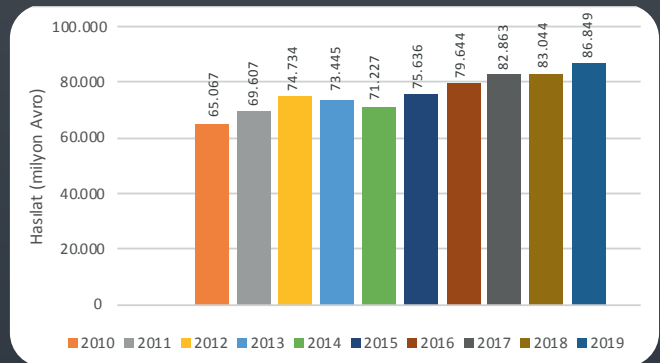
mümkün hâle gelmiştir. Yaşanan bu tecrübeler iyimser bir bakış açısı sağlasa da otomatların, robotların ve diğer yapay zekâ teknolojilerinin her geçen gün hayatımıza daha fazla girdiği bugünlerde insanlar gelecekte işlerini kaybetme tehdidini hissetmeye başladı bile. Şekil 4'te Siemens AG'nin 2010-2019 hasılatı görülüyor. Şirketin hasılat artışının gelişen teknolojilerden yararlanmasından dolayı yakın ilgisi bulunuyor. Bu nedenle de Siemens AG yaklaşık 10.000 çalışanın işine son verileceğini duyurdu ancak yeni pozisyonlar da yaratılarak işgücü sayısı 2018'den 2019'a kadar 377.000'den 383.000'e yükseldi. Şirketin hisse senetleri ise %5,5 değer artışı kaydetti.

Şekil 3: 2018-2024 dönemi için sanayi robotları ve ekipmanlarının küresel piyasa hacmi

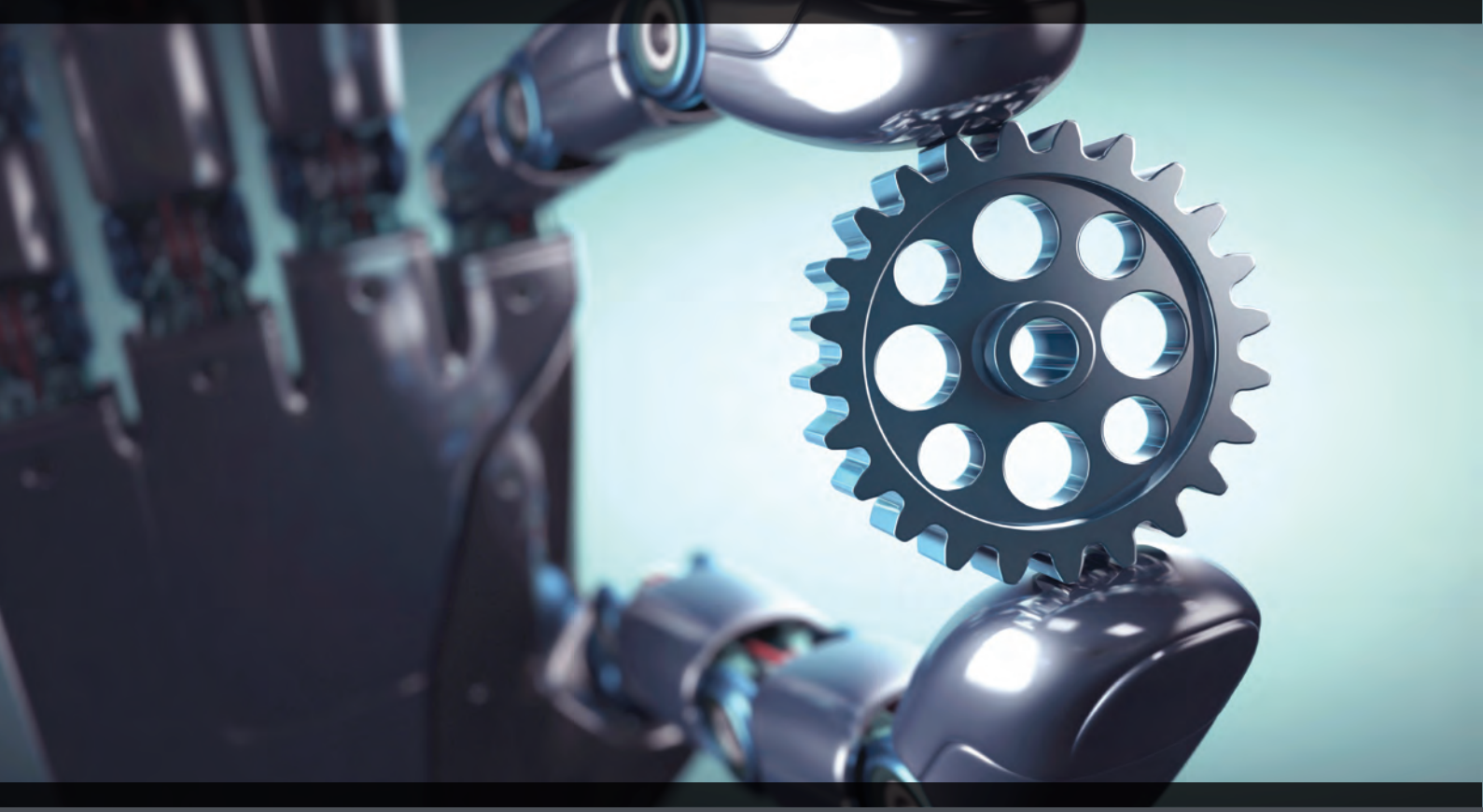


Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/728530/industrial-robot-market-size-worldwide/>

Şekil 4: Siemens AG'nin 2010-2019 Hasılatı



Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/266153/revenue-of-siemens-ag/>



Yeni teknolojilere adaptasyon ne kadar güçlü olursa insanların işsiz kalma riskleri de o kadar düşük olacaktır. Temel eğitimde kod yazmanın öğretilmeye başlanması gelecekte ihtiyaç duyulacak insan gücünün yetiştirilmesini amaçlıyor. Gelecekte üretim karanlık fabrikalarda robotlar tarafından gerçekleştirilirken üretim süreçlerine ait planlama, kalite kontrol, makinelerin bakım ve onarımı ile robotların yazılımının geliştirilmesi gibi konularda insanlara duyulan ihtiyaç devam edecek gibi görünüyor. Eğitimli insan gücüne ihtiyaç duyulacak alanlar: Acil ve rutin bakım; kalite kontrol; sistem kurulumu; sistemin yeniden yapılandırılması ve yükseltilmesi; iç sistemlerin yönetimi; elektrik ve sıhhi tesisat, iletişim, üretim ve işleme sistemlerinin izlenmesi; üretim planlaması ve koordinasyonu; yeni ürün üretiminin uygulaması ve yönetim olabilir.

Karanlık fabrikaların ilk öne çıkan dezavantajlarından biri işsizlik veya bir başka deyişle eğitimli insan gücüne olan ihtiyacın artması. Çünkü gelecekte üretim robotlar tarafından gerçekleştirileceği için insan gücüne duyulan ihtiyaç azalacak. Böylece üretimde niteliksiz işçiye olan

ihtiyaç da ortadan kalkacak. Bu durum üretimin gerçekleştirildiği karanlık fabrikalarda çalışanları zor durumda bırakacak gibi görünüyor çünkü yapay zekânın gelişimi ile kendi kendilerini kodlayabilen ve tasarlayabilen robotlar üretimi tamamen devralabilir.

Ekonominin Geleceği

Üretimde maliyetlerin düşmesi, kusurlu ürün miktarının azalması, enerjide tüketimin azalması yoluyla çevre kirliliğinin de azalması ve verimliliğin artması karanlık fabrikaların olumlu yanları arasında sayılabilir. Ancak yine de işsizlik büyük bir sorun olarak karşımıza çıkıyor. Yerini makinelere kaptıran mesleklerde çalışan insanların gerekli eğitimlerden geçerek daha vasfı işlere transfer olması gerekecek. Makineler üretimle uğraşırken insanların kendilerini geliştirmeye ve eğitime ayıracak daha fazla vakti olacak. Ancak yine de işe ihtiyacı olan insan sayısının, insana ihtiyaç duyulan iş sayısına kıyasla çok daha yüksek olması da mümkün. Bugüne kadar ekonomilerin deneyimlediği işsizlik oranları bir hayli yukarı tırmanabilir. İşsizlik oran-

larının yükselmesi, artan verimlilikle birlikte üretilen bir yığın malın yalnızca toplumun belirli vasıflara sahip olan ve çalışan işgücü tarafından talep edilmesine yol açarak üretim fazlalığı ya da tüketim azlığı nedeniyle ekonomiler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu da toplumda gelir eşitsizliğinin artmasına yol açabilir.

Olumsuz beklentiler genellikle işsizlik üzerinde yoğunlaşırken olumlu beklentilerin yaygın etkileri aslında çok daha fazla. İnsanların fiziksel gücünü aşan ağırlıkların makineler tarafından taşınması, zehirli gazların ortaya çıkabildiği tehlikeli üretim süreçlerinde makinelerin yer alması, iş kazaları nedeniyle hayatını kaybeden ya da yaralanan işçilerin olmaması, insanların daha az çalışma saati ile daha çok boş zaman ortaya çıkması sayesinde kendilerini geliştirmeye odaklanabilmeleri gibi çok sayıda faydasından da söz etmek mümkün. Ayrıca enerji tüketimi ve işgücünden sağlanan tasarruf sayesinde maliyetin azalması ile daha etkin ve verimli gerçekleşen üretim, fiyatların da düşmesine yol açabilir. Üretimin 24 saat boyunca gerçekleşebilecek olması ve nispeten hızlanması karanlık fabrikada üretim yapan şirketlere büyük bir rekabet avantajı sağlayacak. Diğer yandan, karanlık fabrikaların yaygınlaşması dünyanın bozulan ekosisteminin onarılması için de önemli bir adım. Bu sayede dünya kaynakları daha az kullanılırken, çevreye verilen zarar da minimuma indirilebilecek.

Artıları ve eksileriyle karanlık fabrikaların hayatımızda büyük bir değişim yaratacağı kesin. Umarız artıları eksilerinden daha fazla olur ve sanayideki bu dönüşümden sonra da işgücü kendini değiştirmeyi başarır. ■



Kaynaklar

Yıldız, A., "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556, 2018.

Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X., ve Postolache, O., "Internet of things for smart ports: Technologies and challenges", *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(1), 34-43, 2018.

Akben, İ. ve Avcı, İ. İ., "Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış", *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37, 2018.

Öncül, M. ve Ateş, V., "Karanlık Fabrikalar: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek", *Uluslararası Eğitimde ve Sosyal Bilimlerde Yenilikler Sanal Sempozyumu*, 123.

<http://www.haldunguner.com.tr/endustride-4-0-ve-egitim-reformu.html>

<https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>