

**ENDÜSTRİ 4.0'DAN ENDÜSTRİ 5.0'A GEÇİŞ SÜRECİNE GENEL BAKIŞ**  
**OVERVIEW OF THE TRANSITION FROM INDUSTRY 4.0 TO INDUSTRY 5.0**

**Dr. Öğr. Üyesi Benan YÜCEBALKAN**  
Kocaeli Üniversitesi

**Özet**

Endüstri 4.0 kavramı; Endüstri 1.0, Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 olarak adlandırılan farklı endüstriyel paradigmalardan geçmiştir. Yakın zamanda ise nesnelerin interneti alanındaki üstel gelişmeler Endüstri 4.0'ı doğurmuştur. Endüstri 4.0'a paralel olarak Endüstri 5.0 paradigması da gelişmektedir. Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinden yola çıkan ve literatür tarama yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmanın amacı, süreçte zihinlere takılan soruları aralamaya çalışmak ve yeni sorulara kapı açmaktır. Önceki endüstriyel dönüşümlerden neler öğrenildi ve bu deneyimler Endüstri 5.0'a geçişi kolaylaştırmaya yardımcı olacak mıdır? Ya da bir endüstriyel paradigmadan diğerine geçiş yıkıcı, acımasız ve sosyal açıdan üzücü mü olacaktır? Çalışmanın sonunda beşinci endüstriyel paradigmanın ya da sanayi devriminin insanlık için faydalar yanında zorluklar da getireceği; otomasyonun işgücünün dinamiklerini giderek daha fazla değiştireceği; muhtemelen işlerin robotik teknolojisi bağlamında "otomasyona yüksek oranda maruz kalma" veya "otomasyona daha az maruz kalma" olarak sınıflandırılacağı; insan-robot işbirliğindeki otomatikleştirilmiş bir ortamda oluşturulan yeni çalışma türünün, çoğunluğun erişemeyeceği çok gelişmiş beceriler gerektireceği; oluşacak gelir eşitsizliğinin, gelecekte dünya çapında bir krize dönüşebileceği; ayrıca mevcut çevrimiçi güvenlik tekniklerinin yetersiz kalacağı ve bu hızlı değişime uyum sağlayabilmek için uluslararası yasaların, düzenlemelerin ve yönetimin/yönetişimin yeniden keşfedilmesinin gerekliliği öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstriyel paradigmlar, Endüstri 4.0, Endüstri 5.0.

**Abstract**

Industry 4.0 concept has gone through different industrial paradigms called Industry 1.0, Industry 2.0 and Industry 3.0. Recently, exponential developments in the internet of things caused Industry 4.0. In parallel with Industry 4.0, the Industry 5.0 paradigm is also developing. The aim of the study, which is based on the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 and is carried out with the literature scanning method, is to try to find the questions that are stuck in the minds and to open the door to new questions. What has been learned from previous industrial transformations and will these experiences help facilitate the transition to Industry 5.0? Or will the transition from one industrial paradigm to another be devastating, brutal, and socially distressing? At the end of the study, it is stated that the fifth industrial paradigm or industrial revolution will bring difficulties as well as benefits for humanity. It was predicted that automation will increasingly change the dynamics of the workforce, jobs will classify as "high exposure to automation" or "less exposure to automation" in the context of robotics technology, the new type of work created in an automated environment of human-robot collaboration will require highly advanced skills that are beyond the reach of the majority, income inequality that will occur may turn into a worldwide crisis in the future as well as,

existing online security techniques would be insufficient and international laws, regulations, management/governance should be rediscovered in order to adapt to this rapid change.

**Keywords:** Industrial paradigms, Industry 4.0, Industry 5.0.

## GİRİŞ

Endüstri 4.0 kavramı; Endüstri 1.0 (18. ve 19. yy. boyunca, sanayi ve tarımda insanın fiziksel emeğine odaklı), Endüstri 2.0 (19. yy.'ın sonundan 1980'lere kadar elektriksel ve mekanik teknolojik gelişmeler ile karakterize edilen) ve Endüstri 3.0 (1980'den 2000'e, analogdan dijital geçiş, modüler ürünler ve azaltılmış ürün yaşam döngüleri ile karakterize edilen) olarak adlandırılan farklı endüstriyel paradigmalardan geçmiştir. Yakın zamanda ise, IoT (nesnelerin interneti) alanındaki üstel gelişmeler Endüstri 4.0'ı (2000'den bugüne, IoT, büyük veri, elektrikli araçlar, 3D baskı, bulut bilgi işlem ve yapay zekâ ile karakterize edilen) doğurmuştur. Endüstri 4.0'a paralel olarak Endüstri 5.0 (2016'dan itibaren, dijital akıllı toplum, sanal ve fiziksel alanların entegrasyonu, IoT, robotlar, artırılmış gerçeklik, inovasyon ekosistemi, beyin-makine ara yüzü ve teknolojinin insan merkezliliği ile karakterize edilen) paradigması da gelişmektedir (Aslam, vd., 2020:8).

Endüstriyel paradigmalardan özeti, dönemleri ve özellikleri aşağıda yer alan Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a Evrim  
**Table 1:** Evolution from Industry 1.0 to Industry 5.0

Paradigma	Zaman Dilimi	Karakteristik	Açıklama
1.0	1780	Mekanizasyon	Su ve buharla güçlendirilmiş makinelerle dayalı endüstriyel üretim
2.0	1870	Elektrifikasyon	Montaj hatlarını kullanarak seri üretim
3.0	1970	Otomasyon	Elektronik ve bilgisayar kullanarak otomasyon
3.5	1980	Küreselleşme	Düşük maliyetli ekonomilere offshoring üretimi
4.0	Bugün	Dijitalleşme	Süreçleri daha da otomatikleştirmek için bağlı cihazlar, veri analizleri ve yapay zekâ teknolojilerine giriş
5.0	Gelecek	Kişiselleştirme	İnsan zekâsı bilişsel bilgi işlem ile uyum içinde çalıştığından, insan/kullanıcı merkezli ürün ve hizmetlerle sonuçlanan insan ve makine arasındaki işbirliği

Kaynak: Aslam vd., 2020:9.

Yukarıda genel hatlarıyla tanımlanan endüstriyel paradigmalardan kapsamında yer alan Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş süreci, "dijital üretimden dijital topluma geçiş" olarak ifade bulunmaktadır ve 2020-2025 arasında gerçekleşmesi beklenen esas kazanımların ilk evresi olduğu belirtilmektedir. Endüstri 5.0'a tam geçişin ise, bu evrenin ardından gelmesi beklenmektedir. Yapay zekânın insanlarla birlikte hayata nüfuz etmesini ve insan-robot işbirliği ile insan kaynaklarının kapasitesini artırmayı hedefleyen bu yeni dönem, insanı hak ettiği yerine yerleştireceğini, evrenin merkezinde konumlandıracağını ileri sürmektedir.

Bu kavram ve olgulardan yola çıkan ve literatür tarama yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmanın amacı, Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinde zihinlere takılan soruları aralamaya çalışmak ve yeni sorulara kapı açmaktır. Önceki endüstriyel dönüşümlerden neler öğrenildi ve bu deneyimler Endüstri 5.0'a geçişi kolaylaştırmaya yardımcı olacak mıdır? Ya

da bir endüstriyel paradigmadan diğerine geçiş yıkıcı, acımasız ve sosyal açıdan üzücü mü olacaktır?

#### ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 için, “İş ortamının artan dijitalleşmesi için bir temel sağlayan ve bağlantılı teknolojik ilerlemeler grubunu tanımlamak için kullanılan bir şemsiye terim” ifadesi kullanılabilir. Bu ifade McKinsey’in Endüstri 4.0 için yaptığı, “İmalât sektörünün dijitalleşmesinde dört kırılmaya yol açan bir evre: Veri hacimlerindeki, hesaplama gücündeki ve bağlantılardaki şaşırtıcı artış, özellikle yeni düşük güçlü geniş alanlı ağlarda; analitik zekâ ve iş zekâsı yeteneklerinin ortaya çıkışı; dokunmatik ara yüzler ve artırılmış gerçeklik sistemleri gibi yeni insan-makine etkileşimi biçimleri; gelişmiş robotik ve 3-D baskı gibi dijital bilginin fiziksel dünyaya aktarılmasında iyileştirmeler” biçimindeki tanımıyla da tutarlı olacaktır (Skobelev & Borovik, 2017:307).

Literatürde Endüstri 4.0, “endüstriyel ve iş ortamlarının dijitalleşme düzeyini artırmak için temel oluşturan ilgili teknolojik gelişmeleri tanımlamak için kullanılan bir kavram” olarak ifade bulunmaktadır. Ancak Endüstri 4.0’ın gelişiminden söz ederken, dört temel bileşen ayırt edilmektedir; siber-fiziksel sistemler (Cyber-Physical Systems [CPS]), nesnelere interneti (Internet of Things [IoT]), hizmetlerin interneti (Internet of Services [IoS]), akıllı fabrika ve yanı sıra altı temel eklemeli teknoloji; 3 boyutlu baskı (3D printing), nesnelere endüstriyel interneti (Industrial Internet of Things [IIoT]), büyük veri (big data), yapay zekâ (Artificial Intelligence [AI]), işbirlikçi robot (Collaborative Robot [CoBot]) ve sanal gerçeklik (virtual reality). Dikkat çekilmesi gereken nokta, Endüstri 4.0’ın, bunların uygulanmasının teknik yönlerine odaklandığıdır. İnsanların zihinsel, yaratıcı ve istemli yetenekleri bu paradigmanın kapsamında değildir (Martynov, vd., 2019:539).

Günümüz dijitalleşme çağında teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte Endüstri 4.0, teknoloji alanında çeşitli sektörlerde araştırma ve geliştirmeye referans olan bir terminoloji haline gelmiştir. Birçok sektör yapay zekâ, büyük veri, robotik, otomasyon, makine öğrenimi ve nesnelere internetini kullanan dijitalleşmeye girmeye başlamıştır. Bu durum, yaşamı kolaylaştırmada daha iyi olanaklar ve kullanımlar sağlamak için insanlığı teknolojiyi geliştirmeye teşvik etmeyi sürdürmektedir. Aşağıdaki Tablo 2’de Endüstri 4.0’ın işletmelere sağladığı faydalar yer almaktadır.

**Tablo 2:** Endüstri 4.0’ın İşletmelere Faydaları

**Table 2:** Benefits of Industry 4.0 to Businesses

Faydalar	Açıklama
Verimlilik	Ekonomik faaliyetlere daha az insan dahil oluyor çünkü daha hızlı karar verme süreçlerini ve yüksek verimliliği sağlayan otomasyon daha fazla kullanılıyor. Otomasyon ayrıca yüksek kaliteyi koruma ve üretim sorunlarını azaltma eğiliminde.
Çeviklik	Yüksek standardizasyon ve küçük üretim miktarı odaklı Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde yüksek esneklik sağlıyor.
İnovasyon	Endüstriyel 4.0 üretim hattı, karışık malzemelerle ve düşük hacimlerde üretimi uygun kıldığından, bu durum yeni ürün tanıtımları ve tasarım deneyimlerine uygunluk sağlıyor.
Müşteri servisi	Müşteri ihtiyaçları üzerine hassas ve uygun bilgilere sahip olduğundan, müşterilere ürün ve hizmetler zamanında teslim edilebiliyor.
Maliyet azaltma	Geçiş için yapılan ilk yatırımdan sonra maliyetler düşüyor. Daha az kalite sorunu; daha az malzeme israfı, daha az personel ve daha düşük işletme maliyetleri sonucunu doğuruyor.

Rekabet Avantajı	Daha iyi kalite, daha düşük maliyetler ve müşterilere hizmet etme yeteneği, Endüstri 4.0'ı günümüz müşterilerinin tedarikçisi olmak için öne çıkarıyor. Bu aynı zamanda müşteriye özel pazarlama, ürün sunma ve hizmetlerle daha büyük bir pazara hitap etmenin yolunu açıyor.
------------------	--

Kaynak: Kurniawan, vd., 2019:156.

Yukarıda yer alan Tablo 2'de de açıklandığı üzere, Endüstri 4.0'la birlikte verimlilik ve üretim maliyetlerinde düşüşler kaydedilmektedir. Ortalama maliyet düşüşleri şöyledir (Nahavandi, 2029:2):

- Üretim maliyeti: %10-30
- Lojistik maliyeti: %10-30
- Kalite yönetimi maliyeti: %10-20

Bu faydaların yanı sıra Endüstri 4.0, aşağıda sıralanan dramatik değişimlere de yol açmaktadır (Doyle Kent & Kopacek, 2019):

- İşgücünde yeni beceriler ve yapılar ihtiyacı
- Şirket içindeki tüm fonksiyonlarda, müşterilerle ve tedarikçilerle daha fazla işbirliği gerekliliği
- Katlanarak artan gelişmiş siber güvenlik ihtiyacı
- Yatırım ihtiyaçlarının artışı

Diğer yanda, Endüstri 4.0 uygulamasındaki başlıca aksaklıklar da şöyle sıralanabilir (Mekunnel, 2019:17):

- Endüstri 4.0 tam olarak uygulandığında, birçok eğitimsizin veya eğitimsiz işçinin işsiz kalacak olması
- Endüstri 4.0'ı uygulamak için yüksek vasıflı fabrika mühendislerine ihtiyaç duyulması, bu nedenle yüksek eğitimli insan ihtiyacı
- BT (IT) güvenlik sorunları: Endüstri 4.0 büyük ölçüde BT'ye bağlı olduğundan, BT güvenliğini verimli bir şekilde korumanın önemliliği
- BT hatalarından korkma: BT'nin ani ve geçici arızalanma olasılığından dolayı önemli, gizli süreçlerin deforme hale gelebilirliği
- Endüstri 4.0 standartlarına göre istikrar ve genel performans düzeyinde makineden makineye iletişimde güvenilirlik sorunları

## ENDÜSTRİ 5.0

“Endüstri 5.0” terimi ilk olarak 1 Aralık 2015 tarihinde Michael Rada'nın LinkedIn sosyal ağına atıfla yayımlanan “From virtual to physical” başlıklı makalesinde tanıtılmıştır. Endüstri 5.0, sinerjik bir ortamda makineler ile insan emeğinin verimli kullanılmasını ifade etmektedir (Goicoechea, A., Architectures and Digital Administration, Planning, Design and Assessment, 2007'den aktaran; Martynov, vd., 2019:539-540). En iyi performans için makineleri ve sistemleri tam olarak kullanmayı hedefleyen Endüstri 4.0 ile karşılaştırıldığında Endüstri 5.0, insan faktörünü geri getirmeyi ve insan ile makinenin uyum içinde işbirliği yapabileceği bir ortam yaratmayı hedeflemektedir. Universal Robots teknoloji baş sorumlusu ve kurucu ortağı Esben Østergaard (2018) “Enterprise IoT In-sight”ta yayımlanan bir makalesinde Endüstri 5.0'ı şöyle tanımlamıştır: “Endüstri 5.0 fabrikayı, işçiler ve müşterileri için daha kişiselleştirilmiş ve insani bir deneyim yaratmak amacıyla yaratıcı insanların gelişebileceği bir yer haline getirecek.” (Haaga, 2019:12-13).

Selefi teknoloji Endüstri 4.0'ın geliştirilmesiyle ortaya çıkan ve Endüstri 4.0'ın doğal bir evrimi olan Endüstri 5.0, küçük ve orta ölçekli firmaların çoğuna yön vermeyi hedeflemektedir. Üretime ek bir değer katma nihai amacı ile Endüstri 5.0, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayabilen kişiselleştirilmiş ürünler yaratmak için makineler ve insanlar arasındaki işbirliğine büyük önem vermektedir (Haaga, 2019:7).

Endüstri 5.0 için iki vizyon ortaya çıktığı ileri sürülebilir. İlki “insan-robot ortak çalışması”dır. Bu vizyonda robot ve insanlar olanaklı olan her yerde birlikte çalışacaktır. İnsanlar yaratıcılık gerektiren görevlere odaklanacak ve gerisini robotlar halledecektir. Endüstri 5.0 için bir diğer vizyon ise “biyoekonomi”dir. Endüstriyel amaçlar için biyolojik kaynakların akıllıca kullanılması ekoloji, endüstri ve ekonomi arasında bir denge kurmaya yardımcı olacaktır. Avrupa Komisyonu'na göre biyoekonomi, “Yenilenebilir biyolojik kaynakların üretimi ve bu kaynakların ve atık akışlarının gıda, yem, biyo-temelli ürünler ve biyoenerji gibi katma değerli ürünlere dönüştürülmesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım bağlamında biyoekonomi tarım, ormancılık, balıkçılık, gıda, kağıt hamuru ve kağıt üretiminin yanı sıra kimyasal, biyoteknolojik ve enerji endüstrilerinin bölümlerini de içermektedir. Ayrıca birçok bilim dalı (yaşam bilimleri, tarım bilimleri, ekoloji, gıda bilimleri ve sosyal bilimler) ile kolaylaştırıcı ve endüstriyel teknolojiler (biyoteknoloji, nanoteknoloji, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), mühendislik) de biyoekonomi alanı kapsamındadır (Demir, vd., 2019:690).

Aşağıda yer alan Tablo 3, Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0 vizyonlarının bir karşılaştırmasını sunmaktadır.

**Tablo3:** Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0 Vizyonlarının Karşılaştırması

**Table 3:** Comparison of Industry 4.0 and Industry 5.0 Visions

	<b>Endüstri 4.0</b>	<b>Endüstri 5.0 (Vizyon 1)</b>	<b>Endüstri 5.0 (Vizyon 2)</b>
<b>Slogan</b>	Akıllı üretim	İnsan-robot ortak çalışması	Biyoekonomi
<b>Motivasyon</b>	Seri üretim	Akıllı toplum	Sürdürülebilirlik
<b>Güç Kaynağı</b>	Elektrik gücü Fosil bazlı yakıtlar Yenilenebilir güç kaynakları	Elektrik gücü Yenilenebilir güç kaynakları	Elektrik gücü Yenilenebilir güç kaynakları
<b>Dahil Teknolojiler</b>	Nesnelerin interneti Bulut bilişim Büyük veri Robotik ve yapay zekâ	İnsan-robot işbirliği Yenilenebilir kaynaklar	Sürdürülebilir tarım Üretim Biyonik Yenilenebilir kaynaklar
<b>Dahil Araştırma Alanları</b>	Örgütsel araştırma Süreç iyileştirme ve yenilikçilik İş İdaresi	Akıllı ortamlar Örgütsel araştırma Süreç iyileştirme ve yenilikçilik İş İdaresi	Tarım Biyoloji Atık önleme Süreç iyileştirme ve yenilikçilik İş idaresi Ekonomi

Kaynak: Demir, vd., 2019:690.

Endüstri 5.0 ile ilgili geliştirilen vizyonların, kullanımındaki teknoloji türünden ötürü, önceki endüstriyel paradigmalara göre daha hızlı, daha ölçekli ve daha fazla insanı ilgilendiren bir yapıda olduğu ileri sürülmektedir. Literatürde bunun, gelişmiş entegrasyonla daha gelişmiş insan-makine ara yüzleri, insan beyninin gücü ve yaratıcılığıyla eşleştirilmiş robotların daha iyi otomasyonunun vereceği itme ile gerçekleşeceği; üretkenliğin artacağı; ayrıca söz konusu

verimli sinerjiden, ekonomi, ekoloji ve sosyal dünyanın etkileneceği ifade edilmektedir. Ayrıca, bu etkilere endüstriyel geri dönüşümde uygulanan bir atık önleme perspektifi eşlik etmektedir (Paschek, vd., 2019:128):

- Fiziksel atık: Genel çöpler ile üretim hatları ve lojistiğin çöpleri
- Kentsel atık: Boş alanlar, yetersiz altyapı
- İşlem atığı: Aşırı üretim, stok fazlası, yollardaki boş kamyonlar
- Sosyal atık: Çalışmaya istekli olmayan kişiler ile çalışmaya istekli ancak fırsatı olmayan kişiler

Endüstri 5.0, üretilecek her gerçek ürünün kişisel müşteri ihtiyaçlarına dayalı olmasını hedeflemektedir. Bu bağlamda nihai ürün, “kişiselleştirme” olarak bilinen kişisel ihtiyaçlara göre birey için tasarlanacaktır. Ürünler, dijital ihtiyaçları dikkate alarak ve radikal yeni üretim teknikleri ve malzemeleri kullanılarak çevik bir şekilde üretilecektir. Bu ürünler, bazı durumlarda insan zihninin veya vücudunun bir uzantısı olabilir ve bu da yeni radikal etik protokollerin uygulamaya konulmasını gerektirebilir. Bu, üretimin sadece çevik ve yalın değil, otomatik, dijital ve veri odaklı olacağı anlamına gelmektedir. Yüksek kaliteli ürünler daha uygun fiyatlarla sunulacak ve tedarik zinciri üretimi desteklemek için optimize edilmiş olacaktır (Doyle Kent & Kopacek, 2019). Bu haliyle Endüstri 5.0, bilgisayar bilimcileri, tasarımcıları, endüstri mühendislerini ve filozoflarla hukuk uzmanlarını, sonradan düşünmek yerine başlangıçta insan değerleri için tasarlanabilecek teknolojilerin araçlarına odaklanmaya yönelmektedir (Longo, vd., 2020:2).

Endüstri 5.0 yalnızca üretimle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda sosyal sorunları da teknoloji yardımıyla çözmeyi hedeflediğinden, Skobelev ve Borovik Endüstri 5.0’ı “Toplum 5.0” olarak adlandırmıştır. Çünkü temelde Endüstri 4.0’ın altı ana bölümünü oluşturan teknoloji; ortak yaşamda, imalat endüstrisinde, sağlık endüstrisinde ve her biri için faydaların ve rahatlığın vurgulanacağı diğer faaliyetlerde aktif olarak kullanılacaktır. Endüstri 5.0’ın topluma getireceği faydalar inkâr edilemez olsa da, getirebileceği sakıncalar, zorluklar ve riskler hakkında tartışmalar mevcuttur. Michael Rada (2018) tarafından yapılan bir araştırmaya ve S. Nahvandi tarafından yapılan bir diğer araştırmaya göre, çeşitli zorluklar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Haaga, 2019:13-14):

- Teknolojik gelişme ile toplum arasındaki farklılıkların yanı sıra halk ve iş piyasası / ortamındaki değişimin sonucu ortaya çıkacak yasal sorunlar
- Toplum ve çalışma ortamındaki değişimler nedeniyle yaşlı ve genç sayısı arasındaki orantısızlıkta değişimler
- Aşırı üretimi önlemek için sistemi kontrol etme ihtiyacı
- Yeni implante etme yöntemleri sayesinde proseslerde ve endüstrilerde implantasyon teknolojisinin belirliliğini azaltmak
- Teknolojinin yanlış amaçlar doğrultusunda kullanılması (ki gelecekte teknolojinin gelişmesiyle birlikte bunu yapmak daha kolay olacaktır)
- BT ve elektrige bağımlılık
- Paydaşlar ve üst kademe üyelerin değişmeye istekli olmaması

Diğer yanda Endüstri 5.0, “robot” kelimesinin de tanımını değiştirecektir. Robotlar, yalnızca tekrar eden görevleri yerine getirebilen programlanabilir bir makine olmayacak, aynı zamanda bazı senaryolar için insana benzer ideal bir arkadaşa dönüşecektir. İnsan dokunuşuyla

robotik üretimler sunan Endüstri 5.0, ne yapılacağını zaten bilen veya çabucak öğrenecek olan ve genellikle “cobot” olarak adlandırılan yeni nesil robotu tanıtacaktır. Bu işbirlikçi robotlar, insan varlığının farkında olacak; bu nedenle, güvenlik ve risk kriterlerine dikkat edeceklerdir. Sadece insanı değil, aynı zamanda bir insan olan operatörün hedeflerini ve beklentilerini de fark edebilecek, anlayabilecek ve hissedebileceklerdir. Tıpkı bir çırak gibi, cobot’lar bir bireyin bir görevi nasıl yerine getirdiğini izleyip öğrenecekler ve bir kez öğrendikten sonra, istenen görevleri insan operatörlerin yaptığı gibi yerine getireceklerdir. Böylelikle insan, cobot’larla birlikte çalışırken farklı bir tatmin duygusu yaşayacaktır (Nahavandi, 2029:3). Bu nedenle, beşinci sanayi devriminin öğrenme işlevi tarafından tetikleneceği ve öğrenme işlevine sahip her türlü makinenin sürekli ortaya çıkarak Endüstri 5.0’a liderlik edeceği söylenebilir (Han, vd., 2017:1).

Endüstri 5.0’la birlikte sözlüklere giren yeni bir terim, “coopetition”dır. Coopetition, inovasyon ve rekabet konusunda uzman olan Francisco Jaime Quesado’ya ait, bu yeni çağın ayırt edici özelliği olan insanlar ve robotlar arasındaki rekabet ve işbirliğinin bir kombinasyonunu temsil etmektedir. Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesi’nin (European Economic and Social Committee [EESC]) Endüstriyel Değişim Danışma Komisyonu tarafından 22 Kasım 2019’da düzenlenen Endüstri 5.0 Konferansı’nda kullanılmıştır (Ungureanu, 2020:79-80).

Bölümün son sözü olarak, Endüstri 5.0’da yönetime değinmek yerinde olacaktır. Endüstri Yönetimi 5.0’ın temel amacı, yönetimin yönetsel yönünü, yönetimin teknolojik yönünü ve ekonomik faaliyetin insani yönünü kapsayan geniş bir bağlamda insan faaliyetlerine yönelik holistik, birleşik bir çevre ortamı yaratmaktır (Bryndin, 2020:25).

### **ENDÜSTRİ 4.0’DAN ENDÜSTRİ 5.0’A GEÇİŞ SÜRECİ**

Yukarıdaki bölümlerde açıklandığı üzere Endüstri 4.0 ile Endüstri 5.0 arasındaki temel fark, insanlara kendilerini kişiselleştirilmiş ürünler ve hizmetler şeklinde ifade etme gücü veren artan insan-makine etkileşimidir. Endüstri 5.0, müşterilere her zamankinden daha fazla özelleştirilmiş ürün ve hizmetler sunmaktadır ve bu, insanların ürün ve hizmetlerin tasarlanmasına artan katılımı ile mümkün olabilecektir (Aslam, vd., 2020:8).

Geçiş süreci yönetsel açıdan ele alındığında, Seppo Leminen ve Mika Westerlund, IoT ve Endüstri 5.0 için iş ve müşteri ihtiyaçları arasında, açıklık ve gizlilik arasında denge kurabilecek bir inovasyon yönetimi çerçevesinin gerekliliğine vurgu yapmaktadırlar. Daha kapsamlı olarak, Endüstri 5.0’dan mümkün olan maksimum faydayı elde etmek için IoT, yapay zekâ, büyük veri ve insan/kullanıcı merkezli olmayı dikkate alan yeni bir inovasyon yönetimi çerçevesi gereklidir. Çünkü gerçekte, IoT’nin yaygın kullanımı ve uygulanabilirliği yeni bir ekosisteme, yani Endüstri 5.0’a şekil vermektedir. Ayrıca Endüstri 4.0’ın odak noktasının yalnızca artan üretim sürecini iyileştirmek olduğu dikkate alındığında, Endüstri 5.0’ın Endüstri 4.0’a kıyasla daha insan merkezli olduğu söylenebilir (Aslam, vd., 2020:2).

Geçiş süreci etik açıdan ele alındığında, kuruluşların artan bir insan-makine işbirliği düzeyine tanık olacakları, gelecekteki endüstriyel sistemler mühendisliği alanında teknolojinin insanlar üzerindeki etkisine ilişkin giderek daha fazla etik sorular ve endişelerin ortaya çıkacağı öngörülebilir. Tıpkı etiğin, insanın kendi çıkarını ve toplumun iyiliğini dengede tutmak için kendi kendini yöneten bir sistem olarak hareket etmesi gibi, Endüstri 5.0’da da insanlar ve siber-fiziksel dünya arasında simbiyotik bir ilişkiyi beslemesi beklenmektedir. İnsan-robot

ortak çalışma sorunları, psikolojik sorunlar, sosyal etkileşim eksikliği, öğrenen robotlara karşı şüphelik, azalan insan işgücü ve insan-robot rekabeti etik kaygılara örnek verilebilir (Longo, vd., 2020:4).

Diğer yanda Endüstri 5.0'in analizi, gerçek dünya ile sanal dünya arasındaki engelleri yıkacak olduğunu göstermekle birlikte, ne getireceği ve işleri ayrıntılı olarak nasıl sekteye uğratacağı konusunda çok fazla belirsizlik de içermektedir (Scanlon, 2018).

Doyle Kent ve Kopacek (2019)'in bu belirsizliklere yönelik hazırladıkları soru seti aşağıda yer almaktadır.

• İnsanların, insan sermayesini optimize eden geleceğin son derece otomatikleştirilmiş işyerinde bir yer edinmesi nasıl sağlanır?

• Geleneksel eğitim kurumları ve sorumluları yeni becerileri sağlayabilir mi? Çalışanın işi gelecekte nasıl daha ilginç ve tatmin edici hale gelebilir?

• Çalışanın çalışma alanı, onu kuşatan yeni teknolojiler eşliğinde güvenli ve rahat olabilir mi?

• İşyerinde eşitsizliğin yükselişi nasıl ele alınabilir?

• Gelecekte ücretler üretkenlikle nasıl aynı çizgide kalabilir?

• İnsanların bu yeni ortamda gereksiz hale getirilmemesi nasıl sağlanabilir?

• Üretimde en yeni ve optimize edilmiş teknolojilerin kullanılmasını sağlamak için optimize edilmiş kararlar nasıl alınabilir?

• Müşteri optimize edilmiş kalite, maliyet ve teslimat talep ettiğinde, bu bir fabrikada nasıl sağlanabilir?

• Müşteriye kişiselleştirilmiş ve çevre dostu bir ürün nasıl garanti edilebilir?

• Fabrika, kendileri için belirlenen sürdürülebilir çevresel hedefleri karşılamak için endişelenir mi?

• Şirket, çevresel ayak izini sürekli olarak nasıl iyileştirebilir?

• Yeni ve gelecekteki teknolojilerde yönetişimin eşitlikçi bir toplumun ihtiyaçlarını karşılaması nasıl sağlanır?

• Gelecekte karar vermede ahlaki sorumluluk sağlayan ahlaki ve etik standartlar, mühendislik eğitiminin ve çalışma kariyerinin bir parçası olabilir mi?

Sonuç olarak, insan merkezli Endüstri 5.0 paradigması teknoloji merkezli Endüstri 4.0 paradigmasından farklı olsa da, Endüstri 5.0'ı daha geniş bir perspektiften algılamak için, teknolojik yakınsama sürecinde bir çalışan olarak insan faktörünün karşılaştığı ya da karşılaşacağı tüm sorunları tanımak ya da öngörmek gerekmektedir. Endüstri 5.0, sektörlerde yeni bir devrim yaratacağından, toplumlarda da köklü değişikliklere yol açacaktır. Bu süreçte pek çok ülkenin karşı karşıya kaldığı ya da kalacağı en büyük sorun, hem eğitimsiz hem de eğitilmiş insanları etkileyen/etkileyecek olan işsizliktir. Sektörlerdeki otomasyon nedeniyle birçok insan işini kaybedecektir. İşsizlik de beraberinde çok sayıda toplumsal sorunu getirecektir.

## SONUÇ

İçinde bulunulan zaman diliminde endüstri, gerçek şeylerin fiziksel dünyasını “sanal kopyalarına” dönüştürmektedir. Bu dönüşüm, Endüstri 4.0'ın önemli bir unsurudur. Ayrıca son kullanıcıların satın alınan ürünlerin kişiselleştirilmesine yönelik ihtiyaçları nedeniyle ve yapay

zekânın insan yaşamına girmesiyle Endüstri 5.0 de giderek popüler hale gelen bir kavram olmuştur. Ancak çalışmanın sonunda beşinci endüstriyel paradigmanın ya da beşinci sanayi devriminin insanlık için zorluklar getireceği söylenebilir. Otomasyon, işgücünün dinamiklerini giderek daha fazla değiştirecektir. Muhtemelen işler, robotik teknolojisi bağlamında “otomasyona yüksek oranda maruz kalma” veya “otomasyona daha az maruz kalma” olarak sınıflandırılacaktır. İnsan-robot işbirliğindeki otomatikleştirilmiş bir ortamda oluşturulan yeni çalışma türü, çoğunluğun erişemeyeceği çok gelişmiş beceriler gerektirecektir. Oluşacak gelir eşitsizliği, gelecekte dünya çapında bir krize dönüşebilecektir. Ayrıca mevcut çevrimiçi güvenlik teknikleri yetersiz kalacaktır. Çalışmanın bütününde ifade edilen hızlı değişime uyum sağlayabilmek için de, uluslararası yasaların, düzenlemelerin ve yönetimin/yönetişimin yeniden keşfedilmesi gerekecektir.

### KAYNAKÇA

Aslam, F., Aimin, W., Li, M. & Rehman, K.U. (2020). Innovation in the Era of IoT and Industry 5.0: Absolute Innovation Management (AIM) Framework. *Information*, 11 (124): 1-24.

Bryndin, E. (2020). Formation and Management of Industry 5.0 by Systems with Artificial Intelligence and Technological Singularity. *American Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 5 (2): 24-30.

Demir, K.A., Döven, G. & Sezen, B. (2019). Industry 5.0 and Human-Robot Co-working. *Procedia Computer Science*, 158: 688-695.

Doyle Kent, M. & Kopacek, P. (2019). Industry 5.0: Is the Manufacturing Industry on the Cusp of a New Revolution? Erişim: [https://www.researchgate.net/publication/336819748\\_Industry\\_50\\_Is\\_the\\_Manufacturing\\_Industry\\_on\\_the\\_Cusp\\_of\\_a\\_New\\_Revolution](https://www.researchgate.net/publication/336819748_Industry_50_Is_the_Manufacturing_Industry_on_the_Cusp_of_a_New_Revolution), (Erişim Tarihi: 14.11.2020).

Haaga, H. (2019). The influence of ICT on the accommodation industry in the upcoming industry 5.0. Yayımlanmamış Master Tezi.

Han, J., Wu, S. & Zhang, X. (2017). Artificial Intelligence and Industry 5.0. *Artificial Intelligence and Robotics Research*, 6 (4): 135-140.

Kurniawan, A., Komara, B.D. & Setiawan, H.C.B. (2019). Preparation and Challenges of Industry 5.0 for Small and Medium Enterprises in Indonesia. *Economics and Business*, 2 (2): 155-160.

Longo, F., Padovano, A. & Umbrello, S. (2020). Value-Oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: A Human-Centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Applied Science*, 10 (4182): 1-25.

Martynov, V.V., Shavaleeva, D.N. & Zaytseva, A.A. (2019). Information Technology as the Basis for Transformation into a Digital Society and Industry 5.0. Erişim: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8928305>, (Erişim Tarihi: 14.11.2020).

Mekkunnel, F. (2019). Industry 5.0: Man-Machine Revolution. Yayımlanmamış Master Tezi. TU Wien Continuing Education CCenter, Viyana.

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0-A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11 (4371): 1-13.

Paschek, D., Mocan, A. & Draghici, A. (2019). Industry 5.0 – The Expected Impact of Next Industrial Revolution. Thriving on Future Education, Industry, Business and Society;

Management, Knowledge and Learning International Conference; Technology, Innovation and Industrial Management, 15-17 May 2019, Piran, Slovenia.

Scanlon, S. (2018). Now prepare for the 5<sup>th</sup> Industrial Revolution. Erişim: <https://gadget.co.za/now-prepare-for-the-5th-industrial-revolution/>, (Erişim Tarihi: 14.11.2020).

Skobelev, P.O. & Borovik, S.Y. (2017). On the Way from Industry 4.0 to Industry 5.0: From Digital Manufacturing to Digital Society. *International Scientific Journal "Industry 4.0"*, 2 (6): 307-311.

Ungureanu, A.V. (2020). The Transition from Industry 4.0 to Industry 5.0. The 4Cs of the Global Economic Change. The 16<sup>th</sup> Economic International Conference New Challenges and Opportunities for the Economy 4.0, 7-8 May 2020, Suceava, Romania.