

## Endüstri 4.0 ve Dijital Liderlik

Mehmet Aytekin<sup>1</sup>

Bünyamin Çelebi<sup>2</sup>

### Özet

Nesnelerin interneti, yapay zeka, siber fiziksel sistemler ve büyük veri gibi teknolojilerin iş süreçlerine entegre edildiği Endüstri 4.0 döneminde, üretim ve hizmet sektörlerinde köklü değişiklikler yaşanmaktadır. Diğer bir ifadeyle daha verimli, esnek ve özelleştirilmiş üretim süreçlerine karşılık gelen Endüstri 4.0 teknolojilerinin tetiklediği dijital dönüşüm, işletmelerde yıkıcı değişimlere yol açan ve tüm iş süreçlerini etkileyen bir stratejik dönüşüm süreci olarak görülmektedir. Bu noktada liderlik olgusu da değişmekte ve Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan dönüşüm, geleneksel liderlik yaklaşımlarının ötesine geçilmesini ve dijital yetkinliklere sahip liderlerin ön plana çıkmasını gerektirmektedir. Nitekim günümüz iş dünyasında dijitalleşme ile ilgili birçok tartışmanın temelinde dijital dönüşüme yönelik liderlik olgusu yer almakta ve dijital liderlik kavramı ön plana çıkmaktadır. Dijital liderlik, dijital dönüşüm süreçlerini yönlendiren ve yenilikçi teknolojileri stratejik bir şekilde kullanarak organizasyonların değişen dijital dünyaya uyum sağlamasını ve rekabet edebilmesini sağlayan liderlik yaklaşımı olarak ifade edilmektedir. Bununla birlikte dijital liderler sadece teknolojiyi yönetmekle ilişkilendirilmemekte, aynı zamanda insan, süreç ve teknoloji arasındaki dengeyi kurarak sürekli öğrenme kültürünü teşvik etmektedir. Dolayısıyla Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolü oldukça önemlidir ve yeni dönemde başarılı olunması için dijital liderlerin sahip olması gereken özelliklerin açık bir şekilde belirlenmesi iş dünyası açısından değerli olacaktır. Bu kapsamda çalışmada detaylı bir literatür incelemesi yapılarak Endüstri 4.0 ve dijital liderlik kavramlarına yer verilmiş, sonrasında ise Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolüne değinilerek dijital liderlerin sahip olması gereken özellikler sıralanmıştır.

1 Doç. Dr., Gaziantep Üniversitesi, İşletme Bölümü, Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5464-0677, aytekin@gantep.edu.tr

2 Arş. Gör., Gaziantep Üniversitesi, İşletme Bölümü, Gaziantep, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2866-4357, bunyamincelebi@gantep.edu.tr

## 1. Giriş

Endüstri 4.0 kavramı, ilk olarak 2011 Hannover Fuarı'nda (Almanya) gündeme getirilerek akademik literatüre taşınmıştır. Bu kavramın ortaya çıkışı, tüketici taleplerindeki dinamik değişimlerin üretim süreçlerini dönüştürme ihtiyacını doğurması ve daha esnek üretim yöntemlerine olan talebi artırmasıyla yakından ilişkilidir (Ünlü ve Atik, 2018). Dördüncü sanayi devrimi, önceki sanayi devrimlerinden ayrılarak internet ve bilişim teknolojilerine yoğun bir şekilde odaklanmıştır (Gönen ve Rasgen, 2019). Bu devrimin temel amacı, teknolojik gelişmeleri üretim süreçlerine entegre ederek verimlilik, maliyet düşürme, hız ve yenilikçilik odaklı yeni bir üretim ve pazarlama paradigması oluşturmaktır. Endüstri 4.0, tüm üretim birimlerinin birbirleriyle etkileşim içinde olduğu ve devasa veri kütlelerine erişim sağlayarak hedeflenen üretim çıktularına ulaşmayı amaçlayan bir yaklaşımı temsil etmektedir (Soylu, 2018). Bu dönüşümün sonuçları henüz tam olarak öngörülemez de, akıllı fabrikaların geleneksel üretim tesislerinin yerini alması, robotların yaygın kullanımıyla fiziksel iş gücünün azalması, uzaktan çalışma modellerinin yaygınlaşması ve yeni işgücü becerilerine olan ihtiyacın artması gibi önemli değişimlere yol açacağı öngörülmektedir (Demiral, 2019).

Endüstri 4.0, önceki sanayi devrimlerinin üretim odaklı yaklaşımının ötesine geçerek, tüm işletme fonksiyonlarını kapsayan daha geniş bir dönüşümü ifade etmektedir (Soylu, 2018). Nitekim bu dönüşümün en büyük zorluğu, uygun teknolojileri bulmak ve uygulamak değil, kurum kültüründe dijitalleşmeye yönelik yeterliliğin ve becerilerin eksikliği olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, değişen iş dünyası ve teknolojik gelişmelerin liderlik çalışmalarında hızlı ve çeşitli değişimlere yol açmasının temel nedenlerinden biridir (Kremer, 1993). Rekabetin dijital dönüşüm üzerine inşa edildiği günümüz iş dünyasında, endüstriyel şirketlerin güçlü bir dijital kültüre sahip olmaları ve bu kültürü yönlendirecek liderlere ihtiyaç duymaları kaçınılmazdır (Oberer ve Erkollar, 2018). Başka bir deyişle, Endüstri 4.0'ın başarısında en kritik faktörlerden biri, dijital dönüşüm sürecinde yer alan, özellikle lider konumundaki bireylerin yetkinlikleri olarak öne çıkmaktadır (Burmeister vd., 2016).

Bir işletmenin Endüstri 4.0 standartlarına uygun hale getirilmesi süreci, liderlerin bu yeni çağa uyum sağlama becerilerine doğrudan bağlıdır (Chiarvesio ve Romanello, 2018). Bu bağlamda, dijital liderlik, Endüstri 4.0 çağının liderlik anlayışını tanımlamaktadır. Dijital liderler, kurumlarını hızla değişen sosyal ve dijital ekosistemlere uyum sağlamak amacıyla dijital dönüşüm süreçlerini yönlendiren kişilerdir (Nagel, 2020; Sreenivasulu,

2019). Günümüz işletmelerinin karmaşık, dinamik ve genellikle yapılandırılmamış ortamlarda faaliyet gösterdiği göz önüne alındığında, fiziksel, kültürel ve dijital düzenlemelerle çalışma hayatını basitleştiren dijital kurumlara dönüşme eğiliminde olması, dijital liderliğe olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (Dery vd., 2017). Dolayısıyla Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolü oldukça önemlidir ve yeni dönemde başarılı olunması için dijital liderlerin sahip olması gereken özelliklerin açık bir şekilde belirlenmesi, çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışmada detaylı bir literatür incelemesi yapılarak Endüstri 4.0 ve dijital liderlik kavramlarına yer verilmiş, sonrasında ise Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolüne değinilerek dijital liderlerin sahip olması gereken özellikler sıralanmıştır. Dijital liderlerin sahip olması gereken özelliklerin tespit edilmesi noktasında, ilgili toplam 58 çalışma detaylı bir şekilde incelenmiştir. Dijitalleşmenin, işletmelerin gelecekteki başarısı için itici güç olduğunu savunan bu çalışmada, dijital dönüşüme uyum sağlamadan sorumlu olan dijital liderlerin özelliklerinin belirlenmesi ile iş dünyasına ve literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

## 2. Dijital Gelecek: Endüstri 4.0

Sanayi devriminin başlaması, insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından biri olup, tarım devrimiyle benzer bir öneme sahiptir. Tarih boyunca değişim ve gelişim gösteren üretim yöntemleri (Tablo 1), 1760'larda başlayan ve Endüstri 1.0 olarak adlandırılan birinci sanayi devrimiyle birlikte farklı bir boyuta taşınmış, el emeği yerini buhar gücüyle çalışan makinelerle bırakmıştır. Bu dönemdeki teknolojik ilerlemelerle birlikte, toplumların kültürel ve demografik yapısında meydana gelen dönüşümler "küreselleşme" kavramının doğmasına zemin hazırlamış ve sermaye akışının küresel ölçekte serbestleşme hızını artırmıştır (Gönen ve Rasgen, 2019). 1870'lerde başlayan Endüstri 2.0 döneminde elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmış ve seri üretim yaygınlık kazanmıştır. Daha sonra 1960'lardan itibaren bilgisayar teknolojisinin öne çıkmasıyla birlikte, elektronik ve bilgi teknolojilerinin desteğiyle otomasyon düzeyi artırılmış ve Endüstri 3.0'a geçiş gerçekleştirilmiştir (Ötleş ve Özyurt, 2016: 91). Günümüzde ise, Endüstri 4.0 adıyla bilinen ve dördüncü sanayi devrimini ifade eden yeni bir dönemin varlığından söz edilmektedir (Göv ve Erdoğan, 2020: 300). Tüketici taleplerindeki değişimler, bu yeni dönemin şekillenmesinde etkili olmuş; buna bağlı olarak üretim yöntemlerinin yeniden yapılandırılmasını ve önceki dönemlere kıyasla daha esnek üretim süreçlerine geçilmesini gerektirmiştir (Ünlü ve Atik, 2018: 432).

*Tablo 1. Dördüncü Sanayi Devrimi Öncesi Gelişmeler*

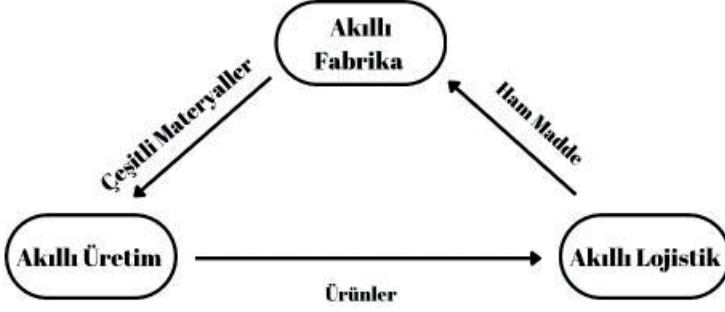
Endüstri Devrimleri	Tarihsel Dilim	Geliştirilen Enerji Türü	Kullanılan Üretim Metodu ve Gelişen Teknoloji
Endüstri 1.0	1760-1840 (18-19. Yüzyıl)	Buhar Kullanımı	Mekanik Üretim, İlk Makine Kullanımı
Endüstri 2.0	1870-1915 (19-20. Yüzyıl)	Petrol ve Elektrik	Seri Üretim Bandı, Telefon
Endüstri 3.0	1960-2010 (20-21. Yüzyıl)	Yenilenebilir Enerji	Dijitalizasyona Geçiş, Otomasyon Üretimleri, Bilgisayar

*Kaynak: Sürmen, 2019.*

Endüstri 4.0 kavramı, ilk kez 2011 yılında Almanya’da gerçekleştirilen Hannover Fuarı’nda gündeme getirilmiş ve ileri teknoloji stratejilerine dayanan yeni bir Alman ekonomi politikası yaklaşımının geliştirilmesine yönelik bir öneri olarak tanıtılmıştır (Mosconi, 2015; Lee, 2013). Literatür incelendiğinde Endüstri 4.0 için evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımın olmadığı ve akıllı üretim, dijitalleşme ve dijital üretim gibi terimlerin literatürde Endüstri 4.0’ın yerine kullanıldığı görülmektedir (Mittal vd., 2019). Dördüncü sanayi devrimi, makinelerle entegre edilen küçük sensörler ve yapay zeka desteğiyle internet ile üretim süreçleri arasındaki uyumu sağlayarak üretim otomasyonunu teşvik eden ve akıllı fabrikalar aracılığıyla üretkenliği artırmayı hedefleyen bir dönemi tanımlar (Schwab, 2016). Sürmen (2019), Endüstri 4.0’ı, yeni nesil teknolojilerin birbiriyle iletişim ve etkileşim halinde olduğu, akıllı fabrika modeline geçişle birlikte daha verimli, hızlı, düşük maliyetli ve esnek üretim süreçlerinin gerçekleştiği bir dönem olarak değerlendirmiştir. Aksoy (2017) ise, internet ve çip teknolojilerinin yaygınlaşması sonucu tüm varlıkların iletişim ve etkileşim içinde olduğu, akıllı üretimlerin gerçekleştirildiği ve siber fiziksel sistemlerin kullanıldığı bu dönemi Endüstri 4.0 olarak tanımlamaktadır.

Zhou ve diğerlerine (2016) göre Endüstri 4.0, üç temel bileşenin bir araya gelmesiyle şekillenmektedir: akıllı fabrika, akıllı üretim ve akıllı lojistik (Şekil 1). Kagermann (2015), akıllı fabrikanın dijital fabrikanın bir evrimi olduğunu belirterek, yüksek potansiyele sahip üretim sistemleri ve süreçlerinin yanı sıra, fabrika düzenindeki üretim tesisleri arasında ağ bağlantılarının sağlanmasının geleceğin akıllı altyapısının temel bir unsuru olduğuna dikkat çekmiştir. Akıllı üretim, yüksek teknolojiden yararlanılarak müşterilere özel ürünler sunma sürecini ifade ederken, akıllı lojistik ise internetin aktif kullanımıyla hem arz hem de talep tarafında lojistik süreçlerin sürdürülebilir bir şekilde optimize edilmesini amaçlamaktadır. Bu üç temel

unsur, koordinasyon ve karşılıklı işbirliği yoluyla Endüstri 4.0 üretim sistemini oluşturmaktadır (Anderl, 2014).



Şekil 1. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Kaynak: Zhou vd., 2016.

Endüstri 4.0, pek çok boyutu bir arada barındıran kapsamlı bir kavramdır. Ancak kuruluş içindeki tüm süreçlerin dijital dönüşümü, yalnızca ileri teknolojilerin desteğiyle mümkün hale gelebilir. Üretim açısından bakıldığında, bu teknolojiler süreçleri daha verimli, hızlı ve yalın bir hale getirmektedir. Endüstri 4.0, endüstriyel performansı artırmayı hedefleyen; daha entegre, dijital ve sanal bir yapıya sahip, iç ve dış uyaranlara hızlı tepki verebilen, aynı zamanda çevresel ve sürdürülebilir bir yaklaşımı benimseyen yenilikçi bir üretim modeli olarak tanımlanabilir (Carvalho vd., 2020). Literatüre göre, Endüstri 4.0'ın 12 temel teknolojiye oluşmaktadır. Issa ve diğerleri (2018), bu teknolojilerin her birinin tek başına uygulanabilir olduğunu, ancak yalnızca entegre bir şekilde kullanıldıklarında geleneksel üretim sistemlerini dönüştürüp geliştirebileceğini vurgulamaktadır (Issa vd., 2018). Söz konusu teknolojiler aşağıda sıralanmıştır:

- **Büyük Veri:** Ham verileri karar verme sürecinde kullanılacak bilgilere dönüştürmek için büyük veri setlerinin toplanması, derlenmesi, temizlenmesi ve analiz edilmesine yönelik karmaşık bir süreçtir (Fei vd., 2019).
- **Otonom Robotlar:** İnsanların minimum katılımı ile verilen görevleri yerine getirebilen akıllı makinelerdir (Bahrin vd., 2016).
- **Simülasyon:** Fabrika içerisindeki endüstriyel süreçlerin dijital görüntüsünü veya videosunu yakalamaya ve sanal gösterim yoluyla aktarmaya dayanır. Bir dizi verinin çıkarılması, analiz edilmesi ve değerlendirildikten sonra buna göre bir karar verilmesini sağlar (Alonso vd., 2019).

- **Ekllemeli Üretim:** 3D yazıcı teknolojisi kullanılarak dijital bir tasarımdan üç boyutlu fiziksel nesnelere yapma süreci olarak tanımlanabilir. Bir ekleme işlemi sürecinde, nesne oluşana kadar üst üste malzeme katmanları yerleştirilmektedir (Oztemel ve Gursev, 2020).
- **Yatay ve Dikey Entegrasyon:** Dikey entegrasyon, yalnızca süreçlerin kendi arasında değil, işletmedeki bütün süreçlerdeki teknolojik altyapılar arasında sürekli bir iletişim sağlanmasını ifade etmektedir (Koçak, 2019: 40). Yatay entegrasyon ise değer zinciri ağının oluşturulmasıyla ilgili olarak tüm dış ve iç departmanları ve tarafları kapsar (Dalenogare vd., 2018).
- **Nesnelerin İnterneti (IoT):** Birbirleri arasında veri depolayan, işleyen, analiz eden ve değiştiren akıllı sensörlerle donatılmış nesnelere içerir. Nesnelerin interneti, gerçek zamanlı görünümü üretim, üretim verimliliğinde artış ve uyarlanabilir karar vermeyi sağlayabilir (Roblek vd., 2016).
- **Bulut Bilişim:** Bu model, internet tabanlı bir bilgi işlem sistemidir. Büyük sunucular, internet üzerinden veri depolama ve paylaşım işlevlerini yerine getirerek, bilgilere her zaman ve internet bağlantısının olduğu her yerden erişim imkanı sunar (Koçak, 2019).
- **Siber Güvenlik:** Birbirine bağlı üretim sistemlerini siber saldırılardan ve hassas veri sızıntısından korumaya yönelik bir dizi teknoloji, süreç ve uygulamadır (Kamble vd., 2018).
- **Artırılmış Gerçeklik:** Bilgisayar grafikleri, ses ve diğer duyuşal bilgileri kullanarak fiziksel dünyanın geliştirilmiş bir kopyasıdır (Ghobakhloo, 2018).
- **Siber Fiziksel Sistemler:** Bu sistemler, üretim süreçleri, lojistik faaliyetler ve değer zinciri kapsamında gerçekleştirilen operasyonları, maksimum entegrasyon ve uyum sağlayarak yürütebilme kapasitesine sahiptir (Koçak, 2019).
- **Yapay Zekâ:** Yapay zekâ, makinelerin mantıksal bir çerçevede düşünme ve öğrenme yeteneği olarak ifade edilebilir (Gubán ve Kovács, 2017).
- **Akıllı Fabrikalar:** Gelişmiş teknolojiye sahip bu fabrikalar, akıllı robotları kullanarak hızlı ve sorunsuz bir şekilde karmaşık üretim süreçlerini tamamlar, uzun ömürlü ve hatasız ürünler üretir (Davutoğlu vd., 2017).

Günümüzde değişen pazar, tüm işletmeler için gerçek zamanlı olarak esneklik ve çevikliğe sahip üretim süreçleri gerektirmektedir. Dolayısıyla, üretim otomasyonu veya yukarıda bahsedilen teknolojilerin kullanıldığı akıllı fabrika, bu soruna yönelik bir çözümdür. Fabrika içerisindeki sensörler sayesinde, ortamdaki değişikliklere gerçek zamanlı olarak tepki vermek için verileri sürekli olarak analiz etmek mümkündür. Nesnelerin interneti (IoT), işletmelerdeki makinelerin, insanların ve sistemlerin birbirine bağlanmasını sağlayarak üretim sürecini iyileştirir (Mohamed, 2018).

### 2.1. Endüstri 4.0'ı Tetikleyen Nedenler ve Sağladığı Yenilikler

Endüstri 4.0 öncesinde, gelişmiş ülkeler iş gücü maliyetlerini azaltmak amacıyla üretim faaliyetlerini Çin, Brezilya, Tayland ve Hindistan gibi ülkelere kaydırmıştır. Diğer yandan, gelişmekte olan ülkeler bu durumu, sanayisi güçlü ülkelerin bilgi birikimi ve sermayesini kendi ülkelerine çekmek için bir fırsat olarak değerlendirmiştir. Özellikle Çin, değişim mühendisliği ile ürünleri yeniden yapılandırarak sanayi devleri arasındaki yerini alırken, Brezilya ve Hindistan gibi ülkeler de sanayilerini geliştirerek küresel rekabette önemli oyuncular haline gelmiştir (Pamuk ve Soysal, 2018). Ancak, Almanya başta olmak üzere gelişmiş ülkeler, endüstriyel üretim gücünü Doğu ülkelerine kaptırma riski, demografik sorunlar ve küresel ekonomik krizin yol açtığı zararlar gibi nedenlerle dijital dönüşüm gerekliliğiyle karşı karşıya kalmıştır. Bu dönüşümde, verimlilik, esneklik ve pazara hızlı erişim gibi üç temel alanda rekabet avantajı elde etmek hedeflenmiş ve Endüstri 4.0'a geçiş gerçekleştirilmiştir. Fiziksel iş gücüne bağımlılığın en aza indirildiği bu yeni dönemde, üretimin her aşamasında yapay zeka sistemleriyle bilgi alışverişi sağlanmakta, siber fiziksel sistemler sayesinde ise nesnelerin birbiriyle iletişimi mümkün hale gelmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017).

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasındaki önemli etkenlerden biri, tüketici taleplerindeki değişimdir. Günümüzde tüketici ihtiyaçlarının bireyselleşmesi ve şirketlerin bu talepleri karşılama zorunluluğu, dördüncü sanayi devriminin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır (Pamuk ve Soysal, 2018). Esnek ve yüksek kaliteli üretim yöntemleriyle gerçek zamanlı veriye dayanan planlama ve kontrol mekanizmaları, talepteki değişimlere hızlı yanıt verilmesini mümkün kılmıştır (Mohamed, 2018). Ayrıca, doğal kaynakların tükenme riski, dünyanın sürdürülebilirliği konusundaki kaygılar ve bu konuda artan farkındalık da dördüncü sanayi devriminin oluşumuna katkıda bulunmuştur (Pamuk ve Soysal, 2018). Bu bağlamda, Endüstri 4.0'ın daha az enerji ve malzeme kullanarak üretimde kaynak verimliliğini artıracığı ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına destek olacağı öngörülmektedir (Rüßmann vd., 2015). Bu hususta Calp ve diğerleri (2018) akıllı fabrikaların,



küresel zorlukların üstesinden gelmek için gerekli olan sürdürülebilir üretim süreçlerinde etkin bir şekilde kullanıldığını vurgulamıştır.

*Tablo 2. Endüstri 4.0 Öncesi ve Sonrası Fabrikalar*

Endüstri 4.0 Öncesi Fabrikalar	Endüstri 4.0 Sonrası Akıllı Fabrikalar
Makinelerin önceden yapılandırılmaya ihtiyacı vardır ve her kullanım ve değişiklikte ayarlanması ve değiştirilmesi gerekmektedir. Bunlar birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır.	Makineler diğer makinelerle iletişim kurarak ayarların yanı sıra güvenlik mekanizmaları etrafında akıllıca çalışmaktadır.
Süreç izleme oldukça zordur. Her bir kişi, ancak kendi verimlilikleri oranında ve tek bir problem odaklı çalışmaktadır.	Süreç izleme neden sonuç ilişkisi içinde kapsamlı olarak gerçekleştirilmektedir. Böylece makineler üretimi durdurma yeteneğine sahip olarak sorunları düzeltmek sorunları düzeltmek için sinyal vermektedir.
Ürün özelleştirme çabaları; zaman, maliyet ve kaynak gibi faktörler bağlamında oldukça zahmetlidir. Sıradan ürünlerin üretimi kolay yapılırken, özel ürünlerin üretiminde gecikmeler olmaktadır.	Ürün özelleştirme çabaları; lojistik, güvenlik, güvenilirlik, zaman maliyetleri ve sürdürülebilirlik faktörleri kapsamında en ideal sistem ve akıllı derleme yoluyla elde edilmektedir.
Envanter, süreçteki değişimi dikkate almak amacıyla stoklanmaktadır.	Makineler kendi üretim kaynaklarını planlayabilmektedirler. Böylece yalnız bir üretim şekil ve tam zamanında üretim gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.
Makineler, insanın fiziksel yapısı ve işgücü temelinde sınırlıdır.	Makineler çevresindeki insanlara duyarlıdır ve çevresindeki uyum sağlayacak biçimde çalışmaktadırlar.

*Kaynak: EBSO, 2015.*

Endüstri 4.0'a geçişin önceki sanayi devrimlerinden en önemli farkı, insanın üretim sürecinden çıkarılmasıdır. Diğer bir deyişle, önceki sanayi devrimleri, insanın üretim sürecine katılımının yalnızca belirli ölçüde azaltılmasına izin verirken, yeni sanayi devrimi insanın üretim sisteminden çıkarılmasına yol açacaktır. Yapay zeka, insan faktörünün neden olduğu hataların tamamen ortadan kaldırılmasına olanak tanıyarak tüm iş süreçlerinin rasyonelleştirilmesini ve optimizasyonunu sağlamaktadır. Bununla birlikte Endüstri 4.0'da ürün geliştirme ve üretim sürecinin mutlak otomasyonunun sağlanması ile işlemleri hızlandırmak mümkün olacaktır (Popkova vd., 2019). Bu durumun maliyet anlamında tasarrufa yol açması ise kaçınılmazdır. Rojko (2017), Endüstri 4.0'ın üretim maliyetlerini %10-30, lojistik maliyetlerini %10-30 ve kalite yönetimi maliyetlerini %10-20 oranında azaltabileceğini belirtmektedir.

Günümüzde hızla yaygınlaşan Endüstri 4.0'ın temel hedefi, kendi kendini yönetebilen üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği akıllı fabrikaların oluşturulmasıdır (EBSO, 2015: 9). Siber fiziksel sistemlerle donatılmış olan bu akıllı fabrikalar, iş süreçlerini yeniden şekillendiren çeşitli teknolojilerin ve yenilikçi eğilimlerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Bu nedenle, Endüstri 4.0 ile birlikte fabrikaların işleyişinde kayda değer değişimler



yaşanmıştır (Tablo 2). Ayrıca, Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 genel bir çerçevede karşılaştırıldığında, üçüncü sanayi devriminde belirlenen standartların -örneğin basit görevler, tekrarlayan süreçler, sorumluluk, görev ve yetki tanımları ile işlem süreçleri- dördüncü sanayi devriminde önemli ölçüde değiştiği görülmektedir (Tablo 3). Bu dönüşüm, organizasyonel yapının yeniden şekillenmesine yol açmış; yetki, görev ve sorumluluklar önceki döneme kıyasla farklılaşmıştır. Bununla birlikte, çalışanlardan beklenen yeteneklerin değişeceği ve yapay zekâ destekli robotların kullanımının artacağı öngörülmektedir (Davutoğlu vd., 2017: 557).

*Tablo 3. Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 Arasındaki Farklılıklar*

ENDÜSTRİ 3.0	ENDÜSTRİ 4.0
Endüstri 3.0'da üretim sürecinde makinelerin önceden yapılandırılmaya ihtiyacı vardır, birbirinden bağımsız olarak her kullanım ve değişiklikte ayarlanması gerekir.	Endüstri 4.0'da üretim sürecinde makineler, diğer makinelerle iletişim kurarak ayarların yanı sıra güvenlik mekanizmaları (arıza vb.) etrafında akıllı bir şekilde çalışır.
Sıradan ürünlerin üretimi kolay yapılırken, özel ürünlerin üretiminde sıkıntılar yaşanır.	Akıllı makineler aracılığı ile her bir müşteri için ayrı ayrı olmak üzere aynı anda çok sayıda ve birbirinden farklı ürünler üretebilme yeteneğine sahip olarak üretim yapılır.
Endüstri 3.0'da talep değişimi dikkate alınır ve stoklamaya önem verilir.	Endüstri 4.0'da akıllı fabrikalar kendi üretim kaynaklarını dikey-yatay entegrasyon sistemleriyle oluşturduğundan dolayı, tam zamanlı üretim yönetimi çerçevesinde stoklamaya yer verilmez.
Endüstri 3.0'da makineler, insanın fiziksel yapısı ve işgücü temeline göre dizayn edilir.	Endüstri 4.0'da makineler, robot teknolojisine sahip olarak sistemlerin entegrasyonuna göre çalıştıklarından dolayı işgücü temeline yer verilmez.
Endüstri 3.0'da mesleki eğitimlerin çoğu mesleki yani teknik ağırlıklı yapılarak, çalışanların kalifiye olması amaçlanır.	Endüstri 4.0'da bulut bilişim sistemi ve daha çok robot teknolojilerine uygun olarak akıllı makinelerin çalıştırılmasına yönelik eğitimler oluşturularak personelin kalifiye olması amaçlanır.
Endüstri 3.0'da karar yapısı insan odaklı olarak yapılandırılır.	Endüstri 4.0'da karmaşık durumlarda karar verme yetkisi, yapay zekaya sahip olan robotlar vasıtasıyla gerçekleştirilir.

*Kaynak: Davutoğlu vd., 2017.*

Sonuç olarak Endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan dijital üretim, yüksek teknolojilerin desteğiyle ürün bilgilerini, süreç bilgilerini ve kaynak bilgilerini analiz etmek, düzenlemek ve yeniden birleştirmek, ürün tasarımı ve işlev simülasyonunun yanı sıra hızlı prototipleme uygulamak ve ardından müşteri talebini ve kalite standartlarını karşılamak için hızlı üretim gerçekleştirmek amacıyla müşteri talebine dayanan bir üretim sürecini ifade etmektedir (Zhou vd., 2012). Artan küresel rekabet gücü ve üretimle ilgili küresel zorlukların üstesinden gelmek için, bu dijital sistemler dünyanın başlıca sanayi ülkelerinde geleceğin üretimi için bir teknoloji temeli olarak teşvik edilmektedir (Paritala vd., 2017; Chong vd., 2018). Bu doğrultuda yapılması gereken en önemli şey, işletmeler bakımından değişime açık bir

organizasyon kültürü, ülkeler bakımından ise değişime açık bir toplum yapısı oluşturmak ve bu hususta bireyleri güçlendirmektir. Mevcut durum analiz edilip hedefler belirlenmeli ve gerekli teknolojilere yatırım yapılarak işgücü eğitilmelidir (Çelebi ve Aytekin, 2024).

### 3. Dijital Liderlik

Dijital dönüşüm, bu yüzyılda işletmeler için kilit bir temadır (Inel, 2019) ve hız, kapsam ve etki açısından emsalsizdir (Matzler vd., 2018). İşletmeler açısından dijital dönüşüm ya da dijitalleşme, yenilik yapmak amacıyla müşteri ilişkilerinden işletme içerisindeki altyapı, sistem ve süreçlere kadar dijital teknolojileri kullanmak şeklinde ifade edilebilir (de Araujo vd., 2021: 49). Dijitalleşme, işletmelerin iletişim kurma, üretim yapma ve kendilerini organize etme biçimlerini değiştirmiştir. Dijitalleşmenin ilk aşamasında işletmeler, esas olarak yeni nesil cihaz ve makine bağlamında ileri teknoloji, platformlar gibi dijital araçlar, dijitalleştirilmiş dağıtım kanalları ve dijital iş modellerinin entegrasyonu aracılığıyla üretkenliğin, verimliliğin ve kârlılığın artırılmasına odaklanır. Ancak ikinci aşamada, işletmeler yalnızca makinelerin ve yöntemlerin dijitalleşmeden kaynaklanan değişikliklere değil, aynı zamanda işletme içindeki liderlik anlayışının ve kültürünün de uyum sağlaması gerektiğini fark ederler. Bu durum iletişim, koordinasyon ve çalışma yöntemlerinin de değişmesi, yeni yollar ve standartların belirlenmesi gerektiği anlamına gelir (Creusen vd., 2017). Dijital çağda değişen müşteri taleplerine ve çevik üretim döngülerine tepki vermek için yeterli liderlik şarttır ve bir işletmenin başarısını belirler (Bolte vd., 2018).

Schwab'a (2017) göre, işletmelerin dijital dönüşüm sürecindeki başarısının temel unsuru, liderlik kapasiteleridir. Bugün dijitalleşmenin etkisiyle, liderlerin çalışma ortamlarındaki değişimleri ve hem kendilerine hem de çalışanlarına yönelik artan talepleri kabul etmeleri gerekmektedir. Liderlik, yalnızca görev dağılımı yapmak, izleme ve sonuçları kontrol etmekten ibaret olmaktan çıkmış, aynı zamanda liderlerin aktif katılımını gerektiren bir süreç haline almıştır. Bu süreç, iş birliği ve sürekli öğrenme yoluyla çalışanların yaratıcı potansiyellerini geliştirecek alanlar yaratmayı da kapsar (Eagly vd., 2003; Bass ve Riggio, 2006). Bu yaklaşım, işletmelerin pazarda rekabet edebilmesi için gerekli becerilere sahip bir iş gücü oluşturmanın en etkili yoludur. Dolayısıyla, dijital dönüşüm aracılığıyla bir işletmenin kaynaklarını artırma potansiyeli, bir fırsat olarak değerlendirilmelidir (Hensellek, 2020).

Dijital dönüşüm sürecinin başarılı olması için anahtar faktörlerinden biri bu süreci başlatan ve yönlendiren kişilerin yani liderlerin yetenekleridir. Bu dönüşüm aşamasında liderler hem dijital dönüşüm sürecini hem de ortaya

çıkan yeni dijital organizasyonu yönetirler (Klein, 2020: 899). İşletmede dijital dönüşüm sürecini başlatan ve yöneten bu kişilere “dijital lider” adı verilmiştir.

Larjovuori ve diğerleri (2016) dijital liderliği “liderlerin dijitalleşme süreci için net ve anlamlı bir vizyon yaratma yeteneği ve bunu gerçekleştirmek için stratejileri uygulama yeteneği” olarak tanımlamıştır. Diğer bir tanıma göre dijital liderlik, gelişmiş dijitalleşmeyi kullanarak müşteriler için değer yaratmak üzere bir organizasyon içinde sürekli keşfi destekleyen “etkinleştirici” liderliktir (Tanniru, 2018). Puhovichova ve Jankelová (2021) ise dijital liderliği; inovasyona güçlü bir şekilde odaklanan, ekip tabanlı ve işbirlikçi bir liderlik olarak tanımlamıştır. Dijital liderler, organizasyonların değişiklikleri kolaylaştırmasına yardımcı olmalı ve hiçbir çalışanın dijital dönüşüm yolculuğunda geride kalmamasını sağlamalıdır (Kar, 2018). Bununla birlikte dijital liderler, çalışanlara uygun eğitim sunarak onları dijital okuryazar olmaya teşvik etmeli ve çalışanları dijital dönüşüm sürecine katılmaya ve dijital işyerine daha alışkın hale gelmeye motive etmelidir (Islam vd., 2022). Dolayısıyla günümüzde “komuta etme ve kontrol etme” liderliğine odaklanan liderlik anlayışından farklı olarak yeni bir liderlik tarzına geçiş yaşanmıştır (Timurcanday Özmen vd., 2020). Bu yaklaşım, liderlerin dijital zekasını ön plana çıkararak organizasyonu dijital olarak deneyimli, başarılı ve yetenekli hale getirir (Kane vd., 2015).

Dijital liderlik, literatürde dönüşümcü liderlik tarzı ile dijital teknolojinin kullanımının bir birleşimi olarak tanımlanmaktadır (De Waal vd., 2016). Zhu’ya (2015) göre dijital liderliğin beş temel özelliği bulunmaktadır: yaratıcı lider, düşünceli lider, küresel vizyoner lider, meraklı lider ve derin lider. Bu bağlamda, (1) yaratıcı liderler, iş dünyasında geleceğe yönelik fikirleri gerçeğe dönüştürebilme yeteneğine ve yenilikçi bir düşünce tarzına sahip olmalıdır; (2) düşünceli liderler, öğrenme ve değişim konusunda derin bir bilgiye ve anlayışa sahip olmalıdır; (3) küresel vizyoner liderler, dijitalleşme sürecinde rehberlik edebilmeli ve dijital dönüşümün yöneticisi olmalıdır; (4) meraklı liderler, öğrenmeye istekli ve dijital becerilerini uygulamaya dair güçlü bir motivasyona sahip olmalıdır; (5) derin liderler ise, karar alma süreçlerinde kullanabilecekleri geniş bir bilgi tabanına ve derinlemesine bir anlayışa sahip olmalıdır. Benzer şekilde Toduk (2014), dijital liderlerin en belirgin özellikleri arasında yenilikçilik, dijital yetkinlikler, güçlü ağlar, iş birliği, katılım ve vizyonerlik gibi unsurları vurgulamıştır. Dijital liderlik özellikleri, bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Sonuç olarak bir lider, bir veya daha fazla takipçiyi seçme, eğitme ve etkileme rolüne sahip olduğundan bir organizasyonda kritik bir öneme

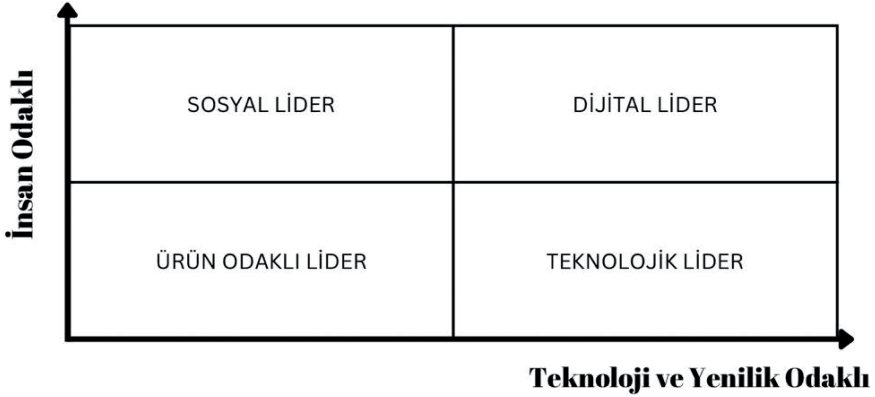
sahiptir (Winston ve Patterson, 2006). Ayrıca, takipçiler lideri takdir ettiğinde ve onunla bağlantı hissettiğinde, zoraki itaatten ziyade daha motive olurlar ve coşkuyla çalışmaya hazır olurlar (House ve Baetz, 1979). Sürekli değişen çağ; kontrol edici, rekabetçi ve saldırgan konseptte dayanan geleneksel liderlikten ayrılarak farklı liderlik stillerini ortaya çıkarmaktadır (Lipman-Blumen, 1992). Son yıllarda liderliğin rolü, teknolojik ilerlemenin organizasyonlara iş ve işyerinin dijitalleşmesi gibi birçok değişiklik getirmesiyle, organizasyonlar için güvenli bir sürdürülebilirlik elde etmek için yeni yetenekler gerektirir. Geleneksel liderlik, yalnızca liderleri ve işlevlerini dikkate alan bir yaklaşımı ifade eder. Geleneksel liderlik, liderlikteki performansı “liderlerin ve çevrenin özelliklerinin sonucu” olarak vurgulamaktadır (Barker, 2001: 474). Yeni çağda ise liderlerin teknolojik gelişmeleri takip etmeleri ve örgütsel yapılarda son zamanlarda meydana gelen değişiklikler hakkında bilgi edinmeleri gerekmektedir. Bu değişiklikler, örgütlerin iş dünyasındaki dijitalleşmenin bir parçası olabilmeleri için kaçınılmaz gereklilikleri beraberinde getirmektedir. Sonuç olarak günümüz işletmelerinin karmaşık, dinamik ve genellikle yapılandırılmamış çalışma ortamlarında çalışma hayatını basitleştiren fiziksel, kültürel ve dijital düzenlemelere sahip dijital kurumlara dönüşme eğiliminde olması nedeniyle dijital liderliğe ihtiyaç duyulmaktadır (Dery vd., 2017: 136).

#### 4. Endüstri 4.0’da Dijital Liderliğin Rolü

Endüstri 4.0 sektörel düzeyde başlamış, hızla yayılarak üretim modellerini, iş süreçlerini, organizasyon yapısını ve müşteri ilişkilerini etkisi altına almıştır. Bu durum bir taraftan mevcut birçok faaliyetin ve sürecin hızlanmasına ve kolaylaşmasına sebep olurken diğer taraftan ise bunların karmaşıklaşması sonucunu doğurmaktadır (Pasolong vd., 2021; Herder-Wynne vd., 2017). Kagerman ve diğerlerine (2013) göre, Endüstri 4.0’ı başarılı bir şekilde uygulamak için bazı alanların dikkate alınması gerekmektedir; (1) kaynak verimliliği, (2) standardizasyon, (3) kapsamlı iletişim yapısı, (4) karmaşık sistemlerin yönetimi, (5) düzenleyici çerçeve, (6) iş organizasyonu ve tasarımı, (7) emniyet ve güvenlik, (8) eğitim ve sürekli mesleki gelişim. Dolayısıyla işletmeler, sürekli değişen piyasa koşullarına uyum sağlamak ve elde ettikleri rekabet avantajlarını korumak için dijital çağa uygun organize olmalıdır (Klein, 2020). Tüm bunların sonucunda bugüne kadarki liderlik ve örgütlenme yollarını tanımlayan varsayımların ve uygulamaların da yeniden gözden geçirilmesi ve ileriye dönük yeniden kurgulanması bir zorunluluk haline almıştır (Herder-Wynne vd., 2017). Özellikle de dijital çağda bilgi ve iletişim teknolojilerinin aracılığıyla bir organizasyonu veya işletmeyi yöneterek, organizasyonun veya işletmenin hedefine ulaşması için uygun ve

güncel bir liderliğe ihtiyaç duyulmaktadır (Zuehlke, 2010; Pasolong vd., 2021; Koch vd., 2014; Ganschar vd., 2013).

Endüstri 4.0'da karşılaşılan zorluklar, yalnızca doğru teknolojiyi seçmek veya uygulamakla sınırlı kalmaz, aynı zamanda organizasyondaki dijital kültür ve becerilerin eksikliği de önemli bir engel teşkil etmektedir. Endüstriyel şirketlerin güçlü bir dijital kültür oluşturmaları ve bu dönüşümü yönlendirecek liderin değişimi öncülük etmesi gerekmektedir. Bu bağlamda son yıllarda ortaya çıkan bir liderlik türü olan dijital liderlik, Endüstri 4.0 döneminde liderlik anlayışını tanımlar. Endüstri 4.0'a yönelik olarak Oberer ve Erkollar (2018) tarafından geliştirilen liderlik matrisine bakıldığında (Şekil 2), dijital liderlerin hem teknik hem de sosyal anlamda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiği görülmektedir. Matris, eski yönetim yaklaşımlarından farklı olarak, sadece verimliliği artırmaya odaklanmakla kalmayıp, aynı zamanda çalışan odaklı sosyal etkileşimin de yüksek olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu matrisin X eksenini (yatay eksen), bireyin yeteneklerini tanımlarken, teknoloji ve yenilik yönelimini ele alır. Bir kişinin teknolojiye ve yeniliklere olan yatkınlığı, eğitim, uzmanlık, beceriler ve motivasyon gibi faktörlerden etkilenir. Y eksenini (dikey eksen) ise bireyin 'insan odaklılık' derecesini gösterir. Bir kişinin insanlarla etkileşim ve iletişim kurma isteği, çeşitli faktörlerle şekillenir (Oberer ve Erkollar, 2018).



Şekil 2. Endüstri 4.0 Liderlik Matrisi

Kaynak: Oberer ve Erkollar, 2018.

Matristen de anlaşılacağı gibi, ürün odaklı liderin geleneksel üretim anlayışını benimseyip, sadece nihai ürüne odaklandığı ve bu süreçte çalışanların ve müşterilerin ihtiyaçlarını göz ardı ettiği sonucuna ulaşılabilir. Sosyal lider, çalışanları desteklemenin önemini vurgulayıp, inovasyon ve

teknolojiyi fazla dikkate almayarak, çalışanlar için samimi bir ortam yaratma konusunda yetkinliğe sahiptir. Teknolojik liderler, inovasyona yoğun bir şekilde odaklanırken, çalışanlara yönelik ilgileri daha düşüktür. Bu liderler, yeni teknolojilerin ürünün değerini artırmak için nasıl kullanılabileceğini belirlemekle sorumludur. Geliştirilen matrise göre dijital liderlik ise, Endüstri 4.0'a en uygun liderlik tarzı olarak tanımlanmaktadır. Dijital liderlik; inovasyon, teknoloji ve çalışanlara güçlü bir şekilde odaklanırken, aynı zamanda hiyerarşik olmayan, ekip temelli ve işbirliğine dayalı bir liderlik modelini benimser (Oberer ve Erkollar, 2018). Nitekim günümüzün hızla değişen ve karmaşık ortamlarında, bireylerin tek başlarına tüm sorumlulukları yönetmesi neredeyse imkansız hale gelmiştir. Örneğin IBM'in 1500 CEO ile yaptığı küresel araştırmada, CEO'ların çoğu, kendilerine verilen görev ve sorumlulukları tek başlarına üstlenemeyeceklerini ifade etmiştir. Bu durum, Endüstri 4.0'ın hız ve karmaşıklık getirmesiyle birlikte, otokratik ve bireysel liderlik anlayışlarının artık geçerli olmadığını ve daha kolektif, işbirlikçi liderlik anlayışına doğru bir geçişin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir (Tüzmen, 2017).

Literatürde Endüstri 4.0 ve liderlik arasındaki ilişkiyi ele alan araştırmalar incelendiğinde, benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. El Sawy ve diğerleri (2016), Endüstri 4.0 için en uygun liderlik modelini dijital liderlik olarak tanımlamış ve bunun, işletmelerin başarılı bir dijital dönüşüm süreci geçirmeleri için doğru adımları atmak anlamına geldiğini belirtmiştir. Ayrıca, araştırmacılar dijital liderliğin yalnızca dijital dönüşüm sürecini yönetmekle kalmayıp, aynı zamanda dijital organizasyona da yön vermeyi kapsadığını ifade etmiştir. Benzer şekilde, Bawany (2019) ve Wilson ve arkadaşları (2004), dijital liderliğin dijital organizasyona liderlik etme ve ekip çalışmasını teşvik etme önemine vurgu yapmışlardır. Staffen ve Schoenwald (2016) ise dijital liderlerin, yıkıcı değişim süreçlerini yöneterek ve çalışanları motive ederek organizasyonu Endüstri 4.0'a başarıyla yönlendirebilmek için dijital dönüşüme öncülük etmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

Sonuç olarak dijital liderlikte sosyal ve katılımcı bir yönetim yaklaşımının vurgulanmasının temel nedeni, Endüstri 4.0'da çalışanlar için uygun bir çalışma ortamı ve dijital organizasyon kültürünün oluşturulmasının, teknolojik yeniliklerin uygulanmasından daha zor olabileceğidir. Bolte ve diğerlerinin (2018) yaptığı araştırmaya göre, Endüstri 4.0'da kullanılacak teknolojiler, günümüz teknolojisiyle neredeyse tam anlamıyla uyumludur. Küçük değişiklikler ve üretime özel tasarımlar sayesinde işletmelerin esnek üretim yöntemlerine geçişi büyük engellerle karşılaşmamaktadır. Ancak dijital kültür eksiklikleri, vizyon, eğitim düzeyi ve uzmanlık alanlarındaki sınırlamalar, engeller yaratmaktadır. Bu nedenle geleceğe yönelik hazırlık

yapan organizasyonlar, dijital becerilerinin geliştirilmesinin yanı sıra liderlik anlayışına ve insan kaynağına da ciddi yatırım yapmalı, stratejilerini bu çerçevede oluşturmalıdırlar (Taşdemir, 2022).

#### **4.1. Endüstri 4.0'da Dijital Liderlerin Sahip Olması Gereken Özellikler**

Dijital liderlik, inovasyona odaklanan ve takım çalışmasını teşvik eden bir liderlik tarzıdır. Bu yaklaşım, dijital teknolojilerin sunduğu yeni fırsatları kullanmayı ve değişimlerin uygulanmasını kolaylaştıran dijital beceriler ile dijital kültürün birleşiminden oluşur (Kwiatkowska vd., 2021). Dijital lider, dijital teknolojileri yalnızca kendi çalışmalarına değil, aynı zamanda çalışanlarının günlük iş akışına da etkili ve verimli bir şekilde entegre edebilmekle yeteneğine sahip olmalıdır (Hensellek, 2020).

Dijital liderlerin teknik açıdan sahip olmaları gereken dijital yetkinlikler, dijital kullanıcı bilgisi (örneğin, dijital cihazlar, yazılımlar ve medya kullanımının doğru şekilde gerçekleştirilmesi) ve dijital düşünme tarzı (örneğin, karar alma süreçlerine dijital bakış açılarının dahil edilmesi) olarak tanımlanabilir (Crummnerl ve Kemmer, 2015). Ayrıca, dijital lider, dijital becerilere ve zihniyete sahip olduğunda, bu yetkinlikleri geliştirdiği vizyonu hayata geçirmek için kullanılmalıdır. Dijital lider, organizasyon içinde örnek bir rol model olmalı ve dijitalleşme çabalarına olan bağlılığını göstermek adına bu süreçlerin sorumluluğunu üstlenmelidir. Aynı şekilde, değişim ve inovasyona odaklanan bir yaklaşım ile karmaşık ortamlarda fırsatları tanımlayabilen girişimci liderler gibi (Cankurt ve Bayar, 2024), dijital liderler de dijitalleşmenin doğal belirsizliklerini azaltmaya yönelik adımlar atmalıdır (Kroker, 2018). Bununla birlikte, dijital liderler belirli durumlar için geri adım atmayı, çalışanlarına daha fazla özerklik tanımayı ve uzmanlıklarına güvenmeyi de öğrenmelidir. Dijital liderlik, bir etkileşim süreci olup, bütünsel bir yaklaşım ile düşük hiyerarşideki çalışanların da dijital liderliğe aktif şekilde katılım göstermesi sağlanmalıdır (Hensellek, 2020).

Endüstri 4.0'da başarıya ulaşabilmek için işletmelerin liderlik yetkinlikleri büyük bir öneme sahiptir (Kwiatkowska vd., 2021). Bu bağlamda, Endüstri 4.0 dönemine özgü liderlik anlayışını yansıtan dijital liderlerin sahip olması gereken nitelikler, Tablo 4'te ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Bu özelliklere ve yeterliliklere sahip liderlerin, dijital dönüşüm sürecini yaşayan modern iş dünyasında, ihtiyaç duyulan kişiler olmaları beklenmektedir (Hasanlı, 2021).



Tablo 4. Endüstri 4.0'da Dijital Liderlerin Sahip Olması Gereken Özellikler

Temel Beceriler	Özellikler
Stratejik Yönetim	Dijital dönüşüm stratejisi oluşturmak ve bunu işletmenin stratejisi ile uyumlu hale getirmek Etkili organizasyonel yönetim sergilemek Dijital dönüşümü ve değişimi yönetme yeteneğine sahip olmak
	Verimliliği yüksek üretim metodlarını benimsemek ve sürdürülebilirliği noktasında donanımlı olmak Çeşitliliği ve kapsayıcılığı organizasyonun temel bir parçası olarak kabul etmek Kaynakların etkin kullanımını sağlamak İnsandan insana ilişkileri, insandan makineye ilişkileri veya makineden insana ilişkileri ve makineden makineye ilişkileri yönetebilmek
Teknik Bilgi, Teknolojik Yetkinlik ve Okuryazarlık	Endüstri 4.0'ın uygulamaları ve güncümüz iş ve yaşam teknolojileri konusunda bilgi sahibi olmak Karmaşık sistemleri anlama yeteneğine sahip olmak Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibi olmak Dijitalleşmenin başlattığı değişimin önemi hakkında bilgi sahibi olmak Küresel düzeyde teknoloji uzmanı olmak
	Bilgisayar, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilme yetkinliğine sahip olmak Sosyal medya araçlarını aktif olarak kullanabilmek ve özellikle kurumla ilgili olumsuzlukları zamanında öğrenerek müdahale edebilmek Dijital platformlarda e-ticaret, e-ihracat, e-ithalat, e-ihale, e-lojistik gibi uygulamaları kullanabilme konusunda yetkin olmak Dijital bilgiyi elde edebilmek, değerlendirmek ve yönetebilmek
Problem Çözme ve Etkin Karar Verme	Problemleri algılamak ve çözmeye becerisine sahip olmak Yüksek yaratıcılık özelliğine sahip olmak Bilgi, beceri ve kaynakları dinamik bir ortamda birleştirme yeteneğine sahip olmak Belirsiz bir ortamda sakin kalabilmek Karmaşık durumları yorumlama yeteneğine sahip olmak Çatışmaları çözmek için etkili karar alma becerilerine sahip olmak Kararlılık gösterebilmek
	Büyük veriyi analiz ederek iş süreçlerini optimize etmek ve karar alma süreçlerini güçlendirmek Dijital yeterlilik ihtiyaçlarını belirlemek Dijital teknolojileri karşılaşılan sorunlarda çözüm odaklı kullanmak
Girişim ve İnovasyon Odaklılık	Yenilik sağlamak ve girişimci olmak Geleceğin veri platformlarına yatırım yapma ve uygulama yeteneğine sahip olmak Yeni bilgiye yönelik geniş bir entelektüel merakla sahip olmak Değişime açık olmak Yeni iş stratejilerine uyum sağlamak, çevik ve esnek olmak
	Gerektiğinde risk alabilmek Eleştirel bakış açısına sahip olmak Yaratıcılığın gelişebileceği uygun ortamlar sağlamak Yeni yaklaşımlar deneyerek yönetimi sürdürmek Gerektiğinde standart, uygulama ve yöntemleri duruma göre güncellemek İnsanların alışılmışın dışında düşüncelerini sağlamak Yenilikleri mümkün kılmak için açık bir hata kültürü yaşamak

<p>Çalışan Odaklı ve Katılımcı Yönetim Anlayışı</p>	<p>Güçlendirilmiş ekipler oluşturmak ve sürece dahil etmek          Yetkinliklere dayalı görevleri devretmek          Karar verme sürecinde ekip üyelerini güçlendirmek          Başkalarını dinleme ve birlikte çalışma becerilerini geliştirmek          İnsanları bağlı ve motive tutma yeteneğine sahip olmak          Paylaşımçı ve demokratik bir yaklaşım benimseyerek şeffaflığı ve yeniliği desteklemek          Çalışanların refahını ve gelişimini önemsemek          Daha düz hiyerarşilerde liderlik yapmak          Hata toleransına sahip olmak          Çalışanlara güven duymak          Kültürel açıdan farklı çalışanları yönetebilmek          Çalışanların işlerini yapmalarını kolaylaştırmak          Gözlemci olarak değil dönüşümün odağında aktif olarak yer almak          İnsanları cesaretlendirme yeteneğine sahip olmak          Hem davranışlarıyla hem de konuşmalarıyla örnek olmak ve ilham vermek          Fırsat aramak ve insanlara fırsatlar sunmak          Koçluk becerisine sahip olmak          İşyerinde zaman, yer ve işin içeriği ile ilgili güven sağlamak ve özgürlük sunmak          Çalışanların beklentilerini karşılamak          Güncel yetenek yönetimi uygulamalarını sergileyebilmek</p>
<p>Etkili İletişim ve İşbirliği</p>	<p>Güçlü iletişim becerilerine sahip olmak          Yüksek dijital yeteneğe sahip bireyleri cezbetme becerisine sahip olmak          Diyalog kurma, entegrasyon ve uyum sağlama becerilerine sahip olmak          Çalışanları değişimlere uyum sağlamaya teşvik edebilmek          Ekibin yeni teknolojilere güvenini şekillendirmek          Çalışanların iş değişiklikleriyle ilgili korkularını ortadan kaldırmak          Farklı fikirleri birleştirip faydalı sonuçlar elde edebilmek          İletişimde şeffaf olabilmek          Müzakere becerilerine sahip olmak          Empati kurma yeteneğine sahip olmak          Çeşitli görüşlere, fikirlere ve perspektiflere sahip bir ortam yaratmak          Organizasyonu dijital olarak dönüştürmek için disiplinler arası insanları (dijital yetenekli ve dijital olmayan) yönlendirmek ve yönetmek          Ekipler arasında güçlü bir iletişim sağlamak          Güçlü ve sürdürülebilir işbirlikleri oluşturabilmek          Dijital teknolojiler yoluyla çalışanlarla etkileşim kurmak          Çalışanlar ve yönetim arasında açık ve şeffaf bir atmosfer oluşturmak</p>
<p>Vizyonerlik</p>	<p>Endüstri 4.0'da başarı sağlayacak kurumsal kültürü şekillendirmek          Vizyoner ve değişime sürekli uyum sağlayabilen bir anlayışa sahip olmak          Yenilik odaklı ve risk toleransını içeren bir kültür oluşturmak          İnsanları farklı düşünmeye teşvik etmek          Sürekli öğrenme felsefesini benimsemek          Gelecek odaklı olmak          Yön belirleyici olmak          Sürdürülebilir değişimi sağlamak için çalışmalar yapmak          Tutkuyla hareket etmek          Şirket kültürü ve kimliği içinde uygulanacak uygun yöntem ve standartlar geliştirmek</p>

Pazar ve Müşteri Odaklılık	Pazarın ihtiyaçları ve koşulları noktasında bilgi sahibi olmak
	Teknolojinin pazar etkisini derinlemesine anlamak
	Müşteri doğasını ve ihtiyaçlarını anlama yeteneğine sahip olmak

*Kaynak: Promsri, 2019; Durmuş, 2019; Herder-Wynne, 2017; Bauer vd., 2015; Doz ve Kosonen, 2010; Staffen ve Schoenwald, 2016; Wilson vd., 2004; Raza, 2016; Paulin, 2014; Boneau ve Thompson, 2013; Bawany, 2019; Toduk, 2014; Herold, 2016; Banger, 2018; Fisk, 2002; Urçar, 2017; Becks, 2012; Sow ve Aborbie, 2018; Bystad vd., 2017; Sikora, 2017; Bolte vd., 2018; Hammermann ve Stettes, 2017; Larjovuori vd., 2018; Mihardjo vd., 2019; Mirza, 2017; Petrucci ve Rivera, 2018; Haack, 2018; Bennis, 2013; Albrecht, 2017; Kofler, 2018; Prince, 2017; Khan, 2016; Sasmoko vd., 2019; Hearsom, 2015; Hanschke, 2018; Junita, 2019; Sullivan, 2017; Klus ve Müller, 2021; Sainger, 2019; Fukuzawa, 2016; Roe, 2018; Newman, 2018; Gorton, 2019; Tigre vd., 2023; George, 2018; Koen, 2019; Trefler, 2019; Sandell, 2013; Şekkeli, 2023; de Araujo vd., 2021; Benitez vd., 2022; Quddus vd., 2020; Eberl ve Drews, 2021; Hasanlı, 2021; Anak Agung Sagung ve Sri Darma, 2020; Çelebi, 2021; Chatterjee vd., 2023; Gledson vd., 2024; Öz, 2020.*

Tablo 4'te belirtilen her bir özellik, önemli olmakla birlikte, sektör, hedef kitle ve organizasyonel faktörler gibi farklı parametreler doğrultusunda aynı derecede öncelikli olmayabilir (Hasanlı, 2021). Endüstri 4.0'da dijital liderlerin sahip olması gereken başlıca özellikler arasında, stratejik düşünme yeteneği, girişimcilik ve yenilikçilik, güçlü bir vizyon, teknik bilgi ve dijital beceriler, pazar ve müşteri odaklılık, etkin problem çözme ve karar verme yetenekleri, çalışan odaklı ve katılımcı yönetim anlayışı, etkili iletişim ve işbirliği yer almaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan dijital dönüşüm, işletmelerde önemli değişiklikler gerektiren ve tüm iş süreçlerini derinden etkileyen, günümüz iş dünyasının en büyük trendi olarak ifade edilebilir. Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, yapay zeka, akıllı robotlar ve siber fiziksel sistemler gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımıyla üretimde yüksek hız, esneklik ve verimlilik sağlanması, veriye erişimin kolay olması, iş süreçlerinin sanallaşması ve değişikliklerin kolay izlenebilir olması gibi durumlar, işletmelere büyük fırsatlar sunmaktadır. Üretim anlayışında ve süreçlerinde görülen söz konusu gelişmelere ek olarak, işletmelerin organizasyon yapısı ve kültürü de dijital dönüşümden etkilenmektedir. İşletmelerin nasıl organize edildiği ve yönetildiği ile yeniliğe açık bir kültüre sahip olup olmadığı, işletmeler açısından dijital dönüşümün başarısını etkileyen kritik faktörlerdir. Bu kapsamda dijital çağa uygun yeni bir liderlik tarzına ihtiyaç duyulduğu aşikârdır. Günümüz iş dünyasında liderlerin, değişime ve yeniliğe açık bir örgüt kültürü inşa ederek dijital dönüşüme öncülük etmesi ve organizasyon içerisinde değişimi yönlendirmesi gerekmektedir.

Son yıllarda literatüre kazandırılan ve çalışma bağlamında ele alınan dijital liderliğin, Endüstri 4.0 ile birlikte belirginleşen dijital dönüşüm için en uygun liderlik tarzı olduğu düşünülmektedir. Dijital liderlik, teknoloji ve inovasyon odaklı bir anlayış temelinde, işletmelerde düz hiyerarşik yapıların ve yenilikçi örgüt kültürünün hakim olduğu işbirlikçi bir liderlik yaklaşımı olarak özetlenebilir. Dolayısıyla Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolü oldukça önemlidir ve bu çalışmada, yeni dönemde başarılı olunması için dijital liderlerin sahip olması gereken özelliklerin açık bir şekilde belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada detaylı bir literatür incelemesi yapılarak Endüstri 4.0 ve dijital liderlik kavramlarına yer verilmiş, sonrasında ise Endüstri 4.0'da dijital liderliğin rolüne değinilerek dijital liderlerin sahip olması gereken özellikler sıralanmıştır. Dijital liderlerin sahip olması gereken özelliklerin tespit edilmesi noktasında, ilgili toplam 58 çalışma detaylı bir şekilde incelenmiştir.

İncelenen 58 çalışma sonucunda dijital liderlerin sahip olması gereken toplam 87 özellik tespit edilmiş ve özellikler benzerliklerine göre kategorize edilmiştir: (1) stratejik yönetim, (2) teknik bilgi, teknolojik yetkinlik ve okuryazarlık, (3) girişim ve inovasyon odaklılık, (4) etkili iletişim ve işbirliği, (5) problem çözme ve etkin karar verme, (6) çalışan odaklı ve katılımcı yönetim anlayışı, (7) vizyonerlik, (8) pazar ve müşteri odaklılık. Söz konusu özellikler, her biri aynı önem derecesine sahip olmamakla birlikte, dijital liderliğin sağlıklı bir şekilde ele alınmasına imkan sağlayacaktır.

Sonuç olarak dijitalleşme, işletmelerin gelecekteki başarısı için en önemli itici güçtür ve dijital dönüşüme uyum sağlamadan birinci derece sorumlu olan dijital liderlerin birtakım özelliklere sahip olması gerekir. Bununla birlikte gelecek çalışmalarda, tespit edilen dijital liderlik özelliklerinin işletmelerde test edilmesi önerilmektedir.

## Kaynakça

- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *SAV Katkı*, 4, 34-44.
- Albrecht, A. (2017). Leadership 4.0: Virtuelle Organisationsformen. In H. Jung & P. Kraft (Eds.), *Digital vernetzt. Transformation der Wertschöpfung* (pp. 1-14). Carl Hanser Verlag.
- Alonso, V., Dacal-Nieto, A., Barreto, L., Amaral, A., & Rivero, E. (2019). Industry 4.0 implications in machine vision metrology: An overview. *Procedia Manufacturing*, 41, 359-366.
- Anak Agung Sagung, M.A., & Sri Darma, G. (2020). Revealing the digital leadership spurs in the 4.0 industrial revolution. *Asri, AASMAN, & Darma, GS*, 4, 93-100.
- Anderl, I. (2014). Industrie 4.0 - Advanced engineering of smart products and smart production, technological innovations in the product development. In *19th International Seminar on High Technology* (pp. 1-14). Piracicaba, Brazil.
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. H. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotics. *Jurnal Teknologi*, 78(6-13), 137-143. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>
- Banger, G. (2018). Endüstri 4.0 uygulama ve dönüşüm rehberi. *Ankara: Dorlion Yayınları*, 33.
- Barker, R. A. (2001). The nature of leadership. *Human Relations*, 54(4), 469-494.
- Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). *Transformational leadership*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781410617095>
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., & Vocke, C. (2015). Transforming to a hyper-connected society and economy—towards an “Industry 4.0”. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424.
- Bawany, S. (2019). Leadership 4.0: How ready are you to be a digital leader? *Leadership Excellence*, 36(2), 28-30.
- Becks, J. (2012). A review of “Community leadership 4.0: Impacting a world gone wiki”. *World Futures*, 68(6), 456-459.
- Benitez, J., Arenas, A., Castillo, A., & Esteves, J. (2022). Impact of digital leadership capability on innovation performance: The role of platform digitization capability. *Information & Management*, 59(2), 103590.
- Bennis, W. (2013). Leadership in a digital world: Embracing transparency and adaptive capacity. *MIS Quarterly*, 37(2), 635-636.
- Bolte, S., Dehmer, J., & Niemann, J. (2018). Digital Leadership 4.0. *Acta Technica Napocensis-Series: Applied Mathematics, Mechanics, And Engineering*, 61(4).

- Boncau, J., & Thompson, G. (2013). Leadership 4.0. *Leadership Excellence*, 30(1), 6.
- Burmeister, C., Lüttgens, D., & Piller, F. T. (2016). Business model innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” mandates a new perspective on innovation. *Die Unternehmung*, 70(2), 124-152.
- Bygstad, B., Aanby, H. P., & Iden, J. (2017). Leading digital transformation: The Scandinavian way. In *Scandinavian Conference on Information Systems* (pp. 1-14). Springer, Cham.
- Calp, M. H., Bahçekapılı, E., & Berigel, M. (2018). Endüstri 4.0 kapsamında akıllı fabrikaların incelenmesi. *5th International Management Information Systems Conference* (pp. 16-20). Ankara.
- Cankurt, C., & Bayar, Y. (2024). Osmanlı vakıf yöneticilerinin girişimci ve makyavelist liderlik perspektifinden değerlendirilmesi. *Trends in Business and Economics*, 38(3), 166-176.
- Carvalho, A. C. P., Carvalho, A. P. P., & Carvalho, N. G. P. (2020). Industry 4.0 technologies: What is your potential for environmental management? In *Industry 4.0 - Current Status and Future Trends*. IntechOpen.
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Vrontis, D., & Giovando, G. (2023). Digital workplace and organization performance: Moderating role of digital leadership capability. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(1), 100334.
- Chiarvesio, M., & Romanello, R. (2018). Industry 4.0 technologies and internationalization: Insights from Italian companies. *International Business in the Information and Digital Age*, 13, 357-378.
- Chong, L., Ramakrishna, S., & Singh, S. (2018). A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(5), 2281-2300.
- Creusen, U., Gall, B., & Hackl, O. (2017). *Digital leadership: Führung in Zeiten des digitalen Wandels*. Springer-Verlag.
- Crummenerl, C., & Kemmer, K. (2015). Digital leadership - Führungskräfteentwicklung im digitalen Zeitalter. Retrieved from [https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/14-10-16\\_digital\\_leadership\\_v11\\_web\\_17102016.pdf](https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/14-10-16_digital_leadership_v11_web_17102016.pdf)
- Çelebi, B., & Aytekin, M. (2024). Gıda sektöründe Endüstri 4.0: Farkındalık ve yeterlilik seviyesi. *ULIC* (pp. 106-117). Tokat.
- Çelebi, F. (2021). *Dijital çağda liderlik ve girişimcilik*. Ankara: İksad Yayınevi.
- Dalenogare, L. S., Brittes Benitez, G., Fabián Ayala, N., & Germán Frank, A. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>

- Davutoğlu, N. A., Akgül, B., & Yıldız, E. (2017). İşletme yönetiminde sanayi 4.0 kavramı ile farkındalık oluşturarak etkin bir şekilde değişimi sağlamak. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52), 544-567.
- de Araujo, L. M., Priadana, S., Paramarta, V., & Sunarsi, D. (2021). Digital leadership in business organizations. *International Journal of Educational Administration, Management, and Leadership*, 2(1), 45-56.
- De Waal, B., Van Outvorst, F., & Ravesteyn, P. (2016). Digital leadership: The objective-subjective dichotomy of technology revisited. In *12th European Conference on Management, Leadership and Governance ECMLG 2016* (p. 52).
- Demiral, G. (2019). Endüstri 4.0'ın insan kaynaklarına yönelik etkileri: Teknolojik değişim farkındalığı üzerine bir araştırma. *EKEV Akademi Dergisi*, (80), 191-208.
- Dery, K., Sebastian, I. M., & van der Meulen, N. (2017). The digital workplace is key to digital innovation. *MIS Quarterly Executive*, 16(2), 135-152.
- Doz, Y. L., & Kosonen, M. (2010). Embedding strategic agility: A leadership agenda for accelerating business model renewal. *Long Range Planning*, 43(2-3), 370-382.
- Durmuş, A. (2019). *Endüstri 4.0 Eğitim 4.0 Liderlik 4.0 Toplum 5.0* (1st ed.). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Eagly, A. H., Johannesen-Schmidt, M. C., & Van Engen, M. L. (2003). Transformational, transactional, and laissez-faire leadership styles: A meta-analysis comparing women and men. *Psychological Bulletin*, 129(4), 569-591. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.4.569>
- Eberl, J. K., & Drews, P. (2021). Digital leadership-Mountain or molehill? A literature review. In *Innovation through Information Systems: Volume III: A Collection of Latest Research on Management Issues* (pp. 223-237).
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO). (2015). Sanayi 4.0 uyum sağlayamayan kaybedecek. [Erişim: 11.11.2024, [http://www.cbso.org.tr/cbsomedia/documents/sanayi-40\\_88510761.pdf](http://www.cbso.org.tr/cbsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf)]
- El Sawy, O. A., Kræmmergaard, P., Amsinck, H., & Vinther, A. L. (2016). How LEGO built the foundations and enterprise capabilities for digital leadership. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 141-166.
- Fei, T., Qinglin, Q., Wang, L., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twins and cyber-physical systems toward smart manufacturing and Industry 4.0: Correlation and comparison. *Engineering*, 5(4), 653-661. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.01.014>
- Fisk, P. (2002). The making of a digital leader. *Business Strategy Review*, 13(1), 43-50.



- Fukuzawa, K. (2016). Seven key traits of transformational digital leaders. *Spencer Stuart*. Retrieved from <https://www.spencerstuart.com/research-and-insight/seven-key-traits-of-transformational-digital-leaders>
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017, October). IV. Sanayi devrimi: Endüstri 4.0 ve otomotiv sektörü. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 3).
- Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S., & Spath, D. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industry 4.0* [Production work of the future - Industry 4.0]. Fraunhofer IAO.
- George, S. (2018). 3 characteristics of the new digital leader mindset. *Gartner Inc*. Retrieved from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-characteristics-of-the-new-digital-leader-mindset>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Gledson, B., Zulu, S. L., Saad, A. M., & Ponton, H. (2024). Digital leadership framework to support firm-level digital transformations for Construction 4.0. *Construction Innovation*, 24(1), 341-364.
- Gorton, C. (2018). 6 characteristics of digital leadership. *Digital Leaders*. Retrieved from <https://digileaders.com/6-characteristics-digital-leadership/>
- Gönen, S., & Rasgen, M. (2019). Endüstri 4.0 ve muhasebenin dijital dönüşümü. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2898-2917.
- Göv, S. A., & Erdoğan, D. (2020). Dördüncü Endüstri Devriminin (Endüstri 4.0) neresindeyiz? *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 299-318.
- Gubán, M., & Kovács, G. (2017). Industry 4.0 conception. *Acta Technica Corviniensis Bulletin of Engineering*, 10(1).
- Haack, C. (2018). *Building digital leaders. Unternehmenswertsteigerung durch Digitalisierung*. Books on Demand, Norderstedt.
- Hammermann, A., & Stettes, O. (2017). Stellt die Digitalisierung neue Anforderungen an Führung und Leistungsmanagement? *IW-Trends-Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung*, 44(4), 93-111.
- Hanschke, I. (2018). *Digitalisierung und Industrie 4.0-einfach und effektiv: Systematisch und lean die Digitale Transformation meistern*. Carl Hanser Verlag.
- Hasanlı, L. (2021). The impact of digital leadership on innovativeness in small and medium-sized enterprises. T.C. İstanbul Aydın University, Department of Business Administration Program, Master Degree.
- Hearsum, S. (2015). How to develop digital leadership capability?. *Strategic HR Review*, 14(5).

- Hensellek, S. (2020). Digital leadership: A framework for successful leadership in the digital age. *Journal of Media Management and Entrepreneurship (JMME)*, 2(1), 1-15.
- Herder-Wynne, F., Amato, R., & Uit de Weerd, F. (2017). Leadership 4.0: A review of the thinking. In *Leadership 4.0* (eds). *Oxford Leadership*. Retrieved from <https://www.oxfordleadership.com/wp-content/uploads/2017/10/OL-Leadership-4.0-%E2%80%93-A-review-of-the-thinking.pdf>
- Herold, G. (2016). Leadership in the fourth industrial revolution. *Stanton Chasse*. Retrieved from <https://www.stantonchasemontreal.com/wp-content/uploads/2017/02/leadership-in-fourth-industrialrevolution.pdf>
- Islam, T., Ahmad, S., & Ahmed, I. (2022). Linking environment specific servant leadership with organizational environmental citizenship behavior: The roles of CSR and attachment anxiety. *Review of Managerial Science*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00547-3>
- Issa, A., Hatiboglu, B., Bildstein, A., & Bauernhansl, T. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia Cirp*, 72, 973-978.
- İnel, M. (2019). An empirical study on measurement of efficiency of digital transformation by using data envelopment analysis. *Management Science Letters*, 9(4), 549-556.
- Junita, I. (2019). Transformational leadership in the digital era: Analysis of Nadiem Makarim (Founder of GO-JEK Indonesia) leadership figure. *IJBE (Integrated Journal of Business and Economics)*.
- Kagermann, H. (2015). Change through digitization - Value creation in the age of industry 4.0. In *Management of Permanent Change* (pp. 2345). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-05014-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-05014-6_2)
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 – Final report of the Industrie 4.0 working group. Frankfurt am Main: Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance, acatech.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408–425. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009>
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press*, 14(1-25). Retrieved from <http://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation>
- Kar, A. K. (2018). Regulation and governance of the Internet of Things in India. *Journal of Digital Policy, Regulation and Governance*, 20(5), 399–412.

- Khan, S. (2016). Leadership in the digital age: A study on the effects of digitalisation on top management leadership (Master's thesis). Stockholm Business School, Sweden.
- Klein, M. (2020). Leadership characteristics in the era of digital transformation. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 883-902.
- Klus, M. F., & Müller, J. (2021). The digital leader: what one needs to master today's organisational challenges. *Journal of Business Economics*, 91(8), 1189-1223.
- Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R., & Schrauf, S. (2014). *Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet*. Munich: Strategy and PwC.
- Koçak, C. (2019). Dördüncü Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0ve bir cam ambalaj fabrikasında uygulanması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü). Gebze Teknik Üniversitesi.
- Koen, S. (2019). Five qualities of a digital leader: The mindset you need to keep abreast of the digital sphere. Retrieved from <https://medium.com/swlh/five-qualities-of-a-digital-leader-9b58c398a312>
- Kofler, T. (2018). Digitale Transformation in Unternehmen. In N. Höhne, D. Méndez, & K. B. Zimmer (Eds.), *ZD.B Digital Dialogue Positionspapier*.
- Kremer, M. (1993). Population growth and technological change: One million B.C. to 1990. *The Quarterly Journal of Economics*, 108, 681-716.
- Kroker, M. (2018). Steinzeit-IT vertreibt Mitarbeiter. *WTWO*. Retrieved from <https://www.wiwo.de/technologie/gadgets/digitaler-arbeitsplatz-steinzeit-it-vertreibt-mitarbeiter/22886692.html>
- Kwiotkowska, A., Gajdzik, B., Wolniak, R., Vveinhardt, J., & Gębczyńska, M. (2021). Leadership competencies in making Industry 4.0 effective: The case of Polish heat and power industry. *Energies*, 14(14), 4338. <https://doi.org/1996-1073>
- Larjovuori, R. L., Bordi, L., & Heikkilä-Tammi, K. (2018, October). Leadership in the digital business transformation. In *Proceedings of the 22nd International Academic Mindtrek Conference* (pp. 2122-2121). ACM.
- Larjovuori, R. L., Bordi, L., Mäkinemi, J. P., & Heikkilä-Tammi, K. (2016). The role of leadership and employee well-being in organizational digitalization. *Tiziana Russo-Spena and Cristina Mele*, 1159.
- Lee, J. (2013). Industry 4.0 in Big Data environment. *German Harting Magazine*, 26, 8-10.
- Lipman-Blumen, J. (1992). Connective leadership: Female leadership styles in the 21st-century workplace. *Sociological Perspectives*, 35(1), 183-203.
- Matzler, K., von den Eichen, S. F., Anschöber, M., & Kohler, T. (2018). The crusade of digital disruption. *Journal of Business Strategy*, 39(6), 13-20. <https://doi.org/10.1108/JBS-12-2017-0187>

- Mihardjo, L., Sasmoko, S., Alamsjah, F., & Elidjen, E. (2019). Digital leadership role in developing business model innovation and customer experience orientation in industry 4.0. *Management Science Letters*, 9(11), 1749-1762.
- Mirza, M. S. (2017). Leadership excellence for the Digital Age. *HR Future*, May, 20-23.
- Mittal, S., Ahmad Khan, M., Romero, D., & Wuest, T. (2019). Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 233(5), 1342–1361. <https://doi.org/10.1177/0954405417736547>
- Mohamed, M. (2018). Challenges and benefits of industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265.
- Mosconi, F. (Ed.). (2015). *The New European Industrial Policy: Global Competitiveness and the Manufacturing Renaissance*. Routledge. <https://doi.org/10.1430/84080:y:2016:i:2:p:367-369>
- Nagel, L. (2020). The influence of the COVID-19 pandemic on the digital transformation of work. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 40(9/10), 861–875.
- Newman, D. (2018). 5 leadership traits required for digital transformation success. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/06/14/5-leadership-traits-required-for-digital-transformation-success/>
- Oberer, B., & Erkollar, A. (2018). Leadership 4.0: Digital leaders in the age of Industry 4.0. *International Journal of Organizational Leadership*, 7, 404–412.
- Ötleş, S., & Özyurt, V. H. (2016). Endüstri 4.0: Gıda sektörü perspektifi. *Dünya Gıda Dergisi*, 89, 96.
- Öz, Ö. (2020). Dijital liderlik: Dijital dünyada okul lideri olmak. *Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama*, 3(1), 45-57.
- Öztemel, E., & Gursev, S. (2020). A taxonomy of Industry 4.0 and related technologies. *Industry 4.0*, 45.
- Pamuk, N. S., & Soysal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi Endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1), 41–66.
- Paritala, P. K., Manchikatla, S., & Yarlagadda, P. K. D. V. (2017). Digital manufacturing—Applications past, current, and future trends. *Procedia Engineering*, 174, 982–991. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.250>
- Pasolong, H., Nilna, M., & Justina, A. J. (2021). Digital leadership in facing challenges in the era of Industrial Revolution 4.0. *Webology*, 18, 975–990.
- Paulin, S. (2014). Leadership 4.0: From ego-system to eco-system. *AI Practitioner*, 16(1), 54–58.

- Petrucci, T., & Rivera, M. (2018). Leading growth through the digital leader. *Journal of Leadership Studies*, 12(3), 53–56.
- Popkova, E. G., Ragulina, Y. V., & Bogoviz, A. V. (2019). Fundamental differences of transition to Industry 4.0 from previous industrial revolutions. *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century*, 21–29.
- Prince, K. A. (2017). Industrie 4.0 and leadership. In *Proceedings of the 17th International Conference on Electronic Business* (pp. 132–139). ICEB, Dubai, UAE, December 4-8.
- Promsri, D. C. (2019). The developing model of digital leadership for a successful digital transformation. *GPH-International Journal of Business Management*, 2(08), 01–08.
- Puhovichova, D., & Jankelová, N. (2021). Leadership in conditions of Industry 4.0. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 115, p. 03013). EDP Sciences.
- Quddus, A., Nugroho, B. S., Hakim, L., Ritaudin, M. S., Nurhasanah, E., Sursara, A., Karyanto, U. B., Tanjung, R., Awali, H., & Mufid, A. (2020). Effect of ecological, servant, and digital leadership style influence university performance? Evidence from Indonesian universities. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10), 408–417.
- Raza, B. (2016). Leadership 4.0 (Master's thesis, Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt, Germany).
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2), 215824401665398. <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>
- Roe, D. (2018). 7 skills and characteristics of a successful digital workplace leader. *CMSWIRE*. <https://www.cmswire.com/leadership/10-skills-and-characteristics-of-a-successful-digital-workplace-leader/>
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(5), 77–91.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54–89. [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)
- Sainger, G. (2018). Leadership in digital age: A study on the role of leader in this era of digital transformation. *International Journal on Leadership*, 6(1), 1.
- Sandell, S. (2013). *Digital leadership: How creativity in business can propel your brand and boost your results*. Upfront Publishing.
- Sasmoko, S., Mihardjo, L., Alamsjah, F., & Elidjen, E. (2019). Dynamic capability: The effect of digital leadership on fostering innovation capa-

- bility based on market orientation. *Management Science Letters*, 9(10), 1633–1644.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. Optimist Yayın Grubu. İstanbul.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Currency. USA.
- Sikora, H. (2017). Digital age management: Führung im digitalen Zeitalter. *E & I Elektrotechnik und Informationstechnik*, 134(7), 344–348.
- Sow, M., & Aborbie, S. (2018). Impact of leadership on digital transformation. *Business and Economic Research*, 8(3), 139–148.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43–57.
- Sreenivasulu, N. S. (2019). Personal data sharing and legal issues of human rights in the era of artificial intelligence: Moderating effect of government regulation. *International Journal of Electronic Government Research*, 15(3), 21–36.
- Staffen, S., & Schoenwald, L. (2016). Leading in the context of the industrial revolution. Retrieved January 2020, from [https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/resouces\\_leader\\_40\\_industrial\\_revolution.pdf](https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/resouces_leader_40_industrial_revolution.pdf)
- Sullivan, L. (2017). 8 skills every digital leader needs. Retrieved February 2020, from <https://www.cmswire.com/digital-workplace/8-skills-every-digital-leader-needs/>
- Sürmen, Y. E. (2019). Endüstri 4.0 ve otomotiv endüstrisi: Bursa ili SWOT analizi ile değerlendirilmesi (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).
- Şekkeli, Ö. Ü. Z. H. (2023). Liderlik 4.0. Düğcer, Y. S. ve Özkan, H. (Ed.), *Endüstri 4.0 & örgütsel değişim: Geleceği yönet içinde* (37-70 ss.). Gazi Kitabevi. Ankara.
- Tanniru, M. R. (2018). Digital leadership. In *Management of information systems*. IntechOpen.
- Taşdemir, M., & Müdürlüğü, S. H. G. (2022). Endüstri 4.0 ve liderlik: Endüstri 4.0 olgunluk düzeyi belirleme araştırması: Biga Ticaret ve Sanayi Odasına kayıtlı imalat işletmeleri üzerine uygulama. *Journal of Leadership Studies*, 23.
- Tigre, F. B., Curado, C., & Henriques, P. L. (2023). Digital leadership: A bibliometric analysis. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 30(1), 40–70. <https://doi.org/10.xxxx/yyyy>
- Timurcanday Özmen, Ö. N., Eris, E. D., & Süral Özer, P. (2020). Dijital liderlik çalışmalarına bir bakış. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 57–69.
- Toduk, Y. (2014). *2023 lideri: Dijital çağın liderlik surları* (1st ed.). Doğan Egmont Yayıncılık.



- Trefler, A. (2019). 4 essential qualities for digital leaders. *World Economic Forum*. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/4-essential-qualities-for-digital-leaders/>
- Tüzmen, A. B. (2017). Endüstri 4.0 ile dönüşen liderlik. *Harvard Business Review Türkiye*. Retrieved from <https://hbrturkiye.com/dergi/endustri4-0-ile-donusen-liderlik>
- Urçar, S. (2017). Dijital zamanlarda liderlik. *Turkishtime*. <http://www.turkish-timedergi.com/dijitalekonomi/dijital-zamanlarda-liderlik/> (11.10.2018)
- Ünlü, F., & Atik, H. (2018). Türkiye'deki işletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş performansı: Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırmalı ampirik analiz. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 17(2), 431–463.
- Wilson, E. J., Goethals, G. R., Sorenson, G., & Burns, J. M. (2004). Leadership in the digital age. In *Encyclopedia of leadership* (Vol. 4, pp. 858–861). Sage Publications.
- Winston, B. E., & Patterson, K. (2006). An integrative definition of leadership. *International Journal of Leadership Studies*, 1(2), 6–66.
- Zhou, K., Liu, T., & Liang, L. (2016). From cyber-physical systems to industry 4.0: Make future manufacturing become possible. *International Journal of Manufacturing Research*, 11, 167–188. <https://doi.org/10.1504/IJMR.2016.078251>
- Zhou, Z., Xie, S., & Chen, D. (2012). *Fundamentals of digital manufacturing science*. Springer Series in Advanced Manufacturing. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-564-4>
- Zhu, P. (2015). *Digital master: Debunk the myths of enterprise digital maturity*. Lulu Press, Inc.
- Zuehlke, D. (2010). Smart factory – Towards a factory-of-things. *Annual Reviews in Control*, 34, 129–138. <https://doi.org/10.xxxx/yyyy>



