

DÖNÜŞÜMÜN PEŞİNDE  
**DİJİTAL ÇAĞIN**  
**ANATOMİSİ**

EDİTÖR  
DR. ÖĞR. ÜYESİ ONUR OKTAYSOY

**EĞİTİM**  
yayınevi

## DÖNÜŞÜMÜN PEŞİNDE DİJİTAL ÇAĞIN ANATOMİSİ

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Onur Oktaysoy

**Genel Yayın Yönetmeni:** Yusuf Ziya Aydoğın (yza@egitimyayinevi.com)

**Genel Yayın Koordinatörü:** Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

**Sayfa Tasarımı:** Kübra Konca Nam

**Kapak Tasarımı:** Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

**Yayıncı Sertifika No:** 76780

**E-ISBN:** 978-625-5997-95-1

1. Baskı, Aralık 2024

## DÖNÜŞÜMÜN PEŞİNDE DİJİTAL ÇAĞIN ANATOMİSİ

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Onur Oktaysoy

IV+216 s., 160x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

**E-ISBN:** 978-625-5997-95-1

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

**EĞİTİM**

yayınevi

**Yayınevi Türkiye Ofis:** İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

**Konya:** Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye  
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42  
bilgi@egitimyayinevi.com

**Yayınevi Amerika Ofis:** New York: Eğitim Publishing Group, Inc. P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America  
americaoffice@egitimyayinevi.com

**Lojistik ve Sevkiyat Merkezi:** Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye  
sevkiyat@egitimyayinevi.com

**Kitabevi Şubesi:** Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye  
+90 332 499 90 00  
bilgi@egitimkitabevi.com

**İnternet Satış:** www.kitapmatik.com.tr  
+90 537 512 43 00  
bilgi@kitapmatik.com.tr

 **kitapmatik**  
projetekski kitapçınız

# İÇİNDEKİLER

## GENEL HATLARIYLA DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE NEDENLERİ..... 1

Gönül Gökçay, Alper Gökçay

## DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE TÜRKİYE..... 16

Ethem Topçuoğlu

## TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE TEKNOLOJİ KORKUSU .....29

Yaşar Şahin, Burcu Turan Torun

## ENDÜSTRİYEL GELİŞİMİN KRONOLOJİSİ.....48

Selen Uygungil Erdoğan, Burcu Turan Torun

## ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ .....65

Muhammed Akif Yenikaya

## ENDÜSTRİ 4.0 DEVRİMİ VE TOPLUM 5.0.....84

Oktay Kavak, Erdoğan Kaygın

## DİJİTAL ÇAĞDA İŞ STRATEJİLERİ VE LİDERLİK ..... 107

Onur Oktaysoy

## BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ ..... 128

Muhammed Akif Yenikaya, Rafet Doğrukartal

**TEKNOKENTLER VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM EKOSİSTEMİ ..... 154**

Ethem Topçuoğlu

**ÜRETİM SİSTEMLERİ DÖNÜŞÜMÜ ..... 174**

Selen Uygungil Erdoğan, Elif Köksoy

**SAĞLIK SEKTÖRÜ DİJİTAL DÖNÜŞÜM: DOĞAL DİL İŞLEME  
TEKNOLOJİSİ ÖRNEĞİ ..... 197**

Nimet Yaman

# GENEL HATLARIYLA DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE NEDENLERİ

Gönül Gökçay<sup>1</sup>, Alper Gökçay<sup>2</sup>

## ÖZET

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojiler aracılığıyla iş süreçlerini, iş modellerini ve değer yaratma yöntemlerini yeniden yapılandığı çok yönlü bir süreçtir. Bu dönüşüm, geleneksel yöntemlerden dijital platformlara geçişle, işletmelere rekabet avantajı sağlamak, verimliliği artırmak, müşteri deneyimini geliştirmek ve yenilikçi çözümler üretmek gibi fırsatlar sunar. Dijital dönüşüm sürecinde işletmeler, sosyal medya, yapay zekâ, büyük veri analitiği, bulut bilişim ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerden yararlanarak müşteriyle etkileşimlerini güçlendirebilir, ürün ve hizmetlerini çeşitlendirebilir ve operasyonlarını daha verimli hale getirebilir. Bu süreçte başarılı olabilmek için işletmelerin yalnızca teknoloji yatırımı yapması yetmez; aynı zamanda dijital kültürü benimsemeleri, organizasyon yapısını esnek hale getirmeleri ve çalışanların dijital yetkinliklerini geliştirmeleri gerekir. Ancak, dijital dönüşüm uygulamaları çeşitli zorluklarla karşılaşabilir. Bu zorlukların başında, yeterli bütçe ve teknoloji altyapısı eksikliği, veri güvenliği ve gizlilik riskleri, çalışanların dönüşüme direnç göstermesi, yetkin insan kaynağının yetersizliği ve mevcut sistemlerin yeni dijital çözümlerle uyum sağlayamaması yer alır. Dijital dönüşüm, işletmelere daha hızlı ve bilgiye dayalı kararlar alma imkanı tanırken, yenilikçiliğe dayalı bir iş yapısı oluşturma şansı sunar. Bu doğrultuda, işletmelerin dijital dönüşüm stratejilerini dikkatle planlamaları ve karşılaşılabilecekleri engelleri aşmak için güçlü bir yönetim desteğine sahip olmaları önemlidir. Nitekim dijital dönüşüm, işletmeler için bir tercih değil, değişen iş koşullarına uyum sağlamak ve rekabet gücünü artırmak adına bir zorunluluk haline gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Dijitalleşme, İnovasyon, Modern İşletmeler.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, gonulgokcay@kafkas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0140-8668

2 Bilim uzmanı, a.gokcay@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7460-6388

## 1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm, işletmelerin rekabet avantajı elde etmek amacıyla dijital teknolojileri kullanarak iş süreçlerini ve iş modellerini dönüştürdüğü bir süreçtir. Bu dönüşüm, geleneksel yöntemlerden dijital platformlara geçişle birlikte verimlilik artışı, müşteri deneyiminin iyileştirilmesi ve yenilikçi çözümlerin üretilmesi gibi faydalar sağlar. Dijital dönüşüm, teknolojik ilerlemeleri takip ederek işletmelerin dijital yeteneklerini güçlendirmesini, dijital kültürü benimsemesini ve dijitalleşmeyi iş stratejisinin bir parçası haline getirmesini gerektirir.

Ancak, dijital dönüşümün uygulanması çeşitli engellerle karşılaşabilir. Bu engellerin başında, işletme kültüründe dirençle karşılaşma, yetersiz dijital yeteneklere sahip olma, yetersiz teknoloji altyapısı ve veri güvenliği riskleri gelir. Bu engelleri aşmadan, işletmeler dijital dönüşümün potansiyel faydalarını tam olarak elde edemezler. Bu nedenle, işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde ilerlemelerini sağlamak için, dijital kültürü benimsemeleri ve çalışanlarının gerekli dijital yeteneklere sahip olmalarını sağlamaları büyük önem taşır.

Bu bölümde, dijital dönüşümün tanımlarının yanı sıra dijitalleşme aşamaları, dijital dönüşüm stratejileri, dijital dönüşümde karşılaşılan engeller (yetersiz bütçe, kültür değişikliğine direnç, yetersiz yetenekler, yetersiz teknoloji altyapısı, mevcut sistemlerin uyumsuzluğu, güvenlik ve gizlilik endişeleri, yasal ve düzenleyici engeller, yetersiz veri yönetimi) ve dijital dönüşümde yapılan hatalar (hızlı geçiş, yetersiz veri analizi, iş süreçlerinin tam anlamıyla anlaşılması, çalışanların eğitim ve gelişimine yeterli önem verilmemesi, müşteri ihtiyaçlarının yeterince analiz edilmemesi) gibi konulara değinilmiştir. Bölümde yer alan bilgilerin, işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecekleri zorlukları anlamalarına ve bu engelleri aşarak başarılı bir dönüşüm gerçekleştirmelerine yardımcı olması hedeflenmektedir.

## 2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE NEDENLERİ

### 2.1. Dijital Dönüşüm Tanımları

Dijital dönüşüm, geleneksel işletme yönetimini değiştiren, yeni dijital teknolojilerin kullanımına dayalı bir dönüşümdür. Bu teknolojiler, sosyal medya, mobil cihazlar, analitik araçlar, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi birçok farklı alanı kapsar. Dijital dönüşüm, kişisel ve kurumsal bilgi teknolojilerinin birleştirilmesiyle gerçekleştirilir ve işletmelerin dönüşümsel etkisini artırır. Bu dönüşüm, işletmelerin üretkenliğini artırırken, müşteri deneyimini iyileştirerek rekabet avantajı elde etmelerine olanak tanır. İşletmeler, dijital teknolojileri kullanarak verimliliklerini artırabilir, iş süreçlerini optimize edebilir, yeni iş modelleri geliştirebilir ve daha hızlı ve daha verimli bir şekilde müşterilerine hizmet sunabilirler. Bu nedenle, dijital dönüşüm işletmeler için giderek daha

önemli hale gelmektedir. İşletmeler, dijital teknolojileri kullanarak müşteri deneyimini iyileştirmeli, iş süreçlerini optimize etmeli ve daha verimli ve rekabetçi hale gelmelidir (Sağlam, 2021; Sebastian ve Beath, 2017).

Dijital dönüşüm, üretim süreçlerindeki mekanik işlemler yerine, daha yoğun bilgi teknolojilerine dayalı işlemlere odaklanarak, daha verimli ve esnek üretim sağlar. Ancak, bu dönüşümün başarısı, yalnızca doğru bilgi elde etmekle değil, aynı zamanda bu bilgiyi yorumlamak ve doğru bir şekilde kullanmakla da ilgilidir. Bilgi, işletmelerin kararlarını ve iş süreçlerini yönlendiren en önemli varlıklardan biridir. Ancak, bu bilgi sadece doğru şekilde toplandığında ve doğru bir şekilde yorumlandığında gerçek değerine ulaşabilir. Bu nedenle, dijital dönüşümün başarısı, işletmelerin bilgiyi toplama, depolama, analiz etme ve yorumlama süreçlerindeki becerilerine de bağlıdır. Dijital dönüşüm, işletmelerin daha fazla veri toplamasını sağlar ve bu verilerin daha hızlı bir şekilde analiz edilmesine ve yorumlanmasına olanak tanır. Bu da, işletmelerin daha doğru ve bilgiye dayalı kararlar almasına yardımcı olur. Ancak, bu süreçte, doğru analitik becerilerin geliştirilmesi ve doğru araçların kullanılması çok önemlidir. Nitekim dijital dönüşüm, işletmelerin üretim süreçlerini daha verimli ve esnek hale getirerek, rekabet avantajı sağlar. Ancak, bu dönüşümün başarısı, yalnızca doğru bilgi toplama süreçleriyle değil, aynı zamanda bu bilginin doğru bir şekilde yorumlanması ve kullanılmasıyla da ilgilidir (Sağlam, 2021).

Dijital dönüşüm, günümüzde işletmelerin önündeki en büyük fırsat ve zorluklardan biridir. İşletmelerin, dijital teknolojileri benimseyerek temel ticari işlemlerini, ürünlerini, süreçlerini ve organizasyon yapılarını değiştirmeleri, verimliliği arttırmaları ve müşteri deneyimini geliştirmeleri mümkün hale gelir. Dijital dönüşüm, işletmelerin daha hızlı, daha etkili ve daha verimli hale gelmelerini sağlayarak satış ve üretkenlikte artış sağlar. Bu teknolojiler, işletmelerin müşterileriyle daha yakından etkileşime geçmesini ve onların ihtiyaçlarını daha iyi anlamalarını sağlar. Böylece, işletmelerin müşterileriyle daha güçlü bir ilişki kurmaları mümkün olur ve bu da müşteri memnuniyetinin artması ve sadakatinin güçlenmesi ile sonuçlanır. Ayrıca, dijital dönüşüm, işletmelerin verimliliklerini arttırmalarına ve maliyetlerini azaltmalarına da yardımcı olur. Bu teknolojiler, işletmelerin süreçlerini daha verimli hale getirmelerini ve daha az kaynak harcamalarıyla daha fazla ürün ve hizmet üretmelerini sağlar. Bu da işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerine ve daha fazla değer yaratmalarına yardımcı olur. Dijital dönüşüm, işletmelerin iş yapma şeklini değiştirerek, daha rekabetçi ve inovatif hale gelmelerine yardımcı olur. Bu dönüşüm, işletmelerin müşteri deneyimini iyileştirmelerine, üretkenliği arttırmalarına, maliyetleri azaltmalarına ve daha fazla değer yaratmalarına olanak tanır (Matt vd., 2015; Sağlam, 2021).

Dijital teknolojilerin gelişmesi, işletmelerin iş süreçlerini değiştirmesi ve dönüşümü hızlandırması sonucu yöneticilerin rolü de önemli bir değişim geçiriyor. Dijital dönüşüm sürecinde, yöneticilerin, organizasyonlarına en iyi şekilde uyacak teknolojik araçları seçmeleri ve bu araçları doğru bir şekilde kullanmaları gerekir. Bu nedenle, yöneticilerin dijital dönüşümün iş süreçleri üzerindeki etkilerini anlamaları çok önemlidir. Bu etkiler, işletmelerin verimliliğini, karlılığını, müşteri memnuniyetini ve genel olarak performansını artırabilir. Yöneticiler, bu dönüşümün faaliyetler üzerindeki etkilerini anlamak için veri analizi, yapay zekâ ve diğer dijital teknolojileri kullanabilirler. Yöneticilerin ayrıca, dijital dönüşüm sürecinde çalışanların yeteneklerinin de önemli bir faktör olduğunu anlamaları gerekiyor. Yöneticiler, çalışanlarına dijital yetkinlikleri geliştirme fırsatları sunarak, iş süreçlerindeki verimliliği artırabilirler. Yöneticilerin dijital dönüşümün iş süreçleri üzerindeki etkilerini anlaması, işletmelerinin rekabet gücünü artırması ve başarılarını sürdürmesi için kritik önem taşır. Bu nedenle, yöneticilerin dijital teknolojileri ve dijital dönüşümü doğru bir şekilde kullanarak işletmelerinin performansını artıracabilecekleri ve rekabet avantajı elde edebilecekleri bir strateji geliştirmeleri gerekir (Sağlam, 2021).

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri kullanarak yeni iş modelleri geliştirmesine ve iş süreçlerini, operasyonel rutinleri ve organizasyon yeteneklerini etkilemesine olanak tanır. Bu sayede, işletmeler müşterilerine daha iyi hizmet sunabilir, operasyonel maliyetleri azaltabilir ve ürün ve hizmetlerinde yenilikler yapabilir. Dijital dönüşüm, işletmelerin iş yapış şekillerinde ve faaliyetlerinde köklü değişimlere neden olabilir. İş süreçlerindeki dijitalleşme, daha verimli ve hızlı işlem yapmaya, maliyetleri düşürmeye ve karlılığı artırmaya yardımcı olabilir. Operasyonel rutinlerdeki dijitalleşme ise, örneğin yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi teknolojilerin kullanımı, işletmelerin daha akıllı ve otomatik sistemlere geçiş yapmasına olanak tanır. Organizasyon yeteneklerindeki dijitalleşme ise, işletmelerin daha hızlı, esnek ve verimli olmasını sağlar (Bektaş ve Çelik, 2021). İşletmeler, dijital yeteneklerini artırarak müşterilerine daha iyi hizmet sunabilir, ürün ve hizmetlerinde daha fazla yenilik yapabilir ve rekabet avantajı elde edebilir. Dijital dönüşüm, işletmelerin iş modellerini, iş süreçlerini, operasyonel rutinleri ve organizasyon yeteneklerini etkileyen kapsamlı bir süreçtir. İşletmeler, dijital dönüşümü benimseyerek müşteri memnuniyetini artırabilir, operasyonel verimliliği artırabilir, yeni pazarlar keşfedebilir ve rekabet avantajı elde edebilirler (Verhoef vd., 2019, Li vd., 2018; Matarazzo vd., 2020; Sezen ve Eren Şenaras, 2022). Tablo 1’de bazı kaynaklarda verilen “Dijital dönüşüm” teriminin tanımları bulunmaktadır.



**Tablo 1.** “Dijital dönüşüm” teriminin tanımları

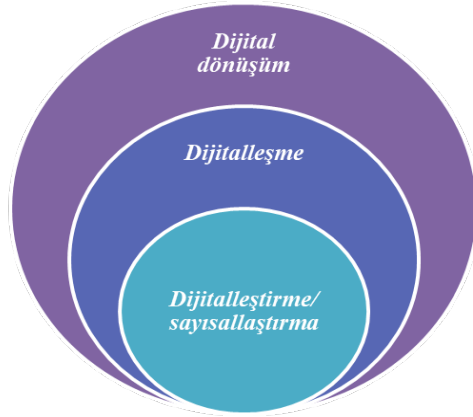
Kaynak	Tanımları
Özcan ve Keskin (2020)	Dijital dönüşümün toplumsal açıdan etkilerinin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Çünkü dijital teknolojilerin yaygınlaşması ve kullanımının artması, toplumun geniş kesimlerini etkilemektedir. Bu nedenle, dijital dönüşümün getirdiği değişimlerin toplumsal boyutta değerlendirilmesi gerekmektedir. Geleceğin yapay zekâların ve robotların dünyası olarak görülmesi abartılı olmayabilir çünkü dijitalleşme süreci hızla ilerlemektedir ve bu süreçte yapay zekâ, robotlar gibi teknolojik gelişmelerin etkisi daha da artacaktır. Bu nedenle, dijital dönüşümün toplumsal açıdan etkilerinin değerlendirilmesi, insanların yaşam kalitesi, iş ve sosyal ilişkileri, gelir dağılımı ve adaleti gibi konuları da kapsamalıdır.
Ghobakhloo (2020)	Bu çalışma, dijital devrimin sadece bireylerin yaşam ve çalışma şeklini değil, aynı zamanda dünya genelinde sürdürülebilirlik için sunabileceği fırsatları da ele almıştır. Endüstri 4.0'ın işlevselliği, özellikle sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir ve bu nedenle Endüstri 4.0 paydaşlarına hizmet etmek için etkili bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu çalışma, sadece Endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik açısından potansiyelini ortaya çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda Endüstri 4.0 paydaşlarının bu potansiyeli en üst düzeye çıkarmak için neler yapabileceğine dair bir yol haritası sunar.
Ritter ve Pedersen (2020)	Bu çalışmalar, dijitalleşmenin işletmeler arası pazarlarda önemli bir rol oynadığını ve dijitalleşmenin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinin iş modellerinin yeniden yapılandırılmasını gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, dijitalleşme kapasitesinin bir tanımı ve belirlenmesi, işletmelerin sayısallaştırma sürecini yönetmelerine ve dijitalleşmelerine olanak tanıyarak, veriye dayalı büyüme için önemli bir adım olacaktır. Bu çalışmalar aynı zamanda, gelecekteki araştırmalar için umut verici yolların da var olduğunu vurgulamaktadır.
Abou Foul vd.(2020)	Yöneticilere hizmet sürecindeki dijital dönüşümün önemini vurgulamaktadır. Bu dönüşümün, işletmelerin kâr-zarar sonuçlarını olumlu yönde etkileyebileceğine dikkat çekilmektedir. Buna ek olarak, dijital teknolojilerin işe özel becerilerle bütünleştirilmesiyle daha iyi sonuçlar elde edilebileceği belirtilmektedir. Bu çalışmanın, hizmet sektöründe dijital dönüşümün teorik etkileri hakkında önemli bilgiler sağladığı da vurgulanmaktadır.
Sestino vd.(2020)	Çalışmada, IoT (Nesnelerin İnterneti) ve Büyük Veri'nin sağladığı dijital dönüşümün işletmelerde olumlu etkilerinin altını çizmektedir. Bu teknolojiler sayesinde işletmeler, müşterileri ve ürünleri hakkında daha fazla veriye erişebilir, verileri analiz edebilir ve bu verileri iş stratejilerine dönüştürebilirler. Bu da müşteri deneyimini artırabilir, üretkenliği artırabilir, maliyetleri azaltabilir ve yeni iş fırsatları yaratabilir. Bu nedenle, işletmelerin IoT ve Büyük Veri teknolojilerini dikkate almaları ve bu teknolojileri iş stratejilerine entegre etmeleri önemlidir.
Fletcher ve Griffiths (2020)	Çalışmada, COVID-19 pandemi döneminde yapılan dijital dönüşümün özelliklerini ve etkilerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, dijital olgunluğun önemine vurgu yapılmıştır. Çalışmaya göre, dijital olgunluğu yüksek olan kuruluşlar pandemi sürecinde daha esnek bir yapı sergilemişlerdir. Bu durum, dijital olgunluk seviyesinin kuruluşların direncini artırarak kriz durumlarında daha hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verilmesini sağladığını göstermektedir. Ayrıca, dijital olarak daha az olgun olan kuruluşların daha kırılgan olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle, dijital dönüşümün, kuruluşların kriz durumlarına karşı dirençli ve esnek bir yapıya sahip olmalarını sağlaması açısından önemlidir.

**Kaynak:** Sezen ve Eren Şenaras, 2022; Verina ve Titko, 2019.

### 3. DİJİTALLEŞME AŞAMALARI

Dijital dönüşüm stratejileri, günümüzde işletmelerin rekabet güçlerini artırmak ve dijital çağa ayak uydurmak için kullanılan bir yöntemdir. Dijital dönüşüm stratejileri, işletmelerin müşteri deneyimini geliştirmelerine, operasyonel verimliliği artırmalarına ve yeni iş fırsatları yaratmalarına olanak tanır. Bu nedenle, dijital dönüşüm stratejileri, işletmelerin gelecekteki başarıları için önemlidir. Dijital dönüşüm, işletmelerin müşterilere nasıl değer yarattığını ve teslim ettiğini, ardından alınan ödemeyi nasıl kazanca dönüştürdüğünü temsil eden iş modelleri aracılığıyla rekabet edebilmelerini sağlar. Dijital dönüşümün

amacı, değer yaratmak ve elde etmek için yeni bir iş mantığı uygulayarak yeni bir iş modeli sunmaktır. Kapsam belirleme incelemelerine dayanarak, dijital dönüşümün üç aşamasını bulunmaktadır: dijitalleştirme/sayısallaştırma, dijitalleşme ve dijital dönüşüm'dür (Loebbecke ve Picot, 2015; Matt vd., 2015; Parviainen vd., 2017; Verhoef vd., 2021). Dijital dönüşüm aşamasında kavramların kapsamı aşağıda yer alan Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1: Kavramların kapsamı (Saarikko vd., 2020)

**Dijitalleştirme/sayısallaştırma**, analog bilgiyi dijital bilgiye dönüştürme işlemidir. Bu işlem, bilgisayarların bilgileri saklayabilmesi ve iletebilmesi için analog bilgiyi dijital bir biçime (sıfırlar ve birler şeklinde) kodlama sürecidir. Dijitalleştirme, genellikle dahili ve harici dokümantasyon süreçlerini dijitalleştirir, ancak değer yaratma faaliyetlerini değiştirmez (Verhoef vd., 2021).

**Dijitalleşme**, ise mevcut iş süreçlerinin dijital teknolojilerle değiştirilmesi ve bu sayede yeni iş fırsatları yaratılması sürecidir. Dijitalleşme, mevcut iş süreçlerini dijital teknolojilerin yardımıyla optimize etmek için uygulanan bir yöntemdir. Dijitalleşme, müşteri deneyimlerinin geliştirilmesi ve süreç iyileştirmeleri gibi konulara da odaklanarak maliyet tasarrufunun yanı sıra müşteri memnuniyeti ve değer yaratımı da sağlar. Yeni iş modellerinin geliştirilmesine yol açan şirket çapında bir değişimi tanımlar. Bu değişim, işletmenin müşterilere nasıl değer yarattığını ve teslim ettiğini, ardından alınan ödemeyi nasıl kazanca dönüştürdüğünü temsil eden iş modelleri aracılığıyla rekabet edebilmelerini sağlar. Dijital dönüşüm, değer yaratmak ve elde etmek için yeni bir iş mantığı uygulayarak yeni bir iş modeli sunmaktadır (Verhoef vd., 2021).

**Dijital dönüşüm**, bir organizasyonun müşterilerine daha fazla değer sağlamak ve karlılığını artırmak için iş yapış şeklini değiştirmesini gerektirir. Bu aşamada, işletmeler teknolojik değişimleri benimseyerek iş stratejilerini

ve iş modellerini yeniden şekillendirirler. Örneğin, online satış kanallarının kullanımı, veri analizi, yapay zeka, nesnelerin interneti ve diğer dijital teknolojiler, işletmelere müşteri deneyimini geliştirmek, operasyonel verimliliği artırmak ve yeni gelir kaynakları yaratmak için birçok fırsat sunar. Dijital dönüşümün bir başka önemli yönü de, bir organizasyonun iş yapış şeklini tamamen yeniden düşünerek, iş süreçlerindeki engelleri kaldırarak ve yaratıcı bir şekilde yeniden yapılandırarak işletmelerin daha verimli, etkili ve esnek hale gelmesini sağlamasıdır. Bu, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesini ve pazardaki lider konumlarını güçlendirmesini sağlamaktadır (Verhoef vd., 2021).

Özetle, dijital dönüşüm, işletmelerin teknolojik değişiklikleri benimseyerek müşteri deneyimlerini geliştirmelerine, operasyonel verimliliği artırmalarına ve yeni iş fırsatları yaratmalarına olanak tanır. Bu süreç, organizasyonların iş yapış şekillerini tamamen yeniden düşünerek, iş süreçlerindeki engelleri kaldırarak ve yaratıcı bir şekilde yeniden yapılandırarak daha verimli, etkili ve esnek hale gelmelerini sağlamaktadır.

#### 4. DİJİTAL DÖNÜŞÜM STRATEJİLERİ

Dijital dönüşüm stratejileri, bir işletmenin dijital teknolojileri kullanarak iş süreçlerini yeniden tasarlaması, işletme performansını artırması ve müşteri deneyimini iyileştirmesi için geliştirdiği planlardır (Topçuoğlu vd., 2023). Bu stratejiler, işletmenin dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılabileceği zorlukları aşması ve başarılı bir şekilde dijitalleşmesi için önemlidir. İşletmelerin dijital dönüşüm stratejileri, işletmenin mevcut durumunu analiz etmek, dijital teknolojilerin hangi alanlarda kullanılabilirliğini belirlemek, stratejik hedefleri netleştirmek ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli aksiyonları belirlemek gibi aşamaları içermektedir (Herbert, 2017).

Dijital dönüşüm stratejileri, işletmenin hedeflerine ve sektörüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Örneğin, bir e-ticaret şirketi için dijital dönüşüm stratejisi, müşterilerin online alışveriş deneyimini iyileştirmek, ödeme süreçlerini hızlandırmak, tedarik zincirini optimize etmek gibi hedefler içerebilir. Bir üretim şirketi için dijital dönüşüm stratejisi ise, üretim süreçlerini otomatikleştirmek, bakım ve onarım süreçlerini iyileştirmek, stok yönetimini optimize etmek gibi hedefler içerebilir (Westerman vd., 2014).

Dijital dönüşüm stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, işletmenin dijital kültürünü benimsemesi ve organizasyonel yapılarını değiştirmesi gerekmektedir (Çetin Gürkan ve Çiftçi, 2020; Geçgin ve Güney, 2024). Ayrıca, dijital dönüşüm stratejileri sürekli olarak gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir, çünkü teknolojik gelişmeler hızla ilerlemekte ve işletmelerin bu değişimlere ayak uydurması gerekmektedir (Tekbaş, 2019). Dijital dönüşüm

stratejilerinin, işletmelerin iş süreçlerinde otomasyon, veri analizi, yapay zeka ve bulut bilişim teknolojilerinin kullanımı gibi bir dizi yenilikçi teknolojik uygulama ile başarılı bir şekilde uygulanabileceği belirtilmiştir (Westerman vd., 2014).

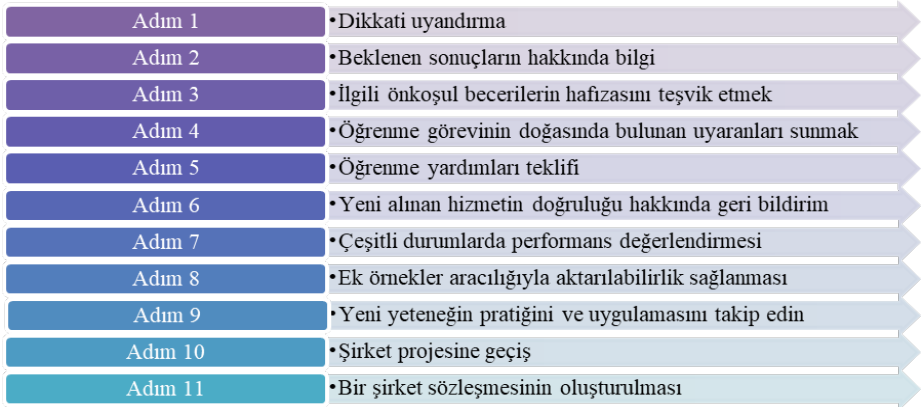
Dijital dönüşüm için gereksinimler Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Dijital Dönüşüm için Gereksinimler

Gereklilik	Tanım
<b>Dijital Strateji</b>	Dijital dönüşüme yaklaşmak için şirketler, hedefleri ve eylemleri belirleyen, aynı zamanda yönetişimi ve uyumluluğu da dikkate alan bir dijital strateji formüle etmelidir.
<b>Çeviklik</b>	Dinamik bir ortam nedeniyle şirketler, yeterli yönetim desteği ile esnek, uyarlanabilir ve duyarlı organizasyon yapılarına güvenirlir.
<b>Dijital Uzmanlık</b>	Görevler daha karmaşık hale geldikçe, şirketlerin Bilgi Teknoloji ile ilgili yeni beceriler oluşturması ve uzmanlaşmayı teşvik etmesi gerekiyor.
<b>Bilgi Teknoloji İnovasyonu</b>	Şirketler, standardizasyon ve otomasyondan faydalanmak için iş yapılarını sürekli olarak yeni teknolojilerle uyumlu hale getirmelidir.
<b>İşbirliği</b>	Şirketler, iç ve dış paydaşlarla bağlantı kurmak ve işbirliği yapmak için organizasyonel süreçlerini teknolojinin kullanımına hazırlamalıdır.
<b>Açıklık</b>	Dönüşümün sürdürülebilirliğini sağlamak için şirketler, yaratıcılığı ve risk almayı kolaylaştıran açık fikirli bir kültüre güveniyor.

**Kaynak:** Fischer vd., 2020.

Oberc ve Kuhlenkötter (2020) tarafından ifade edildiği şekliyle dijital dönüşüm stratejilerinin adımlar ise Şekil 2’de yer almaktadır.



**Şekil 2:** Dijital Dönüşüm Stratejisinin Adımlarını (Oberc ve Kuhlenkötter, 2020)

## 5. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN ÖNÜNDEKİ ENGELLER

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri kullanarak iş süreçlerini ve iş modellerini dönüştürmesini ve böylece rekabet avantajı elde etmesini sağlayan bir süreçtir. Ancak, dijital dönüşümün uygulanması sürecinde örgütler birçok engel ile karşılaşabilir. Bu engelleri aşmadan, işletmeler dijital dönüşümün faydalarını tam olarak elde edemezler. İşletmelerin dijital dönüşümüne engel

olan faktörlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014).

### **5.1. Yetersiz bütçe**

Dijital dönüşüm sürecinde, işletmelerin yeterli bir bütçeye sahip olması önemlidir. Ancak, birçok işletme bu konuda yetersiz kalabilir. Yeterli bütçe olmadan, işletmeler dijital dönüşümü uygulama konusunda kısıtlanabilirler (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014). Şirketlerin dijital dönüşüm için yeterli bütçeye sahip olamamalarının dijital dönüşümün önündeki en büyük engellerden biri olduğunu belirtmektedirler. Benzer şekilde, diğer araştırmalar da yetersiz bütçenin dijital dönüşümün başarısını olumsuz etkilediğini göstermektedir (Alshamaila vd., 2013; Lacity, Khan ve Willcocks, 2016).

### **5.2. Kültür değişikliğine direnç**

Dijital dönüşüm, işletmelerin kültürünü değiştirmeyi gerektirir. Ancak, birçok işletme kültür değişikliğine direnç gösterir. Bu durumda, dijital dönüşüm süreci sekteye uğrayabilir (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014). Dijital dönüşümün başarısı için şirketlerin dijital kültürü benimsemesi gerektiğine dikkat çekmektedir. Ancak, bazı şirketler bu sürece direnç göstermektedir. Yetersiz dijital kültür, şirketlerin dijital dönüşümü uygulama konusunda isteksizlik göstermelerine ve eski alışkanlıklarına geri dönmelerine neden olabilir. Bu nedenle, dijital dönüşüm stratejileri kapsamında şirketlerin dijital kültürü benimsemeye yönelik eğitim ve farkındalık programları düzenlemesi önemlidir. Ayrıca, liderlik ve yönetim uygulamaları da dijital kültürün benimsenmesini desteklemelidir. Dijital kültürün benimsenmesi, dijital dönüşüm sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olabilir.

### **5.3. Yetersiz yetenekler**

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital yeteneklerini artırmasını gerektirir. Ancak, birçok işletme yeterli yeteneklere sahip değildir. Bu durumda, işletmeler dijital dönüşüm sürecinde ilerleme kaydedemezler (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014). Araştırmalar, yetersiz bütçenin dijital dönüşümün başarısını olumsuz etkilediğini bildirmektedir (Alshamaila vd., 2013)

### **5.4. Yetersiz teknoloji altyapısı**

Şirketlerin mevcut teknoloji altyapılarının dijital dönüşüme uygun olmaması, dijital dönüşümün engellerinden biridir (Alshamaila vd., 2013). Dijital dönüşüm için yeterli teknoloji altyapısı olmaması da şirketlerin karşılaşabileceği önemli bir engeldir. Alshamaila, Papagiannidis ve Li (2013) gibi araştırmacılar, şirketlerin mevcut teknoloji altyapılarının dijital dönüşüme uygun olmadığını ve

bu nedenle dijital dönüşümün başarısını olumsuz etkilediğini belirtmektedirler. Bu durumda, şirketlerin mevcut teknoloji altyapılarını yenilemeleri veya tamamen yeni bir teknoloji altyapısı oluşturmaları gerekebilir. Bu da önemli bir maliyet gerektirebilir ve bütçe eksikliğiyle birleştiğinde, dijital dönüşümün başarı şansını azaltabilir.

### **5.5. Mevcut sistemlerin uyumsuzluğu**

Dijital dönüşüm sürecinde, işletmelerin mevcut sistemlerinin uyumsuzluğu da bir engel olabilir. Yeni dijital teknolojilerin mevcut sistemlere entegrasyonu, işletmelerin dijital dönüşümünü engelleyebilir (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014).

### **5.6. Güvenlik ve Gizlilik Endişeleri**

Dijital dönüşüm, işletmelerin müşteri verilerini ve işletme verilerini dijitalleştirmesini gerektirir. Ancak, bu durum güvenlik ve gizlilik endişelerine neden olabilir. Bu nedenle, işletmelerin bu konulara önem vermeleri gerekmektedir (La Valle vd., 2011; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014). Dijital dönüşüm sürecinde veri güvenliği risklerinin artması, dijital dönüşümün engellerinden biridir (Van Deursen ve Van Dijk, 2015). Dijital dönüşüm sürecinde artan veri güvenliği riskleri, şirketlerin dijital dönüşümünü engelleyen faktörlerden biridir (Van Deursen ve Van Dijk, 2015). Veri güvenliği açıkları, şirketlerin müşterileri, tedarikçileri ve iş ortaklarıyla olan güven ilişkisini zedeleyebilir ve hatta şirketin itibarına zarar verebilir. Bu nedenle, şirketlerin dijital dönüşüm sürecinde güvenlik risklerini önceden belirlemeleri ve bu riskleri yönetmeleri gerekmektedir.

### **5.7. Yasal ve düzenleyici engeller**

Yasal düzenlemelerin dijital dönüşüm sürecine uyumlu olmaması veya yetersiz olması, dijital dönüşümün engellerinden biridir (Lu ve Ramamurthy, 2011). Yasal ve düzenleyici engeller, dijital dönüşümün önündeki önemli bir engeldir. Özellikle yasal düzenlemelerin dijital dönüşüm sürecine uyumlu olmaması veya yetersiz olması, şirketlerin dijital dönüşüme tam anlamıyla adapte olmasını zorlaştırabilir. Lu ve Ramamurthy (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, düzenleyici yasaların, özellikle veri gizliliği ve güvenliği konularında, şirketlerin dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamasını zorlaştırdığı belirtilmektedir. Bu nedenle, yasal ve düzenleyici engellerin aşılması, dijital dönüşümün başarısı için önemli bir faktördür.

### **5.8. Yetersiz veri yönetimi**

Şirketlerin veri yönetim süreçlerini optimize etmemesi-edememesi, dijital dönüşümün önündeki engellerden biridir (Lacity vd., 2010). Lacity ve arkadaşları (2016), dijital dönüşümün başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde

veri yönetiminin önemli bir rol oynadığına dikkat çekmektedir. Ancak, bazı şirketler yeterli veri yönetimi stratejilerine sahip değildir veya mevcut veri yönetim süreçlerini optimize etme konusunda yetersizdirler. Bu durum, şirketlerin dijital dönüşüme uygun veri kaynaklarını ve veri analitiği teknolojilerini kullanmalarını engelleyebilir. Veri yönetimi süreçlerinin optimize edilmesi, şirketlerin doğru verilere hızlı bir şekilde erişmelerine ve bu verileri dijital dönüşüm stratejilerinde kullanmalarına olanak tanır. Bu nedenle, dijital dönüşüm stratejileri kapsamında şirketlerin veri yönetim süreçlerini optimize etme konusunda çalışmalar yapmaları önemlidir. Ayrıca, veri yönetimi alanında uzman kişilerin istihdam edilmesi de dijital dönüşümün başarısını artırmak için önemli bir adımdır

## **6. DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE YAPILAN HATALAR**

Dijital dönüşümde yapılan hatalar alanyazından hareketle genel bir çerçevede çizcek şekilde beş başlık altında ele alınmaktadır (McAfee ve Brynjolfsson, 2017; Ross vd., 2015; Westerman vd., 2014).

### **6.1. Hızlı bir geçiş**

Bazı şirketler, dijital dönüşümü çok hızlı bir şekilde uygulamaya çalışırken, bu da hem çalışanları hem de müşterileri olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, şirketlerin dijital dönüşüm stratejilerini yavaş ve istikrarlı bir şekilde uygulaması önemlidir.

### **6.2. Yetersiz veri analizi**

Dijital dönüşüm sürecinde, şirketlerin yetersiz veri analizi yapması da yaygın bir hata olarak görülmektedir. Veri analizi, şirketlerin iş süreçlerindeki zayıflıkları ve güçlü yönleri belirlemelerine ve bu bilgileri dijital dönüşüm stratejilerine dâhil etmelerine yardımcı olabilir.

### **6.3. İş süreçlerinin tam anlamıyla anlaşılması**

Dijital dönüşüm sürecinde, şirketlerin iş süreçlerini tam olarak anlamaları önemlidir. İş süreçlerinin tam olarak anlaşılması, dijital dönüşüm stratejilerinin yanlış uygulanmasına neden olabilir.

### **6.4. Çalışanların eğitim ve gelişimine yeterli önem verilmemesi**

Dijital dönüşüm sürecinde, şirketlerin çalışanlarının eğitim ve gelişimine yeterli önem vermemesi de yaygın bir hata olarak görülmektedir. Çalışanların dijital dönüşüme uyum sağlamaları için gerekli olan eğitim ve gelişim faaliyetleri, şirketlerin başarılı bir dijital dönüşüm stratejisi uygulamalarına yardımcı olabilir (Uluçay Bektaş ve Bektaş, 2024).

### 6.5. Müşteri ihtiyaçlarının yeterince analiz edilmemesi

Şirketler, dijital dönüşüm stratejilerini uygularken müşteri ihtiyaçlarının yeterince analiz edilmediği durumlar da sıkça karşılaşılan hatalardan biridir. Müşteri ihtiyaçlarının yeterince analiz edilmemesi, şirketlerin müşteri deneyimini iyileştirmek için doğru adımları atamamalarına neden olabilir.

## 7. SONUÇ

Dijital dönüşüm, çağın getirdiği hız ve yenilikçilik gerekliliklerine uyum sağlamak adına işletmelerin benimsediği bir stratejik zorunluluktur. Bu dönüşüm süreci, işletmelere operasyonel verimlilik, müşteri deneyimini geliştirme ve yenilikçi iş modelleri oluşturma gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Dijital teknolojilerin entegrasyonu, yalnızca işletme süreçlerini dijitalleştirmekle kalmaz; aynı zamanda işletmelerin sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesine olanak tanıyan köklü bir değişim sağlar. Bununla birlikte, dijital dönüşümün başarısı, sadece teknolojiye yatırım yapmaktan öte, işletmelerin organizasyonel kültürlerini dijitalleşmeye uygun hale getirmelerine, dijital becerilere sahip insan kaynağını geliştirmelerine ve stratejik bir yaklaşım benimsemelerine bağlıdır.

Dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılan başlıca zorluklar arasında yetersiz bütçe, güvenlik ve gizlilik riskleri, mevcut sistemlerin yeni dijital çözümlerle uyumsuzluğu ve çalışanların dönüşüme karşı direnç göstermesi yer almaktadır. Bu engellerin aşılması, dönüşüm sürecinin sürdürülebilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. İşletmelerin bu süreçte veri güvenliğine öncelik vermesi, çalışanlarının dijital yetkinliklerini artırmaya yönelik eğitim programları oluşturması ve dijital kültürü kurumsal bir yapı olarak benimsemesi gereklidir. Dijital dönüşüm stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi, liderlerin dönüşüm sürecini doğru yönetmesi ve tüm paydaşların sürece katılımını sağlamaları ile mümkündür.

Alanyazında yapılan araştırmalar, dijital dönüşümün işletmelere yalnızca operasyonel verimlilik sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda inovasyon kapasitelerini de artırdığını ortaya koymaktadır (Verhoef vd., 2019). Dijitalleşme sürecinde büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT) ve yapay zeka uygulamaları, işletmelerin stratejik karar alma süreçlerinde bilgiye dayalı ve hızlı adımlar atmalarına olanak tanımaktadır (Sestino vd., 2020). Bunun yanı sıra, dijital dönüşüm sürecinde müşteri deneyiminin iyileştirilmesi, işletmelerin pazar rekabetinde güçlü bir konum elde etmesini sağlamaktadır. Özellikle müşteri ihtiyaçlarına duyarlı, kişiselleştirilmiş hizmet sunma kapasitesinin dijitalleşme ile artması, müşteri sadakatinin güçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Abou-Foul vd., 2020).



Dijital dönüşümün başarılı bir şekilde uygulanması, işletmelerin yalnızca teknolojik yatırımları artırması ile değil, aynı zamanda dijital kültürü organizasyon yapısına entegre etmesiyle mümkündür (Çetin Gürkan ve Çiftci, 2020). Bu bağlamda dijital liderlik, çalışanların dönüşüme adapte olmasını destekleyen eğitim ve gelişim programları ve veri güvenliği önlemleri, dönüşüm sürecinin başarısını belirleyen önemli faktörlerdir. Dahası, alanyazında dijital dönüşüm sürecinde esneklik ve çevikliğin artırılmasıyla işletmelerin kriz dönemlerinde daha dirençli olduğu ve yenilikçi çözümler üretebildiği vurgulanmaktadır (Fletcher ve Griffiths, 2020).

Son söz olarak, dijital dönüşüm, işletmelerin hızla değişen teknoloji odaklı pazarda kalıcı bir rekabet avantajı elde etmesi ve sürdürülebilir büyümeyi sağlaması için vazgeçilmez bir araç olduğunu vurgulamak gerekmektedir. Bu süreci başarılı bir şekilde benimseyen işletmelerin, yalnızca bugünün değil, geleceğin rekabetçi koşullarına da uyum sağlama yeteneği kazanacakları unutulmamalıdır.

## KAYNAKÇA

- Abou-Foul, M., Ruiz-Alba, J. L., & Soares, A. (2020). *The impact of digitalization and servitization on the financial performance of a firm: an empirical analysis*. *Production Planning & Control*, 1-15.
- Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., & Li, F. (2013). Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework. *Journal of Enterprise. Information Management*, 26(3), 250-275.
- Bloomberg, J. (2018). Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confusethem-at-your-peril/#2dd1ce842f2c>
- Bektaş, T., & Çelik, Ç. B. (2021). Örgütsel vatandaşlık davranışının kişilik özellikleri ve örgütsel sosyalleşme açısından incelenmesi. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 119-125.
- Çetin Gürkan, G., & Çiftçi, G. (2020). Developing a supportive culture in digital transformation. *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems: Transformational Design and Future of Global Business*, 83-102.
- Deloitte. (2018). Digital enablement turning your transformation into a successful journey. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Technology/IE\\_C\\_HC\\_campaign.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Technology/IE_C_HC_campaign.pdf)
- European Commission. (2019). Digital transformation. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digitaltransformation\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digitaltransformation_en)
- Fischer, M., Imgrund, F., Janiesch, C., & Winkelmann, A. (2020). Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management. *Information & Management*, 57(5), 103262.
- Fletcher, G., & Griffiths, M. (2020). Digital transformation during a lockdown. *International Journal of Information Management*, 55, 102185.
- Geçgin, E., & Güney, T. (2024). Online Yiyecek ve İçecek Sipariş Yöntemini Kullanan Tüketicilerin Tutum ve Memnuniyetleri Üzerine Bir Araştırma: Van İli Örneği. *Kesit Akademi*, 10(39), 456-484.
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869.
- Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. (2017). Digital business transformation and strategy: What do we know so far? Retrieved from [https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017NovPaper\\_Mariam.pdf](https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017NovPaper_Mariam.pdf)
- La Valle S., Lesser E., Shockley R., Hopkins M.S., Kruschwitz N. (2011). *Big Data Analytics*
- Lacity, M. C., Khan, S., Yan, A., & Willcocks, L. P. (2010). A review of the IT outsourcing empirical literature and future research directions. *Journal of Information Technology*, 25(4), 395-433.
- Li, L., Su, F., Zhang, W., & Mao, J. Y. (2018). Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal*, 28(6), 1129-1157.
- Lu, Y., & Ramamurthy, K. (2011). Understanding the link between information technology capability and organizational agility: An empirical examination. *MIS Quarterly*, 35(4), 931-954.
- Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G., & Quaglia, R. (2020). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, 123, 642-656.
- Matt, C., Hess, T. & Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies, *Business and Information Systems Engineering*, 57(5),339-343.
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. WW Norton & Company.
- Mergel, I., Edelman, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385.
- Mitroulis, D. and F. Kitsios, (2019). *Digital transformation strategy: A literature review*.
- Oberc, H., & Kühlenkötter, B. (2020). Methodology for the development of transformation concepts for digital challenges in the production site. *Procedia Manufacturing*, 45, 485-490.
- OECD. (2018). Going digital in a multilateral world. Retrieved from <https://www.oecd.org/going-digital/C-MIN-2018-6-EN.pdf>

- Özcan, M., & Keskin, B. (2020). Dijitalizasyon Bağlamında Sosyal Dönüşüm. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 2214-2229.
- Parida, V., Sjödin, D., Reim, W. (2019). Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises. *Sustainability*, 11, 391.
- Ritter, T., & Pedersen, C. L. (2020). Digitization capability and the digitalization of business models in business-tobusiness firms: Past, present, and future. *Industrial Marketing Management*, 86, 180-190.
- Ross, J. W., Beath, C. M., & Quaadgras, A. (2015). Make your company a talent factory. *Harvard Business Review*, 93(6), 68-77.
- Ross, J. W., Beath, C. M., & Quaadgras, A. (2015). Make your company a talent factory. *Harvard Business Review*, 93(6), 68-77.
- Sağlam, M. (2021). İşletmelerde geleceğin vizyonu olarak dijital dönüşümün gerçekleştirilmesi ve dijital dönüşüm ölçeğinin Türkçe uyarlaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(40), 395-420. doi: 10.46928/iticusbe.764373
- Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences*, 15(1), 388-393. <https://doi.org/10.15547/tjs.2017.s.01.065>
- Sebastian, I.M., Ross, J. W., Beath, C., Mocker, M., Moloney, K. G., & Fonstad, N.O. (2017). How Big Old Companies Navigate Digital Transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16(3), 197-213.
- Sestino, A., Prete, M. I., Piper, L., & Guido, G. (2020). Internet of Things and Big Data as enablers for business digitalization strategies. *Technovation*, 102173.
- Sezen, H. K., & Eren Şenaras, A. (2022). Dijitizasyon, Dijitalizasyon, Dijital Dönüşüm Kavramlarına İlişkin Bir Değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (51).
- Tekbaş, İ. (2019). *Muhasebenin dijital dönüşümü ve mali mühendislik*. Ceres Yayınları.
- Topcuoglu, E., Kobanoglu, M. S., Kaygın, E., Karafakıoğlu, E., Erdogan, S. U., Torun, B. T., & Oktaysoy, O. (2023). The Improving Role of Digital Leadership in the Impact of Social Loafing on Job Performance. *International Journal of Organizational Leadership*, 12(1).
- Uluçay Bektaş, E., Bektaş, T. (2024). *Gelişim ve gelişim alanları*. 1.Baskı. Duvar Yayınları: İzmir.
- van Deursen, A. J., & van Dijk, J. A. (2015). Internet skill levels increase, but gaps widen: A longitudinal cross-sectional analysis (2010-2013) among the Dutch population. *Information, Communication & Society*, 18(7), 782-797.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of business research*, 122, 889-901.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2019). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.
- Verina, N., & Titko, J. (2019, May). Digital transformation: conceptual framework. In *Proc. of the Int. Scientific Conference "Contemporary Issues in Business, Management and Economics Engineering"* (pp. 9-10).
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Press.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Press.

# DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE TÜRKİYE

Ethem Topçuoğlu<sup>1</sup>

## ÖZET

Dijital dönüşüm günümüzde hem özel hem de kamu kuruluşları için en temel stratejik zorluklardan birini oluşturmaktadır. Covid-19 ile birlikte zorunluluk haline gelen dijital dönüşüm her geçen gün artan bir hacim ile hayatımızda ki yerini sağlamlaştırmaktadır. Yapay zekâ, makine öğrenimi, blok zinciri, nesnelere interneti ve bulut bilişim gibi ortaya çıkan teknolojiler, değerin yaratılma biçimini, kuruluşlarda dâhili olarak nasıl organize edileceğini, yapılandırılacağını ve ayrıca harici paydaşlarla etkileşimi değiştirmektedir. Bu konuda liderlere büyük sorumluluk yüklenmekte, astlarını yönlendirmek, değişime direnci azaltmak ve işletmenin dijital dönüşümü sorunsuz yönlendirmek için birçok görevi üstlenmesi gerekmektedir. Yaşanan dijital çağda liderlik, kuruluşun stratejik yönüne, stratejinin ortaya çıktığı ortama göre kararları formüle etme, uygulama ve yürütme sürecine sürekli odaklanmayı gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı, dijital dönüşümün stratejik rolünü vurgulamak, karşılaşılan zorlukları ele almak ve bu yapıları daha etkili hale getirecek öneriler sunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Engeller, Yenilik, Rekabet Avantajı.

## GİRİŞ

Dijital dönüşüm, kuruluşların daha iyi iş performansı elde etmek için teknolojiyi, insanları ve süreçleri nasıl birleştirdiğine dair radikal bir yeniden düşünmeyi ifade etmektedir (Er & Akpınar, 2024). Dijital dönüşümden, müşteri memnuniyetinin artırılması, artan süreç verimliliği, şeffaflık, iyileştirilmiş ürün/hizmet esnekliği, artan ürün ve hizmet yelpazesi, karar almanın güçlendirilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin, sosyal kapsayıcılık ve eşitliğin sağlanması beklenmektedir (Elia vd., 2024). Dijital dönüşüm, organizasyonun iş modelini, hizmetlerini, ürünlerini veya kurumsal kimliğini dönüştürmek için dijital teknolojilere güvendiği kapsamlı bir değişim

<sup>1</sup> Doç. Dr. Giresun Üniversitesi, ethem.topcuoglu@giresun.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3563-0566

sürecini ifade ettiği söylenebilmektedir (Müller vd., 2024). Dijital dönüşüm, kuruluşların performansını veya erişimini kökten iyileştirmek için teknolojinin kullanılmasıdır (Türkyılmaz, 2024). Dijital dönüşüm, kuruluşların iş değerlerini ve rekabet gücünü yaratmak için iş süreçlerini iyileştirmelerine yardımcı olan temel taşlardan biridir. Bu dönüşüm, ancak bir dijital strateji çerçevesinde oluşturulursa etkili olacaktır (Korachi & Bounabat, 2019).

Dijital ekonomi, küresel, bilimsel, teknolojik devrim ve endüstriyel dönüşümle aynı zamana denk gelen önemli bir yükseliş yaşanmaktadır. Birçok ülke, Covid-19 sırasında zorunlu olarak, sonrasında ise rekabet nedeniyle teknolojik yenilikleri, dijital altyapıları ve kurumsal dijital dönüşümleri hızlandırmayı amaçlayan politikalar uygulamaktadır. Çin Bilgi ve İletişim Teknolojileri Akademisi tarafından yayınlanan 2021 Küresel Dijital Ekonomi Beyaz Bülteni'ne göre, dünya çapında 47 ülkede dijital ekonominin artan değeri 2020'de 32 trilyon doları aşmıştır (Luo vd., 2023).

Dijital dönüşümün faydalarını elde etmek ve risklerini azaltmak için kuruluşlar bir dizi zorlukla da karşı karşıyadır. Dijital dönüşüm, firmaların hayatta kalması ve gelişmesi için önemli olsa da, riskli ve bazen uygulanması zor olabilmektedir. Boston Consulting Group tarafından yapılan son bir ankete göre, tüm dijital girişimlerin %70'i hedeflerine ulaşamamaktadır. Dijital dönüşüme 2018 yılında 1,3 trilyon dolar harcanmış olsa da, 900 milyar doların boşa harcanmış olabileceği tahmin edilmektedir (Guo vd., 2023). Kayıpların önlenmesi için dijital dönüşümün kuruluşun iş stratejisiyle tutarlılığı, dijital becerilerin geliştirilmesi, iç süreçlerin ve rollerin değiştirilmesi, uluslararası standartlar ve düzenlemelerle uyum, müşteri veya kullanıcı beklentilerinin karşılanması ve yatırım için fonların mevcudiyeti gerekmektedir. Bu zorlukları tanımayı, analiz etmeyi ve ele almayı reddeden kuruluşlar bir tür Dijital Darwinizm riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu, süreçlerini, kaynaklarını, iletişim ara yüzlerini, ürünlerini ve hizmetlerini değiştirerek dijital dönüşümü benimseme becerisine sahip olmayan kuruluşların yok oluşunu ifade etmektedir (Elia vd., 2024).

## **DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN GELİŞİMİ**

Basit bir donanım ve yazılım aracı olan bilişim teknolojilerinin tek başına veya doğrudan değer üretemeyeceği veya işletme performansını iyileştiremeyeceği, ancak diğer bilgi sistemlerini ve kurumsal faktörleri tamamlayıp sinerjik olarak işlev görebileceği konusunda bir fikir birliği oluşmuştur (Zhang vd., 2023). İşletmelerin hayatta kalması ve gelişmesi büyük ölçüde dış çevreye bağlıdır. Bir ülkenin hukuk sistemi ve kurumsal sahiplik yapısı kurumsal stratejik kararları önemli ölçüde etkiler. Dünyanın farklı ülkelerindeki iş düzenlemelerinde önemli farklılıklar olduğunu belgelemiştir (Wu & Tham, 2023; Topçuoğlu vd., 2023). Birçok ülke, piyasa odaklı, hukuka dayalı ve uluslararasılaşmış bir

iş ortamı yaratmak için sürdürülebilir çabalar göstermeye kararlıdır. Olumlu bir iş ortamı yatırımı çeker, ekonomik büyümeyi teşvik eder ve iş fırsatları yaratır. Dahası, rekabeti teşvik eder, yeniliği destekler ve ürün ve hizmetlerin kalitesini artırır. Daha iyi bir iş ortamının kurumsal dijital dönüşümü çeşitli şekillerde kolaylaştırabileceği düşünülmektedir (Luo vd., 2023). Bu kapsamda dijital dönüşüm kavramını sadece işletmeler veya üretim süreçleri ile sınırlayan bir algı doğru değildir. Klein (2020)'e göre dijital dönüşümün dört evresi bulunmaktadır.

- Kişisel bilgisayar evresi 1970'ler itibaren başlayarak, süreç otomasyonu, iletişim desteği, etkili ve verimli yönetim uygulamalarını içermektedir.
- İnternet evresi 1990'ların ortalarından itibaren bütün toplumun hayatına girerek, bilgiye kolay erişim, elektronik ticaret gibi iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.
- Sosyal medya evresi Web 2.0 ile birlikte büyük bir etki yaparak iş yapma ve pazar anlayışında büyük değişimleri ortaya çıkarmıştır.
- Nesnelerin interneti evresi ile birlikte insansız üretim modelleri ortaya çıkmaya başlamıştır.

Dijital dönüşüm süreçlerinin daha iyi anlaşılması için evreler Şekil 1'sunulmuştur.



Şekil 1. Dijital Dönüşüm Evreleri (Klein, 2020).

1970'li yıllar itibari ile dijital teknolojilerin üretim süreçlerine dâhil edilmesi, analog bilgi sistemlerinin dijital olanlara dönüştürüldüğü görülmektedir. Üretim süreçlerinde dijital göstergelerin kullanılması sadece görünümsel bir değişime işaret etmekte olup, işlev açısından bir değişim yaratmamaktadır (Ersöz & Özmen, 2020). Örneğin, pazarlamada bir şirket müşterilerine klasik (kağıt) tanıtım broşürleri dağıtmaz, bunun yerine billboard kullanırsa sadece dijitalleşme gerçekleştirilmiş olacaktır. Ancak işletmenin tüm tanıtım sürecini fiziksel tanıtım araçlarından sanal çevrimiçi pazarlama ve iletişim araçlarına geçerek süreç uygulanır, çevrimiçi, anlık ve analizler ile işlemler yapılırsa dijital dönüşümden bahsedilmesi mümkün olacaktır (Corejova & Chinoracky, 2021).

Analog sistemlerin dijitali ile değiştirilmesi dijital dönüşümün alanı değildir. Dijital dönüşüm dijital teknolojilerin iyileştirilmiş ürünler, örgütsel yapılar veya iş akışı otomasyonu yoluyla operasyonel düzeyde getirdiği değişikliklerle ilgilenmektedir. Dijital dönüşümün bir başka yönü, iş modellerinin veya bunların yapı unsurlarının dönüşümü yoluyla sosyal etkide bulunmaktır (Sezen & Şenaras, 2022). Dijital dönüşüm geçirmek isteyen işletmelerin amacı, teknolojilerin bir araç, temel kolaylaştırıcı veya hatta teklifin bir parçası olduğu müşterilere yeni bir değer sağlamaktır. Bu, müşteri deneyimi yaşam döngüsündeki her temas noktasında dijital müşterilerle daha etkili bir şekilde etkileşim kurmak için teknoloji ve iş modellerinin yeniden düzenlenmesi veya bunlara yeni yatırım yapılması anlamına gelmektedir (Furjan vd., 2020). Günümüzde kullandığımız twitter, instagram, facebook gibi birçok sosyal ağ platformu buna iyi bir örnek teşkil etmektedir.

Birçok işletme dijital dönüşümün potansiyelini göremiyor veya potansiyeli görenlerin çoğu da dijital çabaların maksimum faydasını elde edebilmek için alışkanlıkları ve çalışma şekillerinde yeterli örgütsel değişikliği yapmakta zorluklar yaşamaktadır (Perifanis & Kitsios, 2023). Dijital dönüşüm çabalarının başarısız olmasının yaygın bir nedeni, liderlerin yöneticilerin odaklarını yönlendirmeleri veya nasıl hareket edeceklerini bildirmeleri için doğru aciliyet duygusunu yaratmamalarıdır (Şahin, 2024). Ayrıca, veri güvenliği sorunları, mevcut sistemlerle birlikte çalışamama ve kontrol eksikliği gibi dijital teknolojilerin daha geniş bir şekilde benimsenmesiyle ilgili riskler de bulunmaktadır (Ellström vd., 2021). Kısacası dijital dönüşüm gelişimi boyunca işletmelere yarar sağlarken beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Bu nedenledir ki yeni liderlik anlayışlarının gelişmesi ve ortaya çıkması beklenmektedir (Topçuoğlu vd., 2022).

## DİJİTAL DÖNÜŞÜM TEKNOLOJİLERİ

Dijital dönüşüm teknolojileri birbiri ile bağlantılı birçok teknolojik unsuru barındıran işletmenin karlılığı ve verimliliği için sürekli olarak çalışan fiziksel veya siber sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bölümde önemli görülen bazı teknolojik sistemlere kısaca değinilecektir.

**Siber Fiziksel Sistemler:** Dijital ve fiziksel dünyaların bir araya gelmesi, dijital teknolojilerin süreç otomasyonuna entegre edilmesiyle oluşmaktadır. Otomasyon ve veri değişimi için sistem yanıt verme yeteneğini, otomasyonu ve verimliliğini artırmak için geri bildirim döngüleri aracılığıyla birlikte çalışan, birbirine bağlı hesaplamalı ve fiziksel kaynakların ağlarıdır (Acharya vd., 2024).

**Nesnelerin İnterneti (IoT):** Son yıllarda modern işletmelerin ve akıllı şehirlerin gelişimini yönlendiren bir paradigma olarak evrimleşmiştir. IoT,

mobil telefonlar, tabletler ve bilgisayarlar gibi dağıtılmış cihazlar arasında bağlantılara olanak tanır ve bu cihazlar, son kullanıcılara hizmet etmek için harici ortamlardan veri algılar ve aktarır. IoT kavramı çoğunlukla yerel hizmetler için cihazlar arasındaki iletişime, örneğin işbirlikçi veri toplamaya ve cihazlarla sunucu arasındaki bağlantılara, örneğin bulut sunucuları, uç sunucular veya veri merkezlerine, veri yönetimi ve ağ izleme gibi üst düzey hizmetler için kullanılmaktadır (Aouedi vd., 2024).

**Büyük Veri:** Geleneksel veri işleme araçları kullanılarak kolayca analiz edilemeyen büyük ve karmaşık veri kümelerini ifade etmektedir. Bu devasa veri kümeleri, işletmeler analiz edilmesi ve yorumlanması gereken büyük miktarda veriler ürettikçe daha yaygın hale gelmektedir. Büyük Veri kullanımı, işletmelerin veriler hakkında fikir edinmeleri ve daha iyi kararlar almaları için yeni fırsatlar yaratmaktadır. Gelişmiş analiz ve makine öğrenimi araçlarının da yardımıyla işletmeler artık büyük veri kümelerini gerçek zamanlı olarak analiz edebilir, kalıpları ve eğilimleri belirleyebilir ve gelecekteki performans hakkında tahminlerde bulunabilmektedir (Yenikaya ve Oktaysoy, 2023). Bu, işletmelerin stratejilerini optimize etmelerine ve daha iyi bilgilendirilmiş kararlar almalarına yardımcı olmaktadır (Theodorakopoulos vd., 2024).

**Bulut Depolama:** Bulut hizmeti sağlayıcıları sayesinde işletmeler verileri etkili ve verimli bir şekilde depolayabilmekte ve iletebilmektedir. Bulut hizmeti sağlayıcıları, depolama maliyetlerini düşürmek ve bant genişliğini korumak için veriye erişim araçlarının/uygulanmalarını her geçen gün artırmaktadır. İşletmelerin bulutta paylaştıkları verileri güvence altına almak için, bulut kullanıcıları güvenli ve özel bir bağlantıya sahip özel şifre ve sistemler geliştirilmektedir. Sonuç olarak, veriler öncelik buluta aktarılır ve veriler şifrenir, daha sonra ise şifreye sahip kişiler tarafından her yerde kullanılabilir (Akbar vd., 2024).

**Blockchain Teknolojisi:** Her ne kadar öncelikle kripto paralar ile anılsa da son derece güvenli bir çerçeve üzerinde çalışır ve merkezi olmayan fikir birliği sayesinde işletmelerin siber güvenliği için önemli avantajlar yaratmaktadır. Sürdürülebilir iş faaliyetleri (bankacılık, gıda, sağlık, imalat ve altyapı alanlarında), karar destek sistemleri ve akıllı ulaşım sistemi için blockchain teknolojisi sıklıkla kullanılmaktadır (Sahoo vd., 2024).

**Yapay Zekâ:** Yapay zekâ, bankacılık, sağlık ve otomotiv sektörü gibi çeşitli sektörleri kökten değiştirme potansiyeline sahip son teknoloji bir üründür (Yenikaya vd., 2022). Yapay zekâ tarafından cümleler ve paragraflar gibi daha karmaşık çıktılar üretilebilir. Son zamanlarda, insanlara benzer gerçekçi görüntüler ve dil de üretebilmiştir. Tahminlere göre, tüm sektörlerde yapay zekâ teknolojisine yönelik dünya çapında harcama 2023 yılında 154 milyar ABD doları olarak değerlendirilmiştir. Bankacılık sektörü, gözlemlenen sektörlerin



en büyük harcamasını yaparak toplam 20,6 milyar ABD doları harcama yapmıştır. Perakende sektörü, 19,7 milyar dolarlık yatırım değeriyle ikinci sırada yer almıştır (Alzoubi & Mishra, 2024; Şahin, 2024). Makine öğrenmesi, verilerden kalıpları ve içgörülerini belirleyen yapay zekânın bir alt kümesidir. Makine öğrenmesi, karar alma ve operasyonel verimliliği iyileştirmek için veri odaklı içgörülerden yararlanarak iş operasyonlarını geliştirir. İşletmeler, makine öğrenme tekniklerini uygulayarak iyileştirilmiş müşteri deneyimleri ve azaltılmış maliyetler yoluyla karlılığı önemli ölçüde artırabilir. Geçmiş verileri ve dış faktörleri analiz ederek daha doğru talep tahminleri elde eder ve bu da stokta kalmama ve aşırı stok durumlarını azaltmaya yardımcı olur. Ek olarak, makine öğrenme, optimum stok seviyelerini ve yenileme stratejilerini önererek envanter yönetimini iyileştirir, böylece maliyetleri düşürür ve hizmet seviyelerini iyileştirir (Khedr & S, 2024).

Dijital dönüşümün gerçekleşmesi için daha fazla teknoloji bulunsa da kitabın diğer bölümlerinde kapsamlı bir şekilde değinilmesi sebebiyle bu bölümde kısaca temel teknolojilerden bahsedilmiştir.

## **DİJİTAL DÖNÜŞÜME İLİŞKİN TEORİLER**

Literatür incelendiğinde, dijital dönüşümün yönetilebilmesi için işletmelerin dinamik yetenekler geliştirmeleri gerektiği varsayımına dayanmaktadır (Leso vd., 2024; Mele vd., 2023; Putritamara vd., 2023). Dinamik yetenekler olgusu ilk olarak Teece vd. (1997) tarafından ifade edilmiş, firmaların rekabet avantajını nasıl elde ettiğini ve sürdürdüğünü açıklamayı amaçlamaktadır. Dinamik yetenekler, firmaların değişen bir ortamda rekabet avantajına sürekli uyum sağlamak ve bunu oluşturmak için kaynaklarını değiştirmek üzere attıkları adımlara odaklanmaktadır (Putritamara vd., 2023). Dijital dönüşüm, rekabet avantajı elde etme amacıyla değer yaratma süreçlerinde ve örgütsel görevlerde değişiklikler anlamına geldiğinden, bu değişiklikleri başarıyla uygulamak için dinamik yeteneklerin gerekli olduğu ileri sürülmektedir (Ellström vd., 2021). Dinamik yetenekler, firmaların mevcut ve gelecekteki olasılıkları dikkate alarak mevcut iş modellerini iyileştirme ve yeni iş modelleri tasarlama stratejileri formüle etmelerini sağladığı için dijital dönüşümle yakından ilişkilidir; bunlar dijital dönüşüm programlarının temel hedefleridir (Dang-Pham vd., 2022).

## **KAMUDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM**

Covid-19 salgını ile birlikte, işletmeler dijital teknolojileri kullanmak zorunda kalmış, salgın hemen hemen tüm sektörler tarafından dijital dönüşümü keşfetmeye teşvik etmiştir. Bu teşvik sonucunda işletmeler, dijital dönüşüm ile birlikte üretkenlik, satışlarda artışlar, müşteriler ve diğer paydaşlarla yeni etkileşim olanakları, müşteri memnuniyeti, değer yaratma alanındaki yenilikler de dahil olmak üzere farklı yenilikçilik yapıları haline gelmiştir (Marczewska,

2023). Covid-19 salgını sadece işletmeleri değil kamu hizmetlerini de dijital dönüşüm konusunda teşvik etmiştir. Kamu sektörü dışındaki sektörlerde uygulanan dijital dönüşüm stratejileri nedeniyle vatandaşların kamu yönetimi organlarının nitelikli dijital hizmetler sunma kapasitesine ilişkin beklentileri değişmiştir (Usta & Bilici, 2022). Hükümetlerin kullandığı işleyiş biçimi, hizmet sunumunu iyileştirmek, tasarımlarında daha ekonomik, üretken hale gelmek, artan birlikte çalışabilirlik, şeffaflık ve vatandaş memnuniyeti gibi hedeflere ulaşmak için önemli dönüşümlerden geçmektedir (Kitsios vd., 2023). Kamu yönetiminde dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin kullanımının artırılması ile birlikte verimlilik ve işe yönelik ilginin artması üzerine kurgulanmaktadır. Kamu sektöründe dijital dönüşümün başlangıcı fiziksel olan formların dijitalleştirilmesi gibi küçük girişimlerden, politika ve vatandaş katılımı araçlarında temel değişikliklerin yapılmasına kadar uzanan geniş bir yelpazede yer almaktadır (Crusoe vd., 2024). Kamu sektöründe dijital dönüşüm yalnızca başka bir teknik yineleme değil, aynı zamanda kamu sektörü denetiminin nasıl organize edildiği, kararların nasıl alındığı, uygulandığı ve yürürlüğe konduğu konusunda da bir dönüşümü temsil etmektedir (Otia & Bracci, 2022).

Yapılan birçok çalışma kamu hizmetlerinin eski bilgi ve iletişim teknolojisine, izole depolama birimlerine, kâğıt tabanlı süreçlere bağlı olduğunu ve bu durumun onları dijital dönüşümden ve elektronik kamu hizmetlerinden geciktirdiğini vurgulamaktadır (Karasoy & Babaoğlu, 2020). Kamu hizmetlerinin sağlanması, hükümet ile vatandaşlar arasındaki boşluğu kapatan kritik bir işlemdir (Shibambu & Ngoepe, 2024). Kamusal hizmetlerin dijitalleştirilmesi, şu anda dünyadaki birçok hükümet için temel bir gerekliliktir. Dijitalleştirme yoluyla iyileştirilmiş bir hükümet, yalnızca işletmeler üzerinde artan bir etkiye sahip olmayacak, aynı zamanda vatandaş katılımını yoğunlaştırabilecek ve ekonomik büyümeyi teşvik edebilecektir. Son 10 yılda daha fazla ülke vatandaşlarına giderek daha fazla dijital hizmet sunmaya başlamıştır (Alvarenga vd., 2020).

## **DİJİTAL DÖNÜŞÜME İLİŞKİN ENGELLER**

Dijital dönüşüm, işletmelerdeki tüm personelin dâhil edilmesini gerektirmektedir. Bu sayede çalışanlar uygulama sürecinde önemli bir rol oynadıklarını hissederek, dönüşüm sürecini sahiplenmektedir. Çalışanların, dijital dönüşümün durumunu paylaşmak ve yöneticilerin dönüşüme yönelik tutumlarını değerlendirmek için düzenli olarak toplantılar yapması önerilmektedir. Ayrıca, yeni çalışanların mevcut çalışanlardan mentorluk alması için eğitimler düzenlenmesi yararlı olacaktır. Uygulamalar sonucunda girişimci çalışanların sorunları erken tespit etmesi ve işletme verimliliğini artırılması mümkün olacaktır (Dang-Pham vd., 2022).

Yöneticiler tarafından dijital dönüşüm stratejisi düzenli olarak gözden geçirilmeli, değerlendirilmeli ve stratejiyi uygulamak için eylem planının

doğru yolda olduğundan emin olunması gerekmektedir. İşletmenin rekabetçi kalmak için, bilişim teknolojileri yeteneklerinin, mülklerinin ve hizmetlerinin kalitesi açısından konumunu inceleyen sürekli bir iyileştirme sürecine ihtiyacı bulunmaktadır (Martínez-Peláez vd., 2023). Dijital dönüşüm değerlendirmesi ve izleme için, literatürde çeşitli değerlendirme sistemleri ve uygunluk modelleri bulunmaktadır. Dijital dönüşümün organizasyona yaptığı katkıyı değerlendirmek için uygun Temel Performans Göstergelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Korachi & Bounabat, 2019). Ancak göstergelerin anlaması, verimli kullanımı ve analizi içinde uygun liderlerin işletmelerde bulunması gerekmektedir (Oktaysoy vd., 2022). Dijital dönüşüm her ne kadar liderin işini kolaylaştırırsa da istenen değişiklikleri uygulamak, astlarını ikna etmek ve değişime direnci azaltmak için halen kritik önemdedir.

Dijital dönüşüm, faydaları ile birlikte kurumsal ve bireysel düzeyde bazı riskleri de beraberinde getirebilmektedir. Kuruluşlar için dijital teknolojilerin yaygın bir şekilde benimsenmesi, kurumsal verilerin ve fikri mülkiyetin güvenliğini tehlikeye atabilmektedir (Elia vd., 2024). Güvenlik sorunları nedeniyle bazı kısıtlamalar işletmenin dijital dönüşüm sürecini yavaşlatmakta veya devre dışı bırakabilmektedir. İşletmeler, sistem entegrasyonu zorlukları, siber güvenlik sorunları veya bağlantı nedeniyle bu süreçleri desteklemek için güvenilir bir teknik altyapı oluşturmakta zorlanmaktadır. Nitelikli personel eksikliği, dijital yetenekleri edinmedeki zorluklar, dijitalle ilgili projelerle ilgili yetersiz yönetim becerileri, karmaşık verileri analiz etmede yeterlilik eksikliği, bir işletmedeki yüksek düzeyde hiyerarşi ve katı stratejik planlama gibi örgütsel engeller, dijital dönüşüm sürecini ciddi şekilde engelleyebilmektedir (Marczewska, 2023).

Bazı risklerden kaçınılırsa ve dijital teknoloji, işletmenin genel stratejik ve operasyonel hedeflerini destekleyecek şekilde uygulanırsa, dijital dönüşüm işletmenin performansı üzerinde önemli ve olumlu bir etki yaratabilir. Bu nedenle, bir dijital dönüşüm stratejisi formüle etmek ve uygulamak önemlidir. İşletmelerin dijital teknolojiyi genel stratejilerine daha iyi uyumlu hale getirme ihtiyacı, teknolojiyi bütünsel düzeyde işletme için bir yetenek oluşturacak şekilde nasıl gördüklerini ve uyguladıklarını yeniden düşünmelerini gerektirmektedir. Dijital teknolojiyi iç süreçlere veya müşteri tekliflerine entegre etmek kendi başına bir hedef olmamalıdır. Dijital dönüşüm, iş modelini iyileştirmenin ve daha iyi müşteri deneyimleri yaratmanın bir yoludur (Ellström vd., 2021).

## **TÜRKİYE'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM**

Türkiye'de işletmeler dünya ile entegre olmak adına Endüstri 4.0 kapsamında birçok dijital dönüşüm uygulamasını yerine getirmektedir. Maliyetler, üretim kararlarının en önemli belirleyicilerinden biridir. Dijital dönüşümün üretim maliyetlerini %5-8, malzeme maliyetlerini ise %20 oranında düşürmesi, ayrıca

önümüzdeki 10 yılda 90-150 milyar Euro'luk bir verimlilik artışı yaratması bekleniyor (Kurt, 2020). Yeni işlerin alınması ve ortak üretimin devam etmesi için işletmeler dijital dönüşümü zorunlu olarak yerine getirmektedir. İş dünyası eko sistemi işletmeleri bu konuda bankacılık, üretim teknolojileri, senkronizasyon gibi birçok ortak nokta da birleştirmektedir. Ancak kamu üzerinde yer alan dijital dönüşüm baskısı işletmelere göre daha sınırlı olmaktadır. Bu açıdan Türkiye'de dijital dönüşüm eğilimlerinin kamu üzerinden açıklamak gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de e-devlet uygulamasına yönelik uygulamalar Avrupa Birliği üyeliği kapsamında 1990 yılların sonunda hızlandığı görülmektedir. 1990'lı yıllardan sonra, bilgi altyapısına yapılan yatırımların etkisiyle bilgisayar ve internet kullanım oranları artmış ve bazı kamu kurumları hizmetlerini elektronik ortamlarda sunmaya başlamıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde e-devlet uygulamaları devlet politikalarında daha ciddi bir şekilde yer almaya başlamış ve çeşitli kurumlar çok sayıda plan ve proje ile uygulamaya konulmaya çalışılmıştır. Son yıllarda, özellikle 2006-2007'den sonra Türkiye'de e-devlet uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanabilirliği önemli bir ivme kazanmıştır. Bu gelişme özellikle Aralık 2008'de hizmete giren "E-Devlet Kapısı Projesi" ile hız kazanmış ve tüm e-devlet faaliyetleri tek merkezden yürütülmeye başlanmıştır. Tüm bu uygulamalarla devletin, merkezi ve yerel yönetim birimleriyle, hızlı ve düşük maliyetlerle hizmet sunması, bürokratik engelleri en aza indirmesi, kamu hizmetlerinin kalitesini artırması ve doğal olarak diğer ülkelerle rekabet edebilecek bir düzeye ulaşması hedeflenmektedir (Çarıkçı, 2010).

Eğitim odağında yer alan kurum ve kuruluşların dijital dönüşüm ihtiyacını fark etmeleri ve uygulama sürecinde bilinçli bir şekilde ele almaları önemlidir. Bu süreçte stratejilerin belirlenmesi ve yol haritasının çizilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de dijital dönüşüm sürecinde formel-enformel öğrenme sürecinde nasıl bir dönüşümün gerçekleşeceği; eğitim-öğretim kurumlarının bu sürece uyum aşamasındaki yaklaşım ve tercihleri önem taşımaktadır. Ülkemizde eğitimde dijital dönüşümün varlığı kabul edilmekte olup, K12 düzeyinde "Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi Geliştirme Hareketi (FATİH) Projesi", EBA uygulamaları, "Üniversitelerde Dijital Dönüşüm Projesi" gibi çeşitli girişimlerin yürütüldüğü görülmektedir. Okul dışı eğitim kapsamında Deneyap Teknoloji Atölyeleri, Tasarım-Beceri Atölyeleri, 81 ilde 81 Siber Kahraman projesinin kurulması ve çok sayıda kamu ve özel sektör kuruluşunun katılımıyla dünyanın en büyük teknoloji festivali olan TEKNOFEST dikkat çekmektedir. Aynı zamanda Mart 2020'de açıklanan pandemi sürecinde Türkiye'de ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde gerçekleştirilen girişimler, eğitimde dijital dönüşüm kapsamında önemli bir değere sahiptir (Karoğlu vd., 2020).

Türkiye birçok dijital dönüşüm faaliyetini yerine getirmektedir. E-egitim, e-nabız, e-devlet, UYAP örneklerini çoğaltmak mümkündür. Yapılan uygulamaların yeterliliği değerlendirmek için bazı örnekler ön plana çıkmaktadır. Türk vatandaşlarının e-devlette yer alan verilerinin ne kadarının bilgisayar korsanları tarafından ele geçirildiği resmi kurumlar tarafından tam açıklanamadığı görülmektedir (BBC News Türkçe, 2024). Türkiye’de kamu sektöründeki veri gizliliği ve güvenliğindeki zayıflık dikkate alındığında ciddi bir sorun ortaya çıkması beklenmektedir. Dijital dönüşümün ana unsurunu internet ağı sistemi oluşturmaktadır. Türkiye dünya internet hızında sabit internette 102. sırada iken mobil internette 62.sırada yer almaktadır (World internet speed ranking, 2024). Kısaca belirtmek gerekirse Türkiye’de dijital dönüşüm istenilen gerçeklikten giderek uzaklaşmakta ciddi altyapı çalışmaları yapılmaz ise Türkiye’nin Afrika ülkelerinin daha da gerisine düşeceği görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Acharya, S., Khan, A. A., & Päivärinta, T. (2024). Interoperability levels and challenges of digital twins in cyber-physical systems. *Journal of Industrial Information Integration*, 42, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100714>
- Akbar, M., Ahmad, I., Mirza, M., Ali, M., & Barmavatu, P. (2024). Enhanced authentication for de-duplication of big data on cloud storage system using machine learning approach. *Cluster Computing*, 27(3), 3683-3702. <https://doi.org/10.1007/s10586-023-04171-y>
- Alvarenga, A., Matos, F., Godina, R., & C. O. Matias, J. (2020). Digital Transformation and Knowledge Management in the Public Sector. *Sustainability*, 12(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su12145824>
- Alzoubi, Y. I., & Mishra, A. (2024). Green artificial intelligence initiatives: Potentials and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 468, 143090. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143090>
- Aouedi, O., Vu, T.-H., Sacco, A., Nguyen, D. C., Piamrat, K., Marchetto, G., & Pham, Q.-V. (2024). A Survey on Intelligent Internet of Things: Applications, Security, Privacy, and Future Directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 1-1. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. <https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3430368>
- BBC News Türkçe. (2024, Eylül 12). “Kimlik bilgileri çalındı” iddiasıyla ilgili Bakanlık’tan “güncel bir sızıntı bilgisi yok” açıklaması geldi. BBC News Türkçe. <https://www.bbc.com/turkce/articles/cn8789ez2q7o>
- Corejova, T., & Chinoracky, R. (2021). Assessing the Potential for Digital Transformation. *Sustainability*, 13(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/su131911040>
- Crusoe, J., Magnusson, J., & Eklund, J. (2024). Digital transformation decoupling: The impact of willful ignorance on public sector digital transformation. *Government Information Quarterly*, 41(3), 101958. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101958>
- Çarıkcı, O. (2010). Türkiyede E-Devlet Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, Article 12.
- Dang-Pham, D., Hoang, A.-P., Vo, D.-T., & Kautz, K. (2022). Digital Kaizen: An Approach to Digital Transformation. *Australasian Journal of Information Systems*, 26. <https://doi.org/10.3127/ajis.v26i0.3851>
- Elia, G., Solazzo, G., Lerro, A., Pigni, F., & Tucci, C. L. (2024). The digital transformation canvas: A conceptual framework for leading the digital transformation process. *Business Horizons*, 67(4), 381-398. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.03.007>
- Ellström, D., Holtström, J., Berg, E., & Josefsson, C. (2021). Dynamic capabilities for digital transformation. *Journal of Strategy and Management*, 15(2), 272-286. <https://doi.org/10.1108/JSMA-04-2021-0089>
- Er, A., & Akpınar, A. (2024). Dijital Dönüşümün İşgören Performansı Üzerindeki Etkisi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(47), 1-22. <https://doi.org/10.35343/kosbed.1477637>
- Ersöz, B., & Özmen, M. (2020). Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanlar Üzerindeki Etkileri. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 11(42), Article 42. <https://doi.org/10.5824/ajite.2020.03.007.x>
- Furjan, M. T., Tomičić-Pupek, K., & Pihir, I. (2020). Understanding Digital Transformation Initiatives: Case Studies Analysis. *Business Systems Research Journal*, 11(1), 125-141. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2020-0009>
- Guo, C., Ke, Y., & Zhang, J. (2023). Digital transformation along the supply chain. *Pacific-Basin Finance Journal*, 80, 102088. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2023.102088>
- Karasoy, H., & Babaoğlu, P. (2020). Türkiye’de Elektronik Devletten Dijital Devlete Doğru. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 397-416. <https://doi.org/10.38155/ksbd.825899>
- Karoğlu, A. K., Bal, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 Sürecinde Türkiye’de Eğitimde Dijital Dönüşüm. *Journal of University Research*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.32329/uad.815428>
- Khedr, A. M., & S, S. R. (2024). Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(4), 100379. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100379>

- Kitsios, F., Kamariotou, M., & Mavromatis, A. (2023). Drivers and Outcomes of Digital Transformation: The Case of Public Sector Services. *Information*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/info14010043>
- Klein, M. (2020). İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları—Kavramsal Bir Model Önerisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 997-1019. <https://doi.org/10.17755/esosder.676984>
- Korachi, Z., & Bounabat, B. (2019). Integrated Methodological Framework for Digital Transformation Strategy Building (IMFDS). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0101234>
- Kurt, A. S. (2020). Dijital Dönüşümün Ekonomiye Etkileri: Türkiye Ekonomisi'ne Yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(30), Article 30. <https://doi.org/10.26466/opus.714393>
- Leso, B. H., Cortimiglia, M. N., Ghezzi, A., & Minatogawa, V. (2024). Exploring digital transformation capability via a blended perspective of dynamic capabilities and digital maturity: A pattern matching approach. *Review of Managerial Science*, 18(4), 1149-1187. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00692-3>
- Luo, Y., Cui, H., Zhong, H., & Wei, C. (2023). Business environment and enterprise digital transformation. *Finance Research Letters*, 57, 104250. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104250>
- Marczewska, M. (2023). Digital transformation: A challenging opportunity for the food industry companies. *British Food Journal*, 126(5), 2027-2040. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2023-0065>
- Martínez-Peláez, R., Ochoa-Brust, A., Rivera, S., Félix, V. G., Ostos, R., Brito, H., Félix, R. A., & Mena, L. J. (2023). Role of Digital Transformation for Achieving Sustainability: Mediated Role of Stakeholders, Key Capabilities, and Technology. *Sustainability*, 15(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su151411221>
- Mele, G., Capaldo, G., Secundo, G., & Corvello, V. (2023). Revisiting the idea of knowledge-based dynamic capabilities for digital transformation. *Journal of Knowledge Management*, 28(2), 532-563. <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2023-0121>
- Müller, S. D., Konzag, H., Nielsen, J. A., & Sandholt, H. B. (2024). Digital transformation leadership competencies: A contingency approach. *International Journal of Information Management*, 75, 102734. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102734>
- Oktaysoy, O., Topcuoglu, E., & Kaygin, E. (2022). A Study on Digital Leadership Scale Adaptation. *International Journal of Organizational Leadership*, 0(0), 407-425. <https://doi.org/10.33844/ijol.2022.60342>
- Otia, J. E., & Bracci, E. (2022). Digital transformation and the public sector auditing: The SAI's perspective. *Financial Accountability & Management*, 38(2), 252-280. <https://doi.org/10.1111/faam.12317>
- Perifanis, N.-A., & Kitsios, F. (2023). Investigating the Influence of Artificial Intelligence on Business Value in the Digital Era of Strategy: A Literature Review. *Information*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/info14020085>
- Putritamara, J. A., Hartono, B., Toiba, H., Utami, H. N., Rahman, M. S., & Masyithoh, D. (2023). Do Dynamic Capabilities and Digital Transformation Improve Business Resilience during the COVID-19 Pandemic? Insights from Beekeeping MSMEs in Indonesia. *Sustainability*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su15031760>
- Sahoo, S., Kumar, S., Sivarajah, U., Lim, W. M., Westland, J. C., & Kumar, A. (2024). Blockchain for sustainable supply chain management: Trends and ways forward. *Electronic Commerce Research*, 24(3), 1563-1618. <https://doi.org/10.1007/s10660-022-09569-1>
- Sezen, H. K., & Şenaras, A. E. (2022). Dijitizasyon, Dijitalizasyon, Dijital Dönüşüm Kavramları ve Tarihsel Bir Bakış. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51, 49-59. <https://doi.org/10.30794/pausbed.871440>
- Shibambu, A., & Ngoepe, M. (2024). Enhancing service delivery through digital transformation in the public sector in South Africa. *Global Knowledge, Memory and Communication*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/GKMC-12-2023-0476>
- Şahin, Y. (2024). Dijital Liderlik ve İnovasyon Kabiliyeti Arasındaki İlişki Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 11(108), 1179-1188. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12603341>

- Şahin, Y. (2024). Havacılık ve Yapay Zeka Alanındaki Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(110), 1637-1648.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Theodorakopoulos, L., Thanasas, G., & Halkiopoulou, C. (2024). Implications of Big Data in Accounting: Challenges and Opportunities. *Emerging Science Journal*, 8(3), Article 3. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-03-024>
- Topçuoğlu, E., Kavak, O., & Yenikaya, M. A. (2022). İnovatif Bir Strateji Olarak Dijital Liderliğin Teknoloji Kabul Modeli ile Analizi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(42), 569-585.
- Topcuoğlu, E., Kobanoğlu, M. S., Kaygın, E., Karafakıoğlu, E., Erdoğan, S. U., Torun, B. T., & Oktaysoy, O. (2023). The Improving Role of Digital Leadership in the Impact of Social Loafing on Job Performance. *International Journal of Organizational Leadership*, 12(1).
- Türkyılmaz, S. (2024). Dijital Dönüşüm: Tarihçesi, Tanımı ve İşletmeler Üzerindeki Etkisi. Nişantaşı Üniversitesi *Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 276-297. <https://doi.org/10.52122/nisantasisbd.1459265>
- Usta, S., & Bilici, G. (2022). Analysis of the Digitization Process of Turkish Public Administration Based on the Perspective of Digital Government Index and E-Government Development Index. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.33712/mana.1201122>
- World internet speed ranking. (2024). *Speedtest Global Index – Internet Speed around the world*. Speedtest Global Index. <https://www.speedtest.net/global-index>
- Wu, Y., & Tham, J. (2023). The impact of environmental regulation, Environment, Social and Government Performance, and technological innovation on enterprise resilience under a green recovery. *Heliyon*, 9(10), e20278. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20278>
- Yenikaya, M. A., Güvenoğlu, E., & Kondakcı, S. (2022). Nesnelerin interneti (IoT) tabanlı akıllı sulama ve gübreleme sistemi. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 15(1), 14-23.
- Yenikaya, M. A., & Oktaysoy, O. (2023). Yapay zeka uygulamalarının sağlık sektöründe kullanımı: Derin öğrenme yöntemiyle ön tanı. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 127-131.
- Zhang, X., Xu, Y. Y., & Ma, L. (2023). Information technology investment and digital transformation: The roles of digital transformation strategy and top management. *Business Process Management Journal*, 29(2), 528-549. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2022-0254>



# TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE TEKNOLOJİ KORKUSU

Yaşar Şahin<sup>1</sup>, Burcu Turan Torun<sup>2</sup>

## ÖZET

Bu çalışma, teknolojik dönüşümün toplum üzerinde yarattığı derin etkileri ve teknoloji korkusunun tarihsel, sosyolojik ve psikolojik boyutlarını ele almaktadır. İnsanlık tarihinde sanayi devrimi ile hız kazanan teknolojik ilerlemeler, her yeni dönemde bireylerin yaşam tarzlarını, sosyal yapıları ve ekonomik sistemleri köklü şekilde dönüştürmüştür. Ancak her büyük değişim, teknolojinin hızına yetişemeyen bireyler tarafından sergilenen uyum güçlüğü, kaygı ve korku gibi olumsuz tepkileri de beraberinde getirmiştir. Makineleşme ve dijitalleşme gibi büyük teknolojik adımlar, özellikle iş gücü ikamesi, mahremiyet ihlali ve bireysel kontrolün zayıflaması gibi endişeler doğurarak, teknolojinin toplumda yarattığı korkuların önemli kaynakları olarak öne çıkmaktadır (Geçgin, 2022). Teknolojiye duyulan korku, bireylerin yeni ve bilinmeyen unsurlara yönelik güvensizlik ve direnç geliştirmesiyle açıklanabilir. Psikolojik olarak, belirsizlikten kaçınma, neofobi (yenilik korkusu) ve bilişsel aşinalık eksikliği gibi faktörler, teknolojiye adaptasyonu güçleştirmekte ve bireylerin bu yeniliklere karşı savunmacı bir tutum sergilemesine neden olmaktadır. Dijitalleşme süreci ile yapay zekâ, biyoteknoloji ve otomasyon teknolojilerindeki gelişmeler de etik ve sosyal kaygıları tetiklemekte; özellikle iş güvencesine yönelik tehditler ve mahremiyet endişeleri teknoloji korkusunu daha da derinleştirmektedir.

Teknoloji, toplumlar için sadece bir ilerleme aracı değil, aynı zamanda geleceğe yönelik bir uyum ve güven inşa etme süreci olarak değerlendirilmelidir. Teknolojik gelişmelere bireylerin güven duyması ve bu gelişim sürecine uyum sağlayabilmesi için kapsamlı bir eğitim, psikolojik destek ve toplumsal diyalog ortamlarının sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, çalışmada teknoloji korkusunun üstesinden gelmek adına dijital okuryazarlığın artırılması, etik

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Trabzon Üniversitesi, yasarsahin@trabzon.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5205-3054

<sup>2</sup> Doç.Dr., Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, burcuturan@yyu.edu.tr, ORCID:0000-0003-1963-9368

değerlerin toplumda yerleştirilmesi ve teknolojiye yönelik farkındalığın güçlendirilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Teknolojik Gelişim, Değişime Direnç, Neofobi, Teknoloji Korkusu.

## GİRİŞ

Teknoloji, insanlık tarihinin en güçlü dönüştürücü faktörlerinden biri olarak toplumun her kesiminde ve günlük yaşamın tüm alanlarında etkisini göstermektedir. Tarih boyunca çeşitli teknolojik devrimler, toplumların sosyal, ekonomik ve kültürel yapılarında köklü değişimlere yol açmış; bireylerin yaşam alışkanlıklarını, düşünme biçimlerini ve çevreyle olan ilişkilerini yeniden tanımlamıştır. Sanayi Devrimi'nden günümüzün dijital çağ dönüşümüne kadar her büyük yenilik dalgası, insanların dünyaya bakış açısını değiştirmiş; bu değişikliklere eşlik eden endişe, şüphe ve korku gibi duyguları beraberinde getirmiştir (Ashton, 1997).

Teknolojik dönüşüm, yalnızca bir ilerleme ve gelişim süreci değil, aynı zamanda bu sürece uyum sağlama ve getirdiği riskleri yönetme çabalarını da kapsamaktadır. Ancak tarihsel olarak incelendiğinde, teknolojik gelişimlere uyum süreci her zaman toplumun tüm kesimlerinde aynı hızda ve kolaylıkla gerçekleşmemiştir. Sanayi Devrimi döneminde makineleşmeye karşı duyulan kaygı, bazı iş kollarının ortadan kalkması, makinelerin insan gücünü ikame etmesi endişesi gibi faktörlerle yoğunlaşmıştır. Bu dönemde işçilerin makine kırma hareketi (Luddites), toplumun teknolojiye karşı duyduğu korkunun tarihsel bir örneği olarak değerlendirilebilir. Bugün ise teknolojiye karşı duyulan korkunun kendini gösterdiği yeni alanlar ortaya çıkmıştır. Özellikle dijitalleşme, yapay zekâ, biyoteknoloji ve robotik alanındaki hızlı gelişmeler, insan-işgücü ikamesi, mahremiyet kaybı, etik sorular ve kontrol edilemez sonuçlar gibi konularda toplumda belirgin endişelere neden olmaktadır (Koşan ve Geçgin, 2011). Yapay zekâ ve otomasyonun iş gücünü tehdit ettiği ve insan emeğinin yerini alabileceği düşüncesi, modern toplumlarda yaygın bir korku olarak kendini göstermektedir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014). Ayrıca, sosyal medya ve dijital platformlarda kişisel bilgilerin mahremiyetinin ihlal edilme riski, bireylerin dijital teknolojilere karşı güven duymalarını zorlaştırmakta ve teknoloji korkusunu artırmaktadır (Acquisti, Brandimarte ve Loewenstein, 2015).

Teknoloji korkusunun kökenleri, bireylerin yeniliklere uyum sağlama sürecinde yaşadıkları belirsizlik ve güven eksikliğine dayanmaktadır. Bilinmeyenle karşılaşma durumunda insanların genellikle çekince gösterdiği gözlemlenir ve bu durum, yenilik korkusu veya "neofobi" olarak adlandırılmaktadır (Vail vd., 2010). Neofobi, teknolojik yeniliklerin bir tehdit

olarak algılanmasına yol açar ve özellikle hızlı teknolojik değişim dönemlerinde daha belirgin hale gelmektedir. Teknolojiye yönelik bu korku, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çeşitli direnç mekanizmalarının gelişmesine neden olmaktadır.

Bu çalışma, teknolojik dönüşüm sürecinde yaşanan korku ve endişeleri tarihsel bir perspektif içinde incelemekte ve modern teknolojilere yönelik korkuların temel nedenlerini anlamayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede, teknoloji korkusunun psikolojik, sosyolojik ve ekonomik nedenleri detaylandırılarak; bireylerin ve toplumların teknolojik yeniliklere nasıl tepki verdikleri ve bu yeniliklere uyum sağlama sürecinde hangi dirençlerle karşılaştıkları analiz edilmektedir. Aynı zamanda, bu korkuların nasıl üstesinden gelinebileceği ve toplumsal adaptasyonun nasıl sağlanabileceği üzerine öneriler sunulmaktadır. Bu bağlamda, teknolojinin insanlık tarihinde taşıdığı anlam, sadece bir ilerleme aracı olmanın ötesinde, insanın gelecekteki varoluş biçimini de şekillendiren bir olgu olarak değerlendirilir (Naktiyok vd., 2019). Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, teknoloji korkusunun tarihsel kökenleri, modern teknoloji karşısında gelişen yeni korku biçimleri ve bu korkuların nasıl yönetilebileceği ele alınacaktır. Bu inceleme, teknolojinin insan psikolojisi ve toplumsal yapılar üzerindeki etkilerini daha derinlemesine anlamak ve bu etkileri yöneten stratejiler geliştirmek amacıyla önemli bir adım olarak görülmektedir.

## **1. TEKNOLOJİK DEVRİMLER ve TOPLUMSAL DÖNÜŞÜM**

Teknolojik devrimler, insanlık tarihinin en belirleyici aşamalarından biri olarak toplumsal yapıların köklü değişim süreçlerinden geçmesine neden olmuştur. Her büyük teknolojik atılım, yalnızca ekonomik sistemleri ve iş yapma biçimlerini dönüştürmekle kalmamış, aynı zamanda insanların yaşam tarzlarını, kültürel normlarını, sosyal ilişkilerini ve hatta bireylerin kendilik algılarını da derinden etkilemiştir. Bu bölümde, tarih boyunca yaşanan teknolojik devrimlerin toplum üzerindeki etkileri genel bir çerçeveye ele alınmakta ve her devrimin toplum üzerindeki özgün etkileri incelenmektedir. Bölüm, Sanayi Devrimi'nden dijital dönüşüme kadar uzanan bir çizgide teknolojik ilerlemenin yarattığı dönüşümlerin birey ve toplum üzerindeki etkilerini alt başlıklar halinde geniş bir yaklaşımla değerlendirmektedir.

### **1.1 Sanayi Devrimi ve Toplumsal Dönüşümün Başlangıcı**

Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de başlayarak tüm dünyaya yayılan ve üretim süreçlerinde köklü bir değişiklik yaratan ilk büyük teknolojik devrimdir. El emeği ve zanaat temelli üretim biçimlerinin yerini fabrikaların alması, bu süreçte gerçekleşen en büyük dönüşümlerden biridir. Buhar gücüyle çalışan makineler, üretim hızını ve kapasitesini artırarak mal ve hizmetlerin erişilebilirliğini ve çeşitliliğini önemli ölçüde genişletmiştir. Ancak

bu yenilik, aynı zamanda iş gücü yapısında köklü değişikliklere yol açarak, tarım ve zanaatla geçinen toplumların, sanayi merkezlerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur (Agnolletto, 2023).

Sanayi Devrimi, bireylerin ve toplumların teknolojiye bakış açısında da radikal değişiklikler yaratmıştır. O dönemde makineleşmenin yarattığı “yabancılaşma” olgusu, bireylerin ürettikleri ürünler üzerindeki kontrolünü kaybetmesiyle şekillenmiş; üretim süreçlerindeki bu değişiklik bireylerde güvensizlik ve kaygı yaratmıştır. Sanayi Devrimi’nin işçiler arasında doğurduğu bu kaygılar, makinelere ve fabrika sistemine karşı tepkilere yol açmıştır. İngiltere’de başlayan ve tarihsel olarak “Ludditeler Hareketi” olarak bilinen işçi direnişi, işçilerin makineler tarafından işsiz bırakılacakları endişesi ile makineleri kırarak tepki göstermesiyle ortaya çıkmıştır (Binfield, 2015). Bu hareket, teknolojinin toplumsal yapıyı nasıl derinden etkilediğinin ve teknolojiye karşı duyulan korkunun ilk sistematik örneklerinden biridir.

### **1.2 Elektrifikasyonun Yaygınlaşması ve Gündelik Hayata Etkisi**

Sanayi Devrimi’nin ardından gelen ikinci büyük teknolojik dönüşüm, elektrifikasyon süreci olarak kabul edilmektedir. 19. yüzyılın sonlarından itibaren elektrik enerjisinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması, fabrikalarda ve kentsel alanlarda büyük bir değişim yaratmıştır. Elektrik enerjisi, gece çalışmasını mümkün kılarak sanayi üretimini 24 saate yaymış ve üretkenliği daha da artırmıştır. Bu durum, iş gücü taleplerinde önemli değişikliklere yol açarken, bireylerin yaşam ritmini de değiştirmiştir (Hughes, 1993). Elektrik kentsel yaşam alanlarında ve evlerde kullanılması, günlük yaşamı kolaylaştırmış; aydınlatma, iletişim ve ulaşım gibi temel ihtiyaçları karşılayarak yaşam standartlarını yükseltmiştir.

Ancak elektrifikasyon süreci, toplumun bazı kesimlerinde endişe ve korkuya neden olmuştur. Elektrik enerjisinin bilinmeyen ve görünmez bir güç olması, güvenlik endişelerini gündeme getirmiş; özellikle kırsal alanlarda elektrik kullanımına karşı direnç meydana gelmiştir (Nye, 1992). Elektrik altyapısının güvenli olmadığı düşüncesi, bireylerin elektrikli cihazların kullanımına temkinli yaklaşmasına ön açmış; elektrikli toplumsal kabul görmesi ve gündelik hayatın doğal bir parçası haline gelmesi zaman almıştır. Elektrifikasyonun yaygınlaşması sürecinde toplumsal uyum ve güven ilişkisi, modern teknolojilerin benimsenme sürecine dair önemli bir örnek oluşturmaktadır.

### **1.3 Ulaşım ve İletişim Teknolojilerinin Toplumsal Yapıya Etkisi**

20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan yeni ulaşım ve iletişim teknolojileri, toplumların sosyal ve ekonomik yapısında bir başka büyük dönüşüm dalgası yaratmıştır. Bu teknolojiler özellikle otomobil, uçak ve tren gibi yeni ulaşım araçları, bireylerin hareketliliğini artırarak coğrafi sınırlamaların aşılmasını

mümkün kılmış, küresel bir ekonominin temellerini atmış ve farklı kültürlerin birbirleriyle daha sık ve hızlı etkileşime girmesini sağlamıştır (Mumford, 2020). Aynı zamanda radyo ve televizyon gibi kitle iletişim araçlarının yaygınlaşması, bilgiye erişimi artırarak bireylerin dünya hakkında daha geniş bir perspektif kazanmasına yardımcı olmuştur.

Bu dönemde iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması, toplumun haberleşme, eğlence ve eğitim gibi alanlarda büyük bir dönüşüm yaşamasına da yol açmıştır. Bununla birlikte, kitle iletişim araçlarının toplum üzerindeki etkisi bazı kesimlerde endişeye yol açmış, özellikle radyo ve televizyonun bireylerin düşünce yapısını değiştirebileceği ve geleneksel değerleri tehdit edebileceği endişesiyle eleştirilmiştir. Bu süreçte, iletişim teknolojilerinin bilgi üzerindeki tekelleşme potansiyeli ve kamuoyu üzerindeki etkileri de tartışma konusu olmuştur (Jin, 2015). Toplumun iletişim teknolojilerine duyduğu güvensizlik, günümüzde sosyal medya ve dijital platformlar üzerindeki endişelere de zemin hazırlayan bir etken olarak değerlendirilebilir.

#### **1.4 Dijital Devrim ve Bilgi Çağı**

20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren başlayan dijital devrim, bilgi teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte toplumların iş yapma biçimlerinde ve sosyal yapılarında da köklü bir dönüşüm yaratmıştır. Bilgisayarlar, internet ve mobil iletişim araçları ile bilgiye erişim kolaylaşmış; iş süreçleri, eğitim ve sağlık gibi temel alanlarda büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Dijitalleşme, bireylerin dünya ile bağlantı kurma biçimini yeniden tanımlamış, küresel bilgi paylaşımını mümkün kılmıştır (Castells, 2011; Yenikaya ve Oktaysoy, 2023). Bilgiye erişimin bu denli kolaylaşması, toplumların bilgi temelli bir ekonomi ve kültürel yapı oluşturmalarına olanak sağlamıştır.

Dijital devrimin getirdiği hızlı değişimler, kişisel verilerin güvenliği, mahremiyetin kaybı, dijital bağımlılık ve sosyal izolasyon gibi olgular, dijital teknolojilere karşı güvensizlik algısını da beraberinde getirmiştir. Dijital platformlarda yayılan yanlış bilgiler, toplum genelinde bireylerin dijital medyaya olan güvenini sarsmış ve dijital devrimin yeni bir korku kaynağı haline gelmesine neden olmuştur (Acquisti vd., 2015). Aynı zamanda, yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin iş gücünde ikame yaratacağı düşüncesi, modern toplumlarda işsizlik korkusunu yeniden gündeme getirmiştir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

#### **1.5 Teknolojik Devrimlerin Toplumsal Uyum Üzerindeki Etkileri**

Her büyük teknolojik dönüşüm, toplumların adaptasyon sürecini zorlaştırmış ve bireylerin teknolojiye karşı direnç göstermesine neden olmuştur. Teknolojik devrimler, toplumun ekonomik yapısını, iş gücü piyasasını, sosyal ilişkileri ve bireylerin kendilik algısını yeniden şekillendirmiştir. Ancak bu dönüşüm

süreçlerinde toplumsal uyum, teknolojinin hızla yayılması ve bireylerin bu yeni düzene adapte olma kapasitesiyle sınanmıştır (Mokyr, 1992). Teknolojinin getirdiği yenilikler, toplumsal uyum üzerinde karmaşık bir etkiye sahip olup bireylerin bu yeniliklere olan bakış açılarını ve güven duygusunu etkilemektedir (Naktiyok vd., 2019).

Toplumsal uyum, teknolojiyle birlikte gelişen normlar ve değerler aracılığıyla sağlanabilirken; bu sürecin aksamaması durumunda teknolojinin toplumsal yapıda kaygı, güvensizlik ve korku gibi olumsuz tepkiler yaratma potansiyeli bulunmaktadır. Modern toplumlarda dijitalleşmenin yaygınlaşması, bireylerin kendilerini topluma yabancılaşmış hissetmelerine ve sosyal ilişkilerin zayıflamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, teknolojik dönüşüm süreçlerinin yönetimi, toplumun teknolojiyi benimsemesi ve bu yeniliklere güven duymasını sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir (Şahin ve Demiral, 2023).

Nitekim teknolojik devrimler, toplumun gelişimi ve dönüşümünde temel dinamiklerden biridir. Bu bağlamda teknolojiye karşı duyulan güvenin tesis edilmesi, bireylerin bu yeniliklere uyum sağlaması ve toplumsal uyumun güçlendirilmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu bölümde ele alınan tarihsel süreçler, teknolojinin toplum üzerindeki dönüştürücü etkisinin yanı sıra bireylerde ve topluluklarda doğurduğu korku ve endişeleri anlamak için de bir çerçeve sunmaktadır. Toplumun teknolojiyle uyumlu bir biçimde gelişmesi, teknoloji korkusunun etkili yönetilmesi ve bireylerin bu yenilikleri benimsemesi ile mümkün olabilmektedir.

## 2. TEKNOLOJİ KORKUSUNUN PSİKOLOJİK TEMELLERİ

Teknolojinin hızla gelişmesi ve toplumların bu gelişime adapte olma süreçleri, insan psikolojisinin temel unsurlarıyla doğrudan ilişkilidir. Teknoloji korkusu olarak bilinen fenomen, bireylerin yeni teknolojilere karşı geliştirdiği endişe, güvensizlik ve şüphe duygularını kapsamaktadır. Bu duygular, teknolojik gelişmelerin hızlı ve karmaşık yapısına paralel olarak daha da yoğunlaşmakta; bireylerde kaygı, yabancılaşma ve belirsizlik gibi psikolojik korku-tepkilerin doğmasına neden olmaktadır. Teknoloji korkusu, bireylerin teknolojiye karşı geliştirdiği duygusal ve bilişsel tepkilerle şekillenen karmaşık bir fenomendir. Yenilik korkusu, belirsizlik intoleransı, bilişsel aşinalık eksikliği, algılanan risk ve yabancılaşma gibi psikolojik faktörler, bireylerin teknolojiye karşı direnç göstermelerine ve kaygı geliştirmelerine neden olmaktadır (Şahin, 2024). Teknolojik yeniliklerin toplumsal yapılar üzerindeki etkisini anlamak, bu korkuların üstesinden gelme stratejilerini geliştirmeyi mümkün kılacaktır. Teknoloji korkusunun psikolojik temellerini anlamak, bireylerin teknolojiye olan güvenini artırmak ve toplumun bu yeniliklere uyum sağlamasını kolaylaştırmak için önemli bir adımdır (Erdoğan, 2023).

Aşağıda, teknoloji korkusunun psikolojik temelleri, insan davranışları ve bilişsel süreçler üzerindeki etkileri ile tarih boyunca teknolojiye duyulan korkunun değişen doğası ele alınmaya çalışılmıştır.

### **2.1 Yenilik Korkusu (Neofobi) ve Teknolojiye Direnç**

Yenilik korkusu, diğer adıyla neofobi, insanların yeni deneyimlere ve bilinmeyen durumlara karşı duyduğu kaygı ve korku olarak tanımlanmaktadır. Bu psikolojik durum, bireylerin yeni teknolojiye yönelik tepkilerinde önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Neofobi, bireylerin değişimden ve bilinmeyenden kaçınma eğilimlerini ifade etmekte ve özellikle hızlı teknolojik değişim dönemlerinde belirgin hale gelmektedir (Vail vd., 2010). Neofobik eğilimlere sahip bireyler, teknolojiyi potansiyel bir tehdit olarak algılar ve bu nedenle teknolojik yeniliklere karşı direnç gösterirler. Bu direnç, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde ortaya çıkabilir; yenilik korkusunun güçlü olduğu toplumlar, teknolojik dönüşüm süreçlerinde uyum sağlama konusunda zorluk yaşayabilmektedirler.

Yenilik korkusu, insanın doğuştan gelen bir özelliği olarak açıklanabilir. Evrimsel psikolojiye göre, insan beyninin bilinmeyene karşı temkinli yaklaşması, hayatta kalma mekanizmalarının bir parçasıdır. Bilinmeyen durumlar, potansiyel tehditler içerdiği varsayılarak daha temkinli ve yavaş bir adaptasyon süreci gerektirir (Buss, 2019). Modern dünyada ise bu içgüdüsel tepki, teknolojiye yönelik çekince ve korkular şeklinde kendini göstermektedir. Özellikle yaşlı bireylerde, teknolojik yeniliklere karşı daha fazla direnç gözlemlenmektedir; bu durum, yaşlandıkça bireylerin yeni bilgi ve becerilere adapte olma kapasitelerinin azalması ve teknolojinin hızla değişen yapısının uyum sağlamayı zorlaştırması ile açıklanabilir (Creighton, 2018).

### **2.2 Belirsizlik ve Kontrol Kaybı Algısı**

Teknoloji korkusunun bir diğer önemli psikolojik temeli, bireylerin belirsizliğe olan düşük toleransı ve kontrol kaybı algısıdır. Belirsizlik intoleransı, bireylerin öngörülemeyen ve kontrol dışı durumlara karşı duydukları rahatsızlığı ifade etmekte ve bu rahatsızlık teknolojinin karmaşıklığı ile daha da yoğunlaşmaktadır. Teknolojik yenilikler, kullanıcıların tam anlamıyla anlamadığı ve kontrol etmekte zorlandığı sistemler içerdiğinde, bireylerde yüksek düzeyde kaygı yaratabilmekte (Greco ve Roger, 2001), bu kaygı, yeni teknolojilere karşı bir güvensizlik hissine dönüşerek, bireylerin bu teknolojilere olan güvenini azalmasına ve söz konusu yeniliğe direnç gösterme eğilimine yol açabilmektedir.

Özellikle yapay zekâ ve otomasyon gibi yüksek derecede karmaşık teknolojiler, kontrol kaybı algısını daha da arttırabilmektedir. İnsanlar, kendi karar verme yetilerini kaybetme veya makinelerin insan emeğinin yerini

alacağı düşüncesi ile bu teknolojilere şüphe ile yaklaşmaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014). Bu durum, sadece iş gücünde değil, aynı zamanda günlük yaşamda da belirsizlik hissini artırmakta; bireylerde teknolojinin yaşamlarına getirdiği değişiklikler konusunda kontrol kaybı algısını pekiştirmektedir. İnsanlar, özellikle algoritmaların ve yapay zekânın öngörülemez sonuçları karşısında güvensizlik hissi geliştirmekte; bu durum, toplum genelinde teknolojiye karşı yaygın bir direnç ve korku halini tetikleyebilmektedir.

### **2.3 Bilişsel Aşinalık Eksikliği ve Anlamlandırılmama Sorunu**

Teknoloji korkusunun gelişmesinde rol oynayan faktörlerden bir diğeri ise bilişsel aşinalık eksikliğidir. Bilişsel bilimler açısından, insanlar anlamlandıramadıkları veya kavramsal çerçeveye oturtamadıkları durumlara karşı daha temkinli yaklaşır ve çekince duyarlar (Baron-Cohen, 2010). Teknolojinin hızla gelişmesi ve karmaşık hale gelmesi, bireylerin bu gelişmeleri anlamlandırmalarını zorlaştırmaktadır. Özellikle hızlı değişen teknolojik trendler, bireylerde aşinalık hissini zayıflatarak adaptasyon süreçlerini zorlaştırabilmektedir.

Bilişsel aşinalık eksikliği, dijital teknolojiler ve sosyal medya gibi yeni iletişim araçlarında daha yoğun gözlemlenmektedir. Sosyal medya platformlarının veri gizliliği, içerik algoritmaları gibi kullanıcıların tam anlamıyla bilmedikleri veya denetleyemedikleri özellikleri, bireylerde anlamlandırılmama sorununa neden olmaktadır (Acquisti vd., 2015). Anlamlandırılmama sorunu, insanların dijital teknolojilere olan güvenini zayıflatarak bu teknolojilere karşı kaygı duymalarına yol açmaktadır. Özellikle yaşlı bireylerde, teknolojiye uyum sağlama sürecinde aşinalık eksikliğinin daha belirgin olduğu görülmektedir; bahse konu bu durum, bireylerin teknolojik yeniliklere karşı adaptasyon sorunu yaşamalarına, dahası direnç göstermelerine neden olmaktadır.

### **2.4 Algılanan Risk ve Teknolojinin Tehdit Algısı**

Teknoloji korkusunun oluşmasında etkili olan bir diğer önemli faktör, bireylerin teknolojiye dair algıladığı risk düzeyidir. Algılanan risk, bireylerin teknolojik yeniliklerin potansiyel tehlikelerine karşı duyduğu korkuyu ifade eder ve bu durum, teknolojinin bilinmeyen veya öngörülemez yönleri nedeniyle daha da yoğun hale gelir (Slovic, 1987). Bu bağlamda algılanan risk, bireylerde güven eksikliğine ve korkulara neden olmaktadır. Özellikle sağlık, çevre ve etik konularda endişeler, bireylerin teknolojiyi bir tehdit olarak algılamasına yol açabilmektedir.

Yapay zekâ, biyoteknoloji ve genetik mühendislik gibi yüksek risk taşıyan alanlardaki teknolojik gelişmeler, bu noktada bireylerde etik ve güvenlik endişelerini arttırmakta, özellikle genetik müdahaleler veya insan-makine etkileşimi-birleşimi gibi uygulamalar, bireylerin doğal düzenin bozulması



kaygısıyla bu teknolojilere karşı korku geliştirmelerine neden olmaktadır. Benzer şekilde, yapay zekânın etik açıdan denetlenemez bir güce sahip olabileceği düşüncesi de, teknolojiye karşı kaygıyı artırmakta; bu durum, toplum genelinde teknolojiyi tehdit olarak algılayan birey sayısını artırmaktadır (Mulgan, 2016).

## **2.5 Teknolojiye Yabancılaşma ve Sosyal İzolasyon**

Teknoloji korkusunun gelişmesinde etkili olan psikolojik unsurlardan biri de teknolojinin bireylerde yarattığı yabancılaşma hissidir. Yabancılaşma, bireylerin teknoloji karşısında kendilerini yetersiz, anlamını yitirmiş veya kontrolünü kaybetmiş hissetmeleri sonucu oluşmaktadır. Teknolojinin hızla gelişmesi ve yaşamın her alanına nüfuz etmesi, bazı bireylerde teknolojiye karşı bir yabancılaşma ve soyutlanma hissi yaratabilir. Özellikle dijitalleşme sürecinde sosyal medya gibi platformlar, bireylerin yüz yüze ilişkilerden uzaklaşarak sanal bir dünyada sosyalleşmelerine yol açmakta; bu durum, bireylerde yalnızlık ve izolasyon hissini artırmaktadır (Arnd-Caddigan, 2015).

Sosyal medya platformlarının yaygınlaşması ve bireylerin çevrimiçi dünyada daha fazla zaman geçirmesi, yüz yüze etkileşimlerin azalmasına ve bireylerin toplumsal bağlarının zayıflamasına neden olmuştur. Bu durum, belli sosyal yapı-gruplarda teknolojiye karşı sosyal izolasyon korkusunu artırmış; bireyler, teknolojinin ilişkilerini, sosyal çevrelerini ve kimlik algılarını olumsuz etkileyebileceği düşüncesiyle bu yeniliklere karşı mesafeli bir tutum geliştirmiştir. Bu noktadan hareketle yabancılaşma hissini, teknolojinin getirdiği kolaylıkların yanında, bireylerde güven eksikliğine ve teknolojiye yönelik korkulara yol açtığını ifade etmek yerinde olacaktır.

## **3. MODERN TEKNOLOJİLER VE TOPLUMSAL KORKULAR**

Modern teknoloji, toplumsal yapılar üzerinde geniş kapsamlı değişimler yaratırken, bireylerin teknolojiye karşı duyduğu korkuların da önemli bir ögesi durumundadır. Dijitalleşme, yapay zekâ, robotik, biyoteknoloji ve genetik mühendislik gibi yenilikler, 21. yüzyıl toplumlarında bahse konu bu yeni korku biçimlerini ve etik kaygıları gündeme getirmiştir. Bu başlık altında, modern teknolojilerin toplum üzerinde yarattığı endişeler, bireylerin teknolojik gelişmelere karşı geliştirdiği direnç ve toplumsal korkulara sebep olan unsurlar geniş bir bakış açısıyla ele alınmaya çalışılmıştır.

### **3.1 Yapay Zekâ ve Otomasyon: İş Kaybı ve Etik Endişeler**

Yapay zekâ (YZ) ve otomasyon, günümüz teknolojisinin en ileri alanlarından biridir ve bireylerin teknolojiye karşı geliştirdiği korkuların en önemli kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Yapay zekâ, bilgisayarların öğrenme, mantık yürütme ve karar verme yetilerini geliştirerek insan emeğini ikame edebilecek bir potansiyel taşıdığı için, iş gücü piyasasında kaygı yaratmaktadır.

Otomasyonun birçok iş kolunu dönüştürmesi ve geleneksel iş rollerinin azalması, bireylerde iş güvencesine dair endişeleri artırmıştır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014). Özellikle tekrarlayan görevlerin otomasyon tarafından üstlenilmesi, işsizlik oranlarının artabileceği ve ekonomik dengesizliklerin doğabileceği yönünde toplumsal korkuları pekiştirmektedir.

Bununla birlikte, yapay zekâya ilişkin etik kaygılar da bireylerin YZ teknolojilerine duyduğu korkuları artırmaktadır. Yapay zekânın karar alma süreçlerindeki öngörülemezlik, algoritmaların şeffaf olmaması ve bu teknolojinin etik dışı kullanıma açık olması, bireylerde denetlenemeyen bir gücün geliştiği algısına yol açmaktadır (Mulgan, 2016). Yapay zekânın sosyal medya, sağlık ve finans gibi alanlarda giderek daha fazla karar alıcı bir rol üstlenmesi, teknolojinin etik sınırlarını sorgulamakta ve insan kontrolünün dışına çıkabileceği endişesi yaratmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâya karşı toplumsal korkular, bireylerin teknolojiye güvenini azaltmakta ve bu teknolojinin yaygınlaşmasına yönelik direnci artırmaktadır.

### **3.2 Dijital Mahremiyet ve Güvenlik Endişeleri**

Dijitalleşme, bilgiye erişimi ve bireyler arası iletişimi hızlandırırken, dijital mahremiyet konusunda ciddi endişeler doğurmuştur. İnternetin yaygınlaşması ve sosyal medya platformlarının kullanımı ile birlikte, bireylerin kişisel bilgileri dijital ortamlarda daha erişilebilir hale gelmiştir. Veri güvenliği ve mahremiyet ihlalleri, dijital platformlara olan güveni zayıflatmakta; bireylerde kimlik hırsızlığı, veri sızıntısı ve çevrimiçi izlenme gibi risklere karşı korkular oluşturmaktadır (Acquisti vd., 2015). Özellikle büyük teknoloji şirketlerinin bireylerin verilerini toplama ve bu verileri analiz ederek ticari amaçlarla kullanma potansiyeli, dijital mahremiyet ile ilgili endişeleri artırmaktadır.

Dijital mahremiyet korkusu, aynı zamanda devletlerin dijital gözetim politikaları ve veri gizliliğine yönelik sınırlı düzenlemeleri ile de pekişmektedir. Birçok ülkenin dijital gözetim teknolojilerini kullanarak vatandaşlarını izleme ve kontrol etme eğilimi, bireylerde özel hayatlarının ihlal edileceği korkusunu yaratmaktadır. Bu durum, bireylerin dijital teknolojilere mesafeli yaklaşımlarına ve çevrimiçi faaliyetlerinde kendilerini sınırlamalarına yol açmaktadır (Solove, 2004). Dijital mahremiyete yönelik korkular, bireylerin dijital platformlara duyduğu güveni azaltarak teknolojik adaptasyonu zorlaştıran temel bir etken haline gelebilmektedir.

### **3.3 Biyoteknoloji ve Genetik Mühendislik: Etik ve Sağlık Korkuları**

Biyoteknoloji ve genetik alanındaki gelişmeler, sağlık alanında önemli ilerlemeler kaydetmenin yanı sıra, toplumda yeni korkuların oluşmasına da neden olmuştur. Genetik mühendisliği, insan genetiği üzerinde yapılan müdahalelerle hastalıkların önlenmesi ve tedavi edilmesi açısından büyük

bir potansiyel taşıırken, genetik manipülasyonun etik sınırlarını da gündeme getirmektedir (Yenikaya vd., 2024). Özellikle insan embriyosu üzerinde yapılan genetik düzenlemeler, bireylerde doğanın dengesinin bozulacağı ve insan biyolojisinin etik dışı biçimlerde değiştirileceği yönünde endişe yaratmıştır (Macer, 1994). Yine Covid-19 pandemisi ile birlikte yapay salgın iddiaları, toplumun önemli bir kesiminde karşılık bulmuş ve tedavi sürecinde aşılama çalışmalarına karşı önemli bir direnç geliştirmiştir.

Sağlık ile ilgili teknolojilerin toplum tarafından benimsenmesi, genetik müdahalelerin sonuçlarının kontrol altına alınabileceğine dair güven gerektirirken, bireylerde bu güven eksikliğinden kaynaklanan korkular gelişmektedir. Genetik mühendislik, aynı zamanda “tasarım bebekler” gibi etik açıdan tartışmalı konulara da zemin hazırlamaktadır. Bireylerin genetik yapılarının ticari amaçlarla kullanılabilmesi ve biyolojik çeşitliliğin bozulabileceği korkusu, bu alanda etik sorunların artmasına yol açmaktadır (Larrere, 2010). Kısacası biyoteknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, toplumda sağlık ve etik açısından derin endişeler ortaya çıkmakta ve bu durum, bireylerin biyoteknolojik yeniliklere karşı mesafeli bir tutum sergilemelerine neden olmaktadır.

### **3.4 Sağlık Teknolojileri: Gelişmiş İzleme Sistemleri ve Mahremiyet Korkusu**

Modern sağlık teknolojileri, bireylerin sağlık durumlarını izlemeyi kolaylaştırırken, sağlık verilerinin dijital ortamda toplanması ve analiz edilmesiyle ilgili mahremiyet kaygılarını da gündeme getirmiştir. Giyilebilir sağlık cihazları, mobil sağlık uygulamaları ve genetik testler gibi yenilikler, bireylerin sağlık verilerini sürekli olarak takip etmeyi sağlarken; bu verilerin gizliliği konusunda bireylerde endişe yaratmaktadır (Luxton vd., 2012). Sağlık verilerinin sigorta şirketleri veya işverenler tarafından kullanılabilmesi düşüncesi, bireylerin sağlık teknolojilerine yönelik korkularını artırmaktadır.

Sağlık teknolojilerindeki bu hızlı gelişmeler, bireylerin özel sağlık bilgilerine üçüncü şahısların erişebilme ihtimali karşısında duyduğu kaygıları pekiştirmektedir. Özellikle büyük veri analizlerinin sağlık alanında yaygınlaşması, sağlık bilgilerinin dijital olarak işlenmesi ve saklanmasıyla ilgili etik soruları da gündeme getirmektedir. Bireyler, sağlık verilerinin ihlali veya kötüye kullanımı durumunda karşılaşılabilecekleri olası sonuçlardan korkmakta; bu durum, sağlık teknolojilerine olan güveni zayıflatarak bu yeniliklerin benimsenmesini zorlaştırmaktadır.

## 4. TEKNOLOJİ KORKUSUNUN ÜSTESİNDEN GELME STRATEJİLERİ

Daha öncede ifade edildiği üzere teknolojik gelişmelerin hızla yaygınlık kazanması, bireylerde ve toplumlarda belirsizlik ve korku duygularını tetiklemekte, bu korkular teknolojiyi benimseme sürecinde önemli bir engel oluşturmaktadır (Erdoğan vd., 2023). Ancak, teknolojiye dair korkuların üstesinden gelmek için geliştirilmiş stratejiler, bireylerin bu yenilikleri anlamasını, güven duymasını ve uyum sağlamasını kolaylaştırmak için kritik bir öneme sahiptir (Topçuoğlu vd., 2022). Bu başlık altında, teknoloji korkusunu azaltma stratejileri, eğitim ve dijital okuryazarlık, etik, toplumsal diyalog ve psikolojik destek sistemleri gibi temel başlıklar altında incelenmektedir.

### 4.1 Eğitim ve Dijital Okuryazarlık

Teknoloji korkusunun üstesinden gelme konusunda en etkili stratejilerden biri, teknoloji hakkında bilgi sahibi olmayı ve bu bilgiye dayalı güvenli kullanımı teşvik eden dijital okuryazarlığı geliştirmektir. Eğitim, bireylerin teknolojiye dair korkularını anlamalarına, bu korkularla yüzleşmelerine ve teknolojiyi güvenle kullanabilmelerine olanak sağlamaktadır. Dijital okuryazarlık, bireylerin teknolojiye dair bilgi eksikliklerini giderirken, aynı zamanda yeniliklere karşı güven geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Eshet-Alkalai, 2004). Eğitim yoluyla kazanılan bilgi, teknolojiyi anlamlandırmayı ve kontrollü bir şekilde kullanmayı kolaylaştırmakta; bu da korkunun üstesinden gelmesine önemli bir katkı sunmaktadır.

### 4.2 Etik ve Toplumsal Diyalog

Teknoloji korkusunun üstesinden gelmede bir diğer strateji, toplumda etik konuların açıkça tartışıldığı ve şeffaf bir diyalog ortamının oluşturulmasıdır. Modern teknolojiler, yapay zekâ, biyoteknoloji ve dijital mahremiyet gibi alanlarda etik soruları beraberinde getirirken, bu sorulara yönelik toplum genelinde ortak bir bilinç geliştirilmesi gereklidir (Bostrom ve Yudkowsky, 2018). Etik sorunların tartışıldığı ve toplumun çeşitli kesimlerinin görüşlerini paylaşabildiği ortamlar, bireylerde teknolojiyi daha iyi anlama ve güven geliştirme sürecine katkı sağlayabilir.

Bu süreçte özellikle hükümetler, teknoloji şirketleri ve sivil toplum kuruluşları gibi aktörlerin iş birliği yapması önemlidir. Etik çerçevede yapılan tartışmalar, teknolojik yeniliklerin sosyal ve etik boyutlarını ele alarak toplumsal endişelerin azalmasına aracılık edebilmektedir. Bu tür toplumsal diyalog ortamlarının oluşturulması, bireylerin teknolojiye dair endişelerini ifade etmelerini sağlaması bakımından teknolojiye karşı duyulan güvenin artmasına katkıda bulunabilecektir.

### 4.3 Psikolojik Destek ve Farkındalık Çalışmaları

Teknoloji korkusunun üstesinden gelmede bireylerin psikolojik ihtiyaçlarının anlaşılması ve desteklenmesi büyük bir öneme sahiptir. Teknolojiden korkan bireylerin bu korkuları aşabilmeleri için psikolojik destek almaları, duygusal ve bilişsel dayanıklılıklarını artırabilir. Özellikle, belirsizlik ve kontrol kaybı gibi temel korku unsurlarına odaklanan psikolojik destek programları, bireylerin teknolojiye yönelik algılarını yeniden şekillendirmelerine yardımcı olabilir (Greco ve Roger, 2001). Farkındalık çalışmaları, bireylerin teknolojiye yönelik duygusal tepkilerini anlamalarını sağlayarak, korkunun yerini güvene bırakmasını teşvik eder. Psikolojik destek, özellikle yaşlı bireylerde teknolojiyi anlamlandırmayı zorlaştıran aşinalık eksikliği gibi sorunların üstesinden gelmede yardımcı olabilir. Teknolojiyi öğrenmek için aşılması gereken engellerin büyüklüğü, bazı bireylerde çaresizlik hissine yol açabilir. Bu nedenle, psikolojik destek programları, bireylerin kendilerini yetersiz hissetmeden teknolojiyi öğrenmelerini teşvik ederken, teknolojiye duydukları korkuyu azaltmada da etkili olabilir (Hofmann vd., 2012).

### 4.4 Uygulama Güvenliği ve Kapsamlı Bilgi Koruma Politikaları

Dijital mahremiyet ve güvenlik endişeleri, teknoloji korkusunun başlıca nedenlerinden biri olarak görülmektedir. Bu endişelere yanıt olarak geliştirilen kapsamlı bilgi koruma politikaları, bireylerin verilerini güvende hissetmelerine katkıda bulunarak teknolojiye yönelik korkularını azaltabilir. Bilgi güvenliğini sağlama konusunda geliştirilen düzenlemeler ve yasalar, bireylerin dijital ortamlarda güvenli bir şekilde etkileşime girebilmelerini desteklemektedir (Voigt ve Von dem Bussche, 2017). Aynı zamanda, teknoloji şirketlerinin kullanıcı verilerini şeffaf bir şekilde yönetmesi ve bireylerin verilerinin nasıl toplandığına ve kullanıldığına dair açık bilgilendirme sağlaması, güvenin artmasına önemli katkı sağlayabilir. Dijital güvenlik konusunda yapılan bilgilendirme çalışmaları, bireylerin kendilerini daha güvende hissetmelerine yardımcı olurken; güvenlik politikaları sayesinde dijital platformlara duyulan güven artmakta ve teknoloji korkusunun üstesinden gelinmesi mümkün olabilmektedir.

## 5. GELECEK PERSPEKTİFİ: TEKNOLOJİ VE İNSANLIĞIN YOLCULUĞU

Teknoloji, insanlığın gelişim yolculuğunda belirleyici bir faktör olarak geçmişten bugüne toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yapısını dönüştürmüştür. Gelecek perspektifinden bakıldığında, teknolojinin bu dönüştürücü etkisinin artarak devam edeceği ve insanlık için yeni ufuklar açacağı öngörülmektedir. Ancak, bu sürecin beraberinde getirdiği fırsatların yanı sıra, etik, sosyal ve çevresel sorumluluklar da bulunmaktadır. Bu başlık altında, teknoloji ve insanlığın gelecekteki ilişkisi; toplumsal yapılar, iş

gücü ve bireylerin yaşam biçimleri üzerindeki olası etkileri kapsamında ele alınacak, özellikle yapay zekâ, biyoteknoloji, çevresel sürdürülebilirlik ve etik sorumluluklar gibi konulara odaklanılacaktır.

### **5.1 Geleceğin İş Gücü: Otomasyon ve Becerilerde Dönüşüm**

Teknolojinin iş gücü üzerindeki etkisi, geçmişte olduğu gibi gelecekte de önemli bir tartışma konusu olmaya devam edecektir. Otomasyon ve yapay zekâ teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, birçok iş kolunda dönüşüme yol açmakta, özellikle rutin ve tekrarlayan görevlerin otomasyon tarafından devralınmasıyla iş gücü yapısında köklü değişiklikler beklenmektedir (Frey ve Osborne, 2017). Geleceğin iş gücü, insan ve makine iş birliğine dayalı olarak şekillenecek; insanlar ise yapay zekâ ve robot teknolojileri ile birlikte çalışma becerilerini geliştirmek durumunda kalacaktır.

Bu bağlamda, gelecekte bireylerin daha yüksek düzeyde bilişsel, duygusal ve sosyal becerilere ihtiyaç duyacağı öngörülmektedir. Problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve duygusal zekâ gibi insan yeteneklerinin öne çıktığı alanlar, otomasyon karşısında daha dayanıklı olacaktır. Bu dönüşüm sürecinde, eğitim sistemlerinin ve iş geliştirme programlarının bireylerin dijital becerilerini artırmaya yönelik bir perspektif kazanması gerekmektedir. Geleceğin iş gücüne yönelik eğitim programlarının, teknolojik becerilerin yanı sıra etik farkındalık, esneklik ve adaptasyon gibi niteliklere de odaklanması, bireylerin değişen iş gücü yapısına uyum sağlamalarında kritik bir rol oynayacaktır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

### **5.2 Yapay Zekâ ve Etik Sorumluluklar**

Yapay zekânın toplum üzerindeki etkileri, geleceğin en önemli etik ve sosyal sorumluluk konularından biri olarak öne çıkmaktadır. Yapay zekâ sistemleri, sağlık, eğitim, ulaşım, hukuk ve güvenlik gibi birçok alanda karar alma süreçlerini etkilemekte, bu durum da toplumsal yapıda derin değişikliklere yol açmaktadır. Ancak, yapay zekâ algoritmalarının şeffaf olmaması, karar alma süreçlerine dair önyargılar ve insan kontrolünden bağımsızlaşması gibi sorunlar, toplumda bu teknolojilere dair etik ve güven sorunlarını gündeme getirmektedir (Bostrom ve Yudkowsky 2018).

Yapay zekâ teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte, etik ilkeler çerçevesinde sorumlu yapay zekâ uygulamalarının geliştirilmesi önem kazanacaktır. Özellikle, yapay zekâ sistemlerinin insan haklarına saygı göstermesi, veri gizliliğini koruması ve önyargı içermeyen kararlar alabilmesi için etik rehberlerin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda, uluslararası düzeyde iş birliği ve hukuki düzenlemeler yapılarak yapay zekânın güvenli ve adil bir şekilde kullanılması sağlanabilir. Yapay zekânın gelecekteki rolü,

yalnızca teknolojik bir araç olarak değil, aynı zamanda insanlık için etik bir sorumluluk alanı olarak değerlendirilmelidir (Floridi ve Cowls, 2022).

### **5.3 Biyoteknoloji ve İnsan-Makine Entegrasyonu**

Biyoteknoloji ve insan-makine entegrasyonu, insan biyolojisi ve teknolojinin birleştiği yenilikçi bir alan olarak gelecekte büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle genetik mühendislik, nöroteknoloji ve siberetik gibi alanlarda yaşanan gelişmeler, insan yeteneklerini artırma ve yaşam kalitesini iyileştirme konusunda önemli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte, biyoteknolojinin insan doğası üzerinde yaratabileceği etkiler, toplumda çeşitli etik soruları gündeme getirmekte; insan biyolojisine yapılan müdahalelerin sınırları hakkında tartışmalar devam etmektedir (Sandel, 2007). Bu teknolojilerin toplum tarafından benimsenmesi, etik sınırlarının net bir şekilde belirlenmesini ve insan sağlığına yönelik tehditlerin azaltılmasını gerektirmektedir. Biyoteknoloji ve insan-makine entegrasyonunun gelecekteki rolü, yalnızca sağlık ve yaşam kalitesi bağlamında değil, aynı zamanda etik bir sorumluluk perspektifinden de ele alınmalıdır (Fukuyama, 2003).

### **5.4 Çevresel Sürdürülebilirlik ve Teknolojik Yenilikler**

Gelecekte teknoloji ile insanlık arasındaki ilişki, yalnızca toplumsal ve etik sorumluluklarla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da kritik bir önem taşımaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi gibi sorunlar, insanlığın sürdürülebilir bir geleceği sağlamak adına teknolojiyi sorumlu bir şekilde kullanmasını gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji, çevre dostu üretim teknolojileri ve atık yönetimi gibi alanlarda yapılan yenilikler, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayarak teknolojinin olumlu bir etki yaratmasını sağlayabilir (Rockström vd., 2009). Bu bağlamda, çevresel sürdürülebilirlik için geliştirilen teknolojilerin yaygınlaşması ve bireylerin bu teknolojilere erişiminin sağlanması önemlidir. Özellikle güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve karbon ayak izini azaltan teknolojiler, çevresel etkileri minimize etmek için öncelikli olarak kullanılmalıdır. Bununla birlikte, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanımının teşvik edilmesi, bireylerde çevreye duyarlı bir teknolojik farkındalık geliştirmeyi de amaçlamalıdır. Çevresel sürdürülebilirlik perspektifinde teknoloji kullanımı, yalnızca mevcut sorunları çözmekle kalmamalı, aynı zamanda gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmayı hedeflemelidir (Klein, 2015).

### **5.5 Toplumsal Uyum ve Teknoloji ile Yaşama Sanatı**

Gelecekte teknolojik gelişmelerin bireyler üzerindeki etkileri, yalnızca ekonomik ve sosyal alanlarda değil, aynı zamanda bireylerin günlük yaşamında da kendini gösterecektir. Teknolojinin her alanda daha fazla yer kaplaması,

bireylerin teknoloji ile uyum içinde yaşamayı öğrenmelerini zorunlu kılmaktadır. Ancak, bu süreçte teknolojinin sosyal izolasyona, yabancılaşmaya ve yalnızlaşmaya yol açmaması için bireylerin teknolojiyi dengeli ve bilinçli bir şekilde kullanmaları önemlidir (Arnd-Caddigan, 2015). Teknoloji ile yaşama sanatı, bireylerin dijitalleşme sürecinde sosyal ilişkilerini güçlendirmelerini ve psikolojik sağlıklarını korumalarını amaçlayan bir yaklaşımdır.

Teknolojinin toplumsal uyum sürecinde bireylerde yaratabileceği kaygı ve korkuları azaltmak için bireylerin dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir. Eğitim, bireylerin teknolojiye dair daha bilinçli bir yaklaşım benimsemelerini sağlarken, aynı zamanda teknolojinin insan ilişkileri üzerindeki olumsuz etkilerini de minimize etme konusunda destekleyici bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, teknolojiye dair toplumsal bilinç oluşturmak ve bireylerin teknoloji ile uyum içinde yaşamalarını sağlamak, teknolojinin bireyler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada önemli bir adım olacaktır (Selwyn, 2004).

## 6. SONUÇ

Teknolojinin insanlık üzerindeki etkileri, tarih boyunca toplumları şekillendiren en önemli dinamiklerden biri olmuştur. Sanayi Devrimi ile başlayan bu dönüşüm süreci, günümüzde dijitalleşme, yapay zekâ, biyoteknoloji ve çevresel teknolojiler gibi alanlarda yaşanan hızlı ilerlemelerle yeni bir boyuta ulaşmıştır. Teknoloji, bireylerin yaşam biçimlerini, iş yapma alışkanlıklarını, toplumsal yapıları ve küresel ekonomik ilişkileri dönüştürürken, aynı zamanda bireylerde ve toplumlarda çeşitli korku ve endişelere de yol açmaktadır. Bu bağlamda, teknolojinin dönüştürücü etkisinin derinlemesine anlaşılması ve toplumun bu değişimle uyum sağlayacak stratejiler geliştirmesi büyük önem taşımaktadır.

Teknoloji korkusunun bireyler ve toplumlar üzerindeki etkilerini inceleyen bu çalışmada, teknolojinin doğurduğu psikolojik, sosyal ve etik endişeler kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Teknoloji korkusunun temelinde yatan faktörler arasında belirsizlik, kontrol kaybı algısı, mahremiyet endişeleri ve etik kaygılar öne çıkmaktadır. Özellikle yapay zekâ, biyoteknoloji ve dijital mahremiyet gibi modern teknolojiler, bireylerin bu teknolojilere karşı mesafeli bir duruş sergilemesine ve uyum sürecinde zorlanmalarına neden olmaktadır. Bu bağlamda, bireylerin teknolojiye karşı duydukları korkuları yönetebilmesi ve toplumsal uyumu sağlayabilmesi için etkili stratejilere ihtiyaç duyulduğu ortadadır.

Alanyazında teknoloji korkusunun üstesinden gelmek ve toplumun bu yeniliklere uyum sağlamasına katkıda bulunmak amacıyla çeşitli stratejiler önerilmektedir. Eğitim ve dijital okuryazarlığın artırılması, etik ve hukuki



güvence kanallarının tesis edilmesi, teknolojilerin karmaşıklığının ortadan kaldırılması, toplumsal diyalog kanallarının geliştirilmesi gibi faaliyetler teknolojinin sosyal ve etik sınırlarının daha iyi anlaşılmasına ve bireylerde güven duygusunun oluşmasına sunacağı katkı bakımından oldukça önemlidir. Psikolojik destek ve farkındalık çalışmaları da yine bireylerin teknolojiye yönelik duygusal tepkilerini yönetmelerine katkı sağlayarak adaptasyon süreçlerini kolaylaştırabilmektedir.

Bu çalışmada aynı zamanda, gelecekte teknoloji ve insanlık arasındaki ilişkinin daha da karmaşık ve çok boyutlu bir hale geleceği de vurgulanmıştır. Gelecekte otomasyon ve yapay zekâ iş gücünü dönüştürmeye devam edecek; biyoteknoloji ve insan-makine entegrasyonu gibi alanlarda gelişmeler daha karmaşık bir duruma evrilecek, tüm bu gelişmeler bireylerin yaşam kalitesini artırma potansiyeli taşıırken etik ve sosyal bir takım sorunları da beraberinde getirecektir. Bu noktada gelecekte meydana gelebilecek gelişmeleri dikkatle değerlendirerek olası olumsuzluklara dair gerekli tedbirlerin bugünden alınması önemlidir çünkü bu yeniliklerin olumlu bir etki yaratabilmesi, teknolojinin sorumlu ve bilinçli bir şekilde kullanılması ve toplumun bu değişime uyum sağlaması ile mümkün olacaktır.

Son söz olarak, teknolojinin insanlığın gelecekteki yolculuğunda önemli bir araç olmaya devam edeceği, ancak teknolojinin etkinliğinin ancak bilinçli, etik bir yaklaşım geliştirilmesi ile mümkün olabileceği ifade edilmelidir. Teknolojinin topluma olan etkilerinin derinlemesine anlaşılması ve bu etkilerin olumluya dönüştürülmesi için toplumun tüm kesimlerinin iş birliği yapması gerekmektedir. Bu iş birliği, geleceğin teknolojik dünyasında bireylerin kendilerini güvende ve huzurlu hissetmelerine katkıda bulunacak; teknoloji ve insanlık arasında daha dengeli, sürdürülebilir bir ilişki kurulmasına olanak sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2015). Privacy and human behavior in the age of information. *Science*, 347(6221), 509-514.
- Agnoletto, S. (2023). İçsel ve Dışsal: Sanayi Devrimi ve Büyük Ayrışmanın Tarih Yazımı Üzerine Tartışmalar. *Ekonomi ve İşletme Tarihi Üzerine Denemeler*, 41 (1), 1-30.
- Arnd-Caddigan, M. (2015). Sherry Turkle: Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other: Basic Books, New York, 2011, 348 pp, ISBN 978-0465031467 (pbk).
- Ashton, T. S. (1997). *The industrial revolution 1760-1830*. Oxford University Press.
- Baron-Cohen, S. (2010). *The essential difference: Male and female brains and the truth about autism*. ReadHowYouWant.com.
- Binfield, K. (Ed.). (2015). *Writings of the Luddites*. Jhu press.
- Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2018). The ethics of artificial intelligence. In *Artificial intelligence safety and security* (pp. 57-69). Chapman and Hall/CRC.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & company.
- Buss, D. (2019). *Evolutionary psychology: The new science of the mind*. Routledge.
- Castells, M. (2011). *The rise of the network society*. John Wiley & sons.
- Creighton, T. B. (2018). Digital Natives, Digital Immigrants, Digital Learners: An International Empirical Integrative Review of the Literature. *Education Leadership Review*, 19(1), 132-140.
- Erdoğan, S. U. (2023). Yönetim alanındaki işe yabancılaşma makalelerinin bibliyometrik analizi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 111-139.
- Erdoğan, S. U., Kobanoğlu, M. S., & Çiğdemli, A. Ö. Ö. (2023). Otel İşletmelerinde Nezaketsizlik ile Dışlanma Arasındaki İlişkide İşgörenlerin Narsistik Kişiliğinin Düzenleyici Rolü. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 419-444.
- Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 13(1), 93-106.
- Floridi, L., & Cows, J. (2022). A unified framework of five principles for AI in society. *Machine learning and the city: Applications in architecture and urban design*, 535-545.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Fukuyama, F. (2003). *Our posthuman future: Consequences of the biotechnology revolution*. Farrar, Straus and Giroux.
- Geçgin, E. (2022). *Müşteri ve Yönetici Gözüyle Performans Değerlendirme*. Efe Akademi Yayınları.
- Greco, V., & Roger, D. (2001). Coping with uncertainty: The construction and validation of a new measure. *Personality and individual differences*, 31(4), 519-534.
- Hofmann, S. G., Asnaani, A., Vonk, I. J., Sawyer, A. T., & Fang, A. (2012). The efficacy of cognitive behavioral therapy: A review of meta-analyses. *Cognitive therapy and research*, 36, 427-440.
- Hughes, T. P. (1993). *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*. JHU press.
- Jin, H. (2015). Understanding media's extensions Commemoration of the 50th anniversary of the publication of Marshall McLuhan's Understanding media: the extensions of man. *Critical Arts*, 29(6), 818-826.
- Klein, N. (2015). *This changes everything: Capitalism vs. the climate*. Simon and Schuster.
- Koşan, L., & Geçgin, E. (2011). Müşteri Beklentisi Ve Maliyet Yönetimi Hedef Maliyet Sistemi Ve Örnek Bir Uygulama. *Mali Çözüm Dergisi*, 106, 53-68.
- Larrere, C. (2010). Ethics and nanotechnology: The issue of perfectionism. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(1), 19-30.
- Luxton, D. D., Kayl, R. A., & Mishkind, M. C. (2012). mHealth data security: The need for HIPAA-compliant standardization. *Telemedicine and e-Health*, 18(4), 284-288.
- Macer, D. R. (1994). Perception of risks and benefits of in vitro fertilization, genetic engineering and biotechnology. *Social science & medicine*, 38(1), 23-33.
- Mokyr, J. (1992). *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*. Oxford University Press.

- Mulgan, T. (2016). Superintelligence: Paths, dangers, strategies.
- Mumford, L. (2020). "The Urban Drama": from The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects (1961). In *The City Reader* (pp. 106-110).
- Naktiyok, S., Geçgin, E., & Korucuk, M. (2019). Turizm İşletmelerindeki İşgörenlerin Örgütsel Güven Algıları İle Örgütsel Sinizm Tutumları Arasındaki İlişki. *The Journal of Academic Social Science*, 79(79), 259-276.
- Nye, D. (1992). *Electrifying America: Social meanings of a new technology*.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *nature*, 461(7263), 472-475.
- Sandel, M. J. (2007). Engineering. Cambridge (Mass.) & London: The Belknap Press of Harvard University Press, 2007. 162 pp. *Ethical Perspectives*, 14(2), 207-230.
- Selwyn, N. (2004). Reconsidering political and popular understandings of the digital divide. *New media & society*, 6(3), 341-362.
- Slovic, P. (1987). Perception of risk. *science*, 236(4799), 280-285.
- Solove, D. (2004). *The Digital Person: Technology and Privacy in the Information Age*. New York University Press.
- Şahin, Y. (2024). Dijital Liderlik ve İnovasyon Kabiliyeti Arasındaki İlişki Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(108), 1179-1188.
- Şahin, Y., & Demiral, B. (2023). Sürdürülebilirlik, inovasyon ve liderlik kavramlarına bibliyometrik bakış. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(2), 146-160.
- Vail, K. E., Rothschild, Z. K., Weise, D. R., Solomon, S., Pyszczynski, T., & Greenberg, J. (2010). A terror management analysis of the psychological functions of religion. *Personality and Social Psychology Review*, 14(1), 84-94.
- Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). The eu general data protection regulation (gdpr). *A Practical Guide, 1st Ed., Cham: Springer International Publishing*, 10(3152676), 10-5555.
- Yenikaya, M. A., & Oktaysoy, O. (2023). Yapay zekâ uygulamalarının sağlık sektöründe kullanımı: Derin öğrenme yöntemiyle ön tanı. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 127-131.
- Yenikaya, M. A., Kerse, G., & Oktaysoy, O. (2024). Artificial intelligence in the healthcare sector: comparison of deep learning networks using chest X-ray images. *Frontiers in Public Health*, 12, 1386110.

# ENDÜSTRİYEL GELİŞİMİN KRONOLOJİSİ

Selen Uygungil Erdoğan<sup>1</sup>, Burcu Turan Torun<sup>2</sup>

## ÖZET

Endüstri devrimleri, insanlık tarihinin dönüm noktalarını oluşturarak toplumsal yapıyı, ekonomik modeli ve iş gücü dinamiklerini köklü biçimde dönüştürmüştür. Bu çalışma, Endüstri 1.0'dan başlayarak Endüstri 4.0'a kadar süregelen sanayi devrimlerini ve gelecekteki sanayi paradigması olarak öne çıkan Endüstri 5.0'ı kapsamlı bir perspektifle ele almayı amaçlamaktadır. Endüstri 1.0'ın mekanik inovasyonlarıyla başlayan süreç, buhar gücünün üretim süreçlerine entegrasyonu ve fabrikaların ortaya çıkışıyla birlikte sanayi yapısını yeniden şekillendirmiştir. Elektrik enerjisinin sanayiye girmesiyle hızlanan Endüstri 2.0, seri üretim yöntemleriyle üretim verimliliğini artırmış ve geniş tüketici kitlelerine ulaşımı sağlamıştır. Bunu takiben, elektronik ve dijital teknolojilerin entegre edildiği Endüstri 3.0, üretim süreçlerinin otomasyonuna olanak tanıyarak dijital çağın kapılarını açmıştır. Endüstri 4.0 ise nesnelerin interneti, büyük veri ve yapay zekâ ile akıllı üretim kavramını geliştirmiş, veriye dayalı karar alma süreçleriyle sanayiye esnek ve dinamik bir yapıya dönüştürmüştür. Çalışma, ayrıca insan merkezli üretimi ve etik teknolojiyi önceleyen Endüstri 5.0'ın gelecekteki sanayi dinamiklerine yapacağı katkıları değerlendirerek sürdürülebilirlik, iş gücü refahı ve teknolojik etik konularına odaklanmaktadır. Bu çalışmada ele alınan endüstriyel gelişim kronolojisi, sanayide verimlilik artışını sağlamanın ötesinde, insan ve teknoloji arasındaki iş birliğinin nasıl daha ileri bir boyuta taşındığını göstermektedir. Çalışma, sanayi devrimlerinin yalnızca teknolojik ilerlemelerden ibaret olmadığını, aynı zamanda toplumsal fayda ve çevresel sürdürülebilirlik gibi değerlerin giderek daha fazla önem kazandığı bir dönüşüm sürecini temsil ettiğini ortaya koyması bakımından özgün bir değere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstriyel Gelişim, Üretim, Teknoloji, Dijitalleşme, Sanayi.

<sup>1</sup> Doç.Dr., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, suygungilerdogan@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7916-1709

<sup>2</sup> Doç.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, burcuturan@yyu.edu.tr, ORCID:0000-0003-1963-9368

## GİRİŞ

Sanayi devrimleri, insanlık tarihinin ekonomik, toplumsal ve teknolojik açıdan en büyük dönüşümlerini temsil etmektedir. Her bir devrim, üretim süreçlerinde kullanılan teknolojilerin gelişmesiyle başlarken, toplumun yapısını ve ekonomik düzeni yeniden şekillendirmiş, iş gücünün yapısından günlük yaşama kadar pek çok alanda köklü değişikliklere yol açmıştır. Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a kadar geçen süreçte her sanayi devrimi, kendi döneminin ihtiyaçlarına cevap verirken, bir sonraki devrimin temelini atmıştır. Endüstri 5.0 ise insanı merkeze alan, çevresel sürdürülebilirliği ön planda tutan ve teknoloji ile insan arasındaki iş birliğini yeni bir seviyeye taşıyan geleceğin sanayi vizyonu olarak öne çıkmaktadır.

Endüstri 1.0, 18. yüzyılın sonunda buhar gücünün üretim süreçlerine entegrasyonu ile başlamış; insan ve hayvan gücüne dayalı işlerin yerini mekanik makineler almıştır. Bu dönemde üretim süreci, kırsal ekonomiden sanayi merkezli bir yapıya doğru evrilmiş; kentleşme hız kazanmış ve işçi sınıfı doğmuştur. Mekanik üretim, Endüstri 2.0'ın kapılarını açarak 19. yüzyılın sonunda elektrik enerjisinin sanayiye dâhil olmasıyla birlikte seri üretim kavramını geliştirmiştir. Elektrik gücü, üretimde esnekliği artırarak maliyetleri düşürmüş ve daha geniş kitlelere ulaşan tüketim toplumunun temellerini atmıştır. Endüstri 3.0, 20. yüzyılın ortalarında dijitalleşmenin ve otomasyonun sanayi süreçlerine entegre edilmesiyle başlamış; yarı iletkenler, bilgisayarlar ve robot teknolojileri ile üretim sürecinde otomasyonu hızlandırmıştır. Bu dönemde, internetin yaygınlaşması ve küreselleşme ile birlikte bilgiye erişim artmış ve üretim sistemleri uluslararası bir yapıya kavuşmuştur. Takip eden Endüstri 4.0 ise nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zekâ ve siber-fiziksel sistemler gibi teknolojilerle donatılmış; akıllı üretim sistemleri ve dijitalleşme odaklı bir sanayi anlayışını getirmiştir. Bu dönemde, veriye dayalı karar mekanizmaları ve özelleştirilmiş üretim sistemleri işletmelerin daha esnek, hızlı ve müşteri odaklı bir yapıya kavuşmasını sağlamıştır.

Bugün, sanayi devrimlerinin bir sonraki aşaması olarak değerlendirilen Endüstri 5.0, insan merkezli bir üretim yapısını ön planda tutmaktadır. Bu yeni sanayi paradigması, teknoloji ve insan arasında daha ileri bir iş birliği sağlamakta; kolaboratif robotlar ve yapay zekâ ile çalışanların güvenli, yaratıcı ve esnek bir üretim sürecine dâhil olmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca Endüstri 5.0, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerini benimseyerek döngüsel ekonomi, enerji verimliliği ve atık yönetimi gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu bağlamda Endüstri 5.0, yalnızca ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda sosyal sorumluluğu ve etik değerlere saygıyı da destekleyen, çok boyutlu bir sanayi dönüşümünü temsil etmektedir.

Bu çalışma, sanayi devrimlerinin tarihsel sürecini ve bu süreç boyunca gelişen teknolojilerin üretim ve toplum üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Her bir sanayi devrimi, dönemin ihtiyaçları, teknolojik gelişmeleri ve toplumsal yapısı bağlamında ele alınarak analiz edilecektir. Son olarak, Endüstri 5.0'ın gelecekteki sanayi dinamiklerine katkıları, sürdürülebilirlik, etik değerler ve insan-makine iş birliği perspektifinden değerlendirilerek sanayi devrimlerinin toplumsal yapıya ve çevresel sürdürülebilirliğe nasıl katkı sağladığı tartışılacaktır.

## 1. ENDÜSTRİ 1.0 - MEKANİK ÜRETİMİN DOĞUŞU

Endüstri 1.0, 18. yüzyılın sonlarında başlayan ve sanayi dünyasında köklü değişimlere yol açan ilk sanayi devrimidir. Bu dönem, buhar gücü gibi yenilikçi teknolojilerin sanayiye dahil olmasıyla el işçiliğine dayalı geleneksel üretim modellerinin yerini mekanik üretime bıraktığı bir dönüşüm sürecini simgeler. Buhar makineleri, özellikle tekstil ve madencilik gibi sektörlerde üretim kapasitesini artırarak insan gücüne olan bağımlılığı azaltmış ve makineler aracılığıyla daha yüksek hızda, standart kalitede ürünler üretilmesini sağlamıştır (Mokyr, 1998). Bu dönemde sanayi, küçük atölyelerden büyük fabrikalara geçiş yapmış ve kentleşme süreci hız kazanarak kırsal kesimlerden şehirlere işçi göçü artmıştır. Bu göç dalgası, işçi sınıfının ortaya çıkışını hızlandırmış ve sanayinin toplum üzerindeki etkilerini derinleştirmiştir. Endüstri 1.0, yalnızca üretim süreçlerini dönüştürmekle kalmamış; aynı zamanda ekonomik ve sosyal yapıyı yeniden şekillendiren bir süreç olarak modern sanayinin temelini atmıştır.

Endüstri 1.0 sürecinin şekillenmesinde etkili unsurlar ve temel dinamikler bu başlık altında kronolojik bir akışla sunulmaya çalışılmıştır.

### 1.1. Buhar Gücü ve Mekanik İnovasyonlar

Endüstri 1.0'ın en önemli teknolojik gelişmesi, 1770'li yıllarda James Watt tarafından geliştirilen buhar makinesinin sanayiye kazandırılması olmuştur. Buhar gücü, özellikle tekstil, maden ve demir-çelik gibi sektörlerde üretim kapasitesini ve hızını artırmış, insan gücüne duyulan ihtiyacı azaltarak makineleşmeyi hızlandırmıştır (Landes, 1969). Buhar makineleri sayesinde, üretim süreci belirli noktalara bağımlı kalmaktan çıkmış ve üretim tesisleri su kaynaklarına uzak alanlarda da kurulabilmiştir. Bu gelişme, hem sanayi hem de kentleşme üzerinde büyük bir etki yaratarak ekonomik faaliyetlerin şehir merkezlerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur (Stearns, 2013; Özdemirkol, 2023).

### 1.2. İlk Fabrikaların Ortaya Çıkışı ve İş Gücü Dinamikleri

Buhar gücünün kullanımıyla birlikte, üretim sistemleri bireysel atölyelerden merkezi ve büyük ölçekli fabrika yapısına evrilmiştir. İlk fabrikalar, makinelerin kullanımı ile daha büyük ölçekte ve standart kalitede ürün üretebilir hale

gelmiştir. Fabrikalar, iş gücünün yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmış ve işçi sınıfının doğuşuna yol açmıştır (Ashton, 1997). Ancak, bu dönüşüm beraberinde iş güvenliği, çalışma koşulları ve iş saatleri gibi konularda ciddi sorunlar getirmiştir. İşçilerin düşük ücretlerle uzun saatler boyunca çalıştırılması, sanayi devriminin ilk yıllarında işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu durum, işçi hareketlerinin oluşmasına ve sendikalaşma gibi hak taleplerine yol açmıştır (Thompson, 1963).

### **1.3. Toplumsal Etkiler: Kentleşme ve İşçi Hareketleri**

Endüstri 1.0, sadece ekonomik yapıyı değil, toplumsal yapıyı da köklü bir şekilde dönüştürmüştür. Buhar gücüyle donatılmış fabrikaların kurulması, kırsal nüfusun kentlere göçünü hızlandırmış ve kentleşme sürecini tetiklemiştir. Şehirlerdeki nüfus artışı, kentsel altyapı ihtiyaçlarını artırmış; konut, sağlık ve eğitim gibi alanlarda yeni toplumsal sorunların doğmasına neden olmuştur (Hobsbawm, 1999). Ayrıca, iş gücünün zorlu çalışma koşulları altında ezilmesi, işçi sınıfının örgütlenme ihtiyacını doğurmuş ve sendikal hareketlerin temellerini atmıştır. Karl Marx ve Friedrich Engels gibi düşünürler, bu dönemde kapitalist üretim sistemine eleştiriler getirmiş ve işçi haklarının korunmasını savunan sosyal teoriler geliştirmişlerdir.

### **1.4. Ekonomik ve Teknolojik Miras**

Endüstri 1.0, modern sanayinin temelini oluşturan birçok teknolojik yeniliği ve ekonomik modeli beraberinde getirmiştir. Buhar makineleri, üretim süreçlerinin merkezine yerleşmiş; kömür gibi enerji kaynaklarına olan talebi artırarak enerji sektöründe yeni iş alanları yaratmıştır. Ayrıca, buhar makineleri ve makineli üretimin yaygınlaşması, daha sonraki sanayi devrimleri için bir zemin hazırlamış; teknolojiye dayalı üretimin önemini ortaya koymuştur (Headrick, 2009). Bu bağlamda Endüstri 1.0, sonraki sanayi devrimlerinin temellerini atan, üretim süreçlerinde verimlilik ve hız artışı sağlayan kritik bir başlangıç noktası olarak değerlendirilmektedir.

## **2. ENDÜSTRİ 2.0 - ELEKTRİK VE SERİ ÜRETİM ÇAĞI**

Endüstri 2.0, 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında elektrik enerjisinin sanayiye entegre edilmesi ve modern seri üretim tekniklerinin geliştirilmesiyle sanayi yapısında köklü dönüşümler yaratan bir dönemdir. Elektrik enerjisi, üretim süreçlerinde mekanik buhar gücüne kıyasla daha güvenilir ve bağımsız bir enerji kaynağı sağlayarak sanayiye dönüşürmüştür. Elektrikle çalışan makineler, fabrikaların daha esnek ve verimli düzenlenmesine olanak tanımış ve üretim hızını önemli ölçüde artırmıştır. Bu dönüşüm, ürünlerin daha düşük maliyetlerle geniş kitlelere ulaşmasını sağlamış; böylece seri üretim ve kitlesel tüketim kültürü hızla yayılmıştır (Hounshell, 1984). Bu

dönemde, Henry Ford'un öncülüğünde geliştirilen montaj hattı üretimi, işçilerin belirli görevlerde uzmanlaştığı, iş akışının sürekli ve standart hale getirildiği bir sistem oluşturmuştur. Bu yaklaşım, üretim maliyetlerini düşürmüş ve seri üretimi hızlandırmıştır. Ancak bu yeni üretim modeli, işçilerin tekrarlayıcı ve monoton işlerde çalışmasını gerektirdiği için iş tatminini azaltmış, aynı zamanda çalışma koşulları ve iş güvenliği gibi konuları gündeme getirmiştir. İşçilerin daha iyi haklar için örgütlenmesi ve sendikalaşma hareketleri bu süreçte ivme kazanmıştır. Endüstri 2.0, sadece üretim süreçlerini değil, toplumsal yapıyı da dönüştürerek kentleşmeyi hızlandırmış, geniş kitlelerin fabrikalara yönelmesiyle işçi sınıfının gelişimine katkıda bulunmuştur. Bu yönüyle Endüstri 2.0, sanayi devrimlerinin gelecekteki aşamalarına da ilham veren, üretim ve tüketim yapısında köklü değişimlerin başlangıcı olarak değerlendirilmektedir.

Endüstri 2.0 sürecinin şekillenmesinde etkili unsurlar ve temel dinamikler bu başlık altında kronolojik bir akışla sunulmaya çalışılmıştır.

### **2.1. Elektriğin Üretim Süreçlerine Entegrasyonu**

Elektriğin sanayiye entegrasyonu, üretim tesislerinde buhar makinelerinin yerini almasıyla başlamış ve buhar gücüne kıyasla daha verimli ve güvenilir bir enerji kaynağı olarak benimsenmiştir. Elektrik enerjisi sayesinde makineler daha bağımsız çalışabilir hale gelmiş ve fabrika düzenlemeleri daha esnek yapılabilmektedir. Elektrik motorlarının kullanımı, fabrikaların üretim hatlarını yeniden yapılandırmasına olanak tanımış ve bu, zaman içinde montaj hattının doğmasına yol açmıştır. Bu yeni üretim düzeni, daha az iş gücü ve daha düşük maliyetlerle çok sayıda ürün üretme imkânı sağlamıştır (McCraw, 1997).

### **2.2. Montaj Hattı ve Seri Üretim Anlayışı**

Endüstri 2.0'ın en belirgin yeniliklerinden biri de montaj hattının geliştirilmesidir. 1913 yılında Henry Ford'un öncülüğünde, otomotiv endüstrisinde kullanılan montaj hattı, üretim sürecinde devrim yaratmıştır. Ford, her işçinin özel bir görev üstlendiği ve ürünün iş istasyonları arasında hareket ettiği bir sistem tasarlayarak, üretim sürecini önemli ölçüde hızlandırmış ve maliyetleri düşürmüştür. Montaj hattı, her bir işçinin belirli bir görevi yerine getirdiği, iş akışının kesintisiz ilerlediği ve bu sayede üretim hızının arttığı bir model sunmuştur. Bu yöntemle üretim hızının artması, tüketicilere yönelik ürünlerin daha ucuz maliyetlerle sunulmasını sağlamış ve geniş bir tüketici kitlesine ulaşılmasını kolaylaştırmıştır (Chandler, 1993).

### **2.3. İş Gücü Dinamikleri ve Çalışma Koşulları**

Elektrik ve seri üretimin yaygınlaşması, iş gücü üzerinde önemli etkiler yaratmıştır. Montaj hattının devreye girmesiyle birlikte işçiler, belirli bir görevi tekrar eden monoton işler yapmaya başlamışlardır. İşlerin bu şekilde



bölünmesi, işçi verimliliğini artırsa da, işçilerin üretim sürecine olan katkısını sınırlandırmıştır. Bu süreç, işçilerin işten duyduğu tatmini azaltmış, ancak işverenler için daha düşük maliyet ve yüksek verimlilik anlamına gelmiştir (Braverman, 1998). İkinci sanayi devrimiyle birlikte işçi sendikalarının ortaya çıkışı da hızlanmış, işçiler daha iyi çalışma koşulları ve sosyal haklar talep etmeye başlamışlardır.

#### **2.4. Toplumsal ve Ekonomik Etkiler**

Elektrik enerjisi ve montaj hattı teknolojileri, ekonomik yapıda büyük bir dönüşüme yol açmıştır. Seri üretimin yaygınlaşması, ürünlerin fiyatlarını düşürerek tüketim toplumunun temellerini atmış ve kapitalizmin hızla gelişmesine katkıda bulunmuştur. Ayrıca, daha geniş bir tüketici kitlesine hitap eden kitlesel üretim, özellikle otomobil, ev aletleri ve tekstil gibi sektörlerde talebi artırmış, bu durum işçi sınıfının yaşam standartlarında da iyileşme yaratmıştır. Bu süreç aynı zamanda, şehirleşmenin hızlanmasına ve daha fazla insanın fabrika çevrelerine göç etmesine yol açarak toplumsal yapıyı da köklü bir şekilde dönüştürmüştür. Bu dönemde meydana gelen teknolojik gelişmeler, yalnızca üretim süreçlerinde değil, günlük yaşamda da köklü değişikliklere neden olmuştur.

#### **2.5. Endüstri 2.0'ın Gelecek Dönemlere Etkisi**

Endüstri 2.0, seri üretim ve elektrik temelli sistemlerin geliştirilmesiyle üçüncü sanayi devrimi için bir temel oluşturmuştur. Otomasyon ve dijitalleşmenin hız kazanacağı Endüstri 3.0 döneminde, Endüstri 2.0'ın mirası üzerine inşa edilen gelişmeler sayesinde, üretim süreçleri daha da optimize edilebilmiştir. Elektrik enerjisine dayalı sistemler, sonraki sanayi devrimlerinin de çekirdeğini oluşturarak daha hızlı, verimli ve bağımsız üretim anlayışının gelişmesine olanak sağlamıştır (Rifkin, 2011). Bu bağlamda Endüstri 2.0, modern endüstrinin temel taşlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

### **3. ENDÜSTRİ 3.0 - DİJİTAL DEVRİM VE OTOMASYON**

Endüstri 3.0, 20. yüzyılın ortalarından itibaren dijital teknolojilerin ve otomasyonun sanayi süreçlerine entegre edilmesiyle başlayan dijital devrimi ifade eder. Bu dönem, yarı iletkenlerin geliştirilmesi, bilgisayar teknolojilerinin üretim süreçlerine dâhil edilmesi ve mikroişlemcilerin kullanımıyla sanayide önemli bir dönüm noktası yaratmıştır. Dijital teknolojilerin sanayiye entegrasyonu, üretim süreçlerini otomatik hale getirmiş ve insan gücüne olan bağımlılığı büyük ölçüde azaltmıştır. Bilgisayar destekli üretim sistemleri (CAD/CAM) ve robot teknolojilerinin sanayide yaygınlaşması, üretim süreçlerinin daha hızlı, hassas ve esnek hale gelmesini sağlamıştır. Dijital devrim olarak da adlandırılan bu süreç, otomasyonun fabrikalardaki tekrarlayıcı

işlere uygulanması ile maliyetleri düşürerek verimliliği artırmıştır. Özellikle otomotiv ve elektronik gibi sektörlerde robotlar ve otomasyon sistemleri yoğun olarak kullanılmış, bu da ürün kalitesinde standartlaşma ve üretim hızında önemli kazanımlar getirmiştir. Otomasyonun yükselişi, iş gücü dinamiklerini de etkilemiş; daha önce manuel işlerde çalışan işçilerin yerini dijital teknolojilere hâkim, teknik bilgiye sahip bir iş gücü almıştır. Bu değişim, iş gücü piyasasında yeni yetkinlikler talep etmiş, bazı geleneksel işlerin yerini daha yüksek beceriler gerektiren yeni iş alanları almıştır (Beniger, 2009).

Endüstri 3.0 ayrıca, dijital iletişim ağlarının yaygınlaşması ve internetin kullanımıyla küreselleşmenin hız kazanmasına zemin hazırlamıştır. Bu sayede bilgi paylaşımı ve uluslararası ticaret kolaylaşmış, tedarik zincirleri küresel boyuta taşınmıştır. Küreselleşmenin hızlanması, çok uluslu şirketlerin aynı anda birden fazla ülkede üretim yapabilmesine olanak tanıyarak üretim maliyetlerini düşürmüş ve sanayi yapısında esneklik sağlamıştır. Dijital devrim, yalnızca üretim süreçlerinde değil, işletmelerin yönetim yapılarında da değişikliklere yol açmış; veri odaklı karar alma süreçlerinin gelişmesine katkı sunmuştur. Endüstri 3.0, dijitalleşme ve otomasyon teknolojilerinin sanayiye entegre edilmesiyle Endüstri 4.0'ın temellerini atan bir dönemi temsil eder. Dijital devrim sayesinde üretim süreçlerinin hızlanması, hata oranlarının azalması ve küresel entegrasyonun artması; sanayide verimlilik ve kaliteyi artırmış, dijital çağın başlangıcına zemin hazırlamıştır. Bu yönüyle Endüstri 3.0, yalnızca bir sanayi devrimi değil, aynı zamanda sanayinin dijitalleşme yolunda attığı en önemli adımlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Endüstri 3.0 sürecinin şekillenmesinde etkili unsurlar ve temel dinamikler bu başlık altında kronolojik bir akışla sunulmaya çalışılmıştır.

### **3.1. Yarı İletkenler, Mikroişlemciler ve Bilgisayar Teknolojileri**

Endüstri 3.0'ın başlangıcında, yarı iletken teknolojilerinin geliştirilmesi, elektronik cihazların üretiminde bir devrim yaratarak bilgisayarların sanayiye girmesini sağlamıştır. 1950'lerde transistörlerin keşfi ve 1970'lerde mikroişlemcilerin geliştirilmesi, bilgi işlem kapasitesini artırmış ve üretim süreçlerini hızlandırmıştır. Bu gelişmeler, fabrikalardaki manuel işlemlerin yerini dijital ve otomatik sistemlerin almasına olanak tanımıştır (Forester, 1987). Özellikle üretimde kullanılan bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemleri, ürün tasarımını ve üretim süreçlerini daha hassas ve hızlı hale getirmiştir.

### **3.2. Otomasyon ve Robotik Sistemlerin Gelişimi**

Otomasyon teknolojileri, Endüstri 3.0 ile birlikte hız kazanmış ve sanayide robotik sistemlerin kullanılmasına yol açmıştır. 1960'larda General Motors'un ilk endüstriyel robotu olan Unimate'ı devreye alması, üretimde

robot teknolojilerinin önemini göstermiştir (Nof, 2009). Robotlar, insan işçilerin yerine geçerek tekrarlayıcı ve riskli işleri üstlenmiş; üretimde hata oranını azaltırken verimliliği önemli ölçüde artırmıştır. Robot teknolojilerinin ilerlemesi, özellikle otomotiv ve elektronik sektörlerinde hızlı bir benimsenme yaratmış ve bu sektörlerde üretim hızını ve ürün kalitesini yükseltmiştir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

### **3.3. Dijital İletişim Ağları ve Küreselleşme**

Endüstri 3.0'ın bir diğer önemli boyutu, dijital iletişim ağlarının gelişimiyle küreselleşmenin hız kazanmasıdır. 1980'lerde ve 1990'larda internetin yaygınlaşması, dünya genelinde bilgi paylaşımını kolaylaştırmış ve tedarik zincirlerini uluslararası boyuta taşımıştır (Castells, 2000). İnternet ve dijital ağlar, üretim süreçlerinin birbirine entegre edilmesini ve çok uluslu şirketlerin aynı anda birden fazla ülkede üretim yapabildiğini mümkün kılmıştır. Böylece işletmeler, daha ucuz iş gücü ve kaynak avantajı sağlayan ülkelere üretim hatlarını taşıyarak maliyetleri düşürebilmiş ve rekabet avantajı elde etmiştir.

### **3.4. İş Gücü Dinamikleri ve Yetkinlik Değişimi**

Endüstri 3.0 ile birlikte iş gücü gereksinimleri de büyük ölçüde değişmiştir. Otomasyonun yaygınlaşması ve robotların üretim hattına dahil edilmesi, manuel iş gücüne olan talebi azaltmış ve nitelikli, teknoloji bilgisine sahip iş gücüne olan ihtiyacı artırmıştır (Autor vd., 2003). Özellikle bilgisayar becerilerine sahip işçilere duyulan talep artarken, daha önce rutin görevlerde çalışan işçilerin iş güvenliği zayıflamıştır. Bu değişim, iş gücü piyasasında nitelik farklılıklarına ve maaş eşitsizliklerine yol açmış; bu durum “teknolojik işsizlik” kavramını gündeme getirmiştir. Bu dönemde birçok çalışan, teknolojik değişimlere ayak uydurabilmek adına mesleki eğitim programlarına yönelmek durumunda kalmıştır (Frey ve Osborne, 2017).

### **3.5. Endüstri 3.0'ın Gelecek Sanayi Devrimlerine Etkisi**

Endüstri 3.0, dijital devrim ve otomasyon teknolojilerinin temellerini atarak Endüstri 4.0 için bir zemin oluşturmuştur. Özellikle dijital iletişim ağlarının gelişimi, büyük veri analitiği ve otomasyon teknolojileri, Endüstri 4.0'da siber-fiziksel sistemlerin entegre edileceği bir yapıya dönüşmüştür (Schwab, 2017). Bu bağlamda Endüstri 3.0, bilgiye dayalı üretim sistemlerinin öncüsü olmuş ve gelecek sanayi devrimlerine rehberlik eden bir dönem olarak değerlendirilmektedir. Dijital devrimin getirdiği bu yenilikler, yalnızca üretimde değil, toplumsal yapıda da köklü değişikliklere yol açmış ve dijital çağın başlamasını sağlamıştır.

#### 4. ENDÜSTRİ 4.0 - AKILLI ÜRETİM VE NESNELERİN İNTERNETİ

Endüstri 4.0, sanayi devrimlerinin en güncel aşaması olarak, üretim süreçlerine dijitalleşmeyi derinlemesine entegre eden bir dönemi temsil etmektedir. Bu sanayi devrimi, genel olarak akıllı üretim sistemleri, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, yapay zekâ ve siber-fiziksel sistemler gibi ileri teknolojilerin sanayiye entegrasyonunu kapsar. Endüstri 4.0'ın temelinde, dijital ve fiziksel dünyaların bir araya gelmesi, makineler arası iletişim ve veriye dayalı karar alma mekanizmaları yatmaktadır (Schwab, 2017). Akıllı üretim sistemleri sayesinde üretim süreçleri daha esnek, hızlı ve verimli hale gelirken, aynı zamanda daha az insan müdahalesine ihtiyaç duyarak otonom bir yapı kazanmıştır.

Endüstri 4.0'ın en önemli bileşenlerinden biri olan nesnelerin interneti (IoT), üretim tesislerinde kullanılan makinelerin, sensörlerin ve cihazların birbiriyle internet üzerinden iletişim kurmasını sağlar. Bu sayede, makineler arasında veri akışı sağlanarak üretim süreci boyunca gerçek zamanlı bilgi toplanabilir ve analiz edilebilir. IoT'nin bu işlevi, veriye dayalı karar alma süreçlerini destekleyerek üretim verimliliğini artırır, hata oranlarını düşürür ve kaynak kullanımını optimize eder. Aynı zamanda, öngörücü bakım gibi uygulamalar sayesinde, makinelerin bakım ihtiyaçları önceden belirlenebilir ve beklenmedik arızaların önüne geçilerek üretim sürecinde süreklilik sağlanır (Yenikaya vd., 2023).

Endüstri 4.0, büyük veri ve yapay zekâ teknolojilerinin sanayi süreçlerine entegre edilmesiyle, üretim süreçlerini daha önce mümkün olmayan bir hassasiyetle analiz etme ve optimize etme imkânı sunar. Büyük veri analitiği, üretim sürecinden toplanan verileri anlamlı bilgilere dönüştürerek işletmelere talep tahmini yapma, ürün kalitesini artırma ve envanter yönetimini iyileştirme gibi konularda karar desteği sağlar. Yapay zekâ ise üretim süreçlerini sürekli olarak iyileştiren, öğrenen ve gelecekteki üretim koşullarına göre uyarlanabilen dinamik bir yapıyı mümkün kılar. Bu teknolojiler, işletmelere rekabet avantajı sunarken aynı zamanda üretim maliyetlerini azaltır ve müşteri ihtiyaçlarına hızlı yanıt verilmesine olanak tanır.

Siber-fiziksel sistemler (CPS), Endüstri 4.0'ın diğer bir temel bileşeni olarak, sanal dünya ile fiziksel dünya arasındaki sınırları kaldırarak üretim süreçlerinin dijital ikizlerinin oluşturulmasını sağlar. Bu sistemler, sanal ortamda simülasyonlar yapılarak üretim süreçlerinin optimize edilmesine olanak tanır ve olası hataların önceden tespit edilmesini sağlar. Dijital ikizler sayesinde fabrikalar, üretim süreçlerini gerçek zamanlı olarak takip edebilir, verimliliklerini artırabilir ve süreçleri daha sürdürülebilir bir hale getirebilirler.

Endüstri 4.0'ın sanayiye getirdiği yenilikler yalnızca teknolojiyle sınırlı kalmamış; iş gücü yapısında da köklü değişiklikler yaratmıştır. Dijital becerilere

sahip nitelikli iş gücüne duyulan talep artmış; çalışanlar, gelişen teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilmek adına dijital yetkinliklerini artırmak zorunda kalmıştır. Bu durum, sanayide yeniden eğitim ve beceri geliştirme gibi ihtiyaçları doğurmuş, iş gücünün sürekli gelişen dijital çağa uyum sağlamasını gerekli kılmıştır.

Endüstri 4.0, sanayi dünyasında verimliliği, esnekliği ve özelleştirilebilirliği ön plana çıkararak rekabet avantajını artıran bir dönüşümü ifade eder. Akıllı üretim ve IoT ile gelen bu yeni sanayi anlayışı, yalnızca üretimde değil; tedarik zinciri, dağıtım ve müşteri ilişkileri gibi tüm iş süreçlerini yeniden tanımlamaktadır. Endüstri 4.0, sanayiye dijitalleşme yolunda en üst düzeye taşıyan, inovatif ve sürdürülebilir bir üretim modeli olarak sanayi devrimlerinin gelecekteki aşamaları için de ilham vermektedir.

Endüstri 4.0 sürecinin şekillenmesinde etkili unsurlar ve temel dinamikler bu başlık altında kronolojik bir akışla sunulmaya çalışılmıştır.

#### **4.1. Siber-Fiziksel Sistemler ve Akıllı Üretim**

Endüstri 4.0'ın ayırt edici unsurlarından biri, siber-fiziksel sistemlerin (CPS) üretim süreçlerine entegrasyonudur. CPS, fiziksel sistemler ile dijital ortamların bir araya gelmesini sağlayarak üretim süreçlerinde gerçek zamanlı veri analizi ve karar almayı mümkün kılar. Bu sistemler, üretim hattındaki makinelerin birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayarak işlemleri otomatikleştirir ve üretim hatalarının minimize edilmesini mümkün kılar (Lee vd., 2015). CPS, her bir ürünün üretim sürecinde izlenebilir hale gelmesini sağlayarak kalite kontrol süreçlerini güçlendirir ve özelleştirilmiş üretimi destekler. Akıllı fabrikalar, CPS sayesinde veriye dayalı karar alabilen, çevresel değişimlere uyum sağlayabilen esnek yapılar olarak öne çıkar (Kagermann vd., 2013).

#### **4.2. Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Bağlantılı Sistemler**

Nesnelerin İnterneti (IoT), Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden biridir ve fiziksel cihazların internet üzerinden birbirleriyle iletişim kurmasını sağlar. IoT, üretim hatlarında sensörlerle donatılmış makineler, cihazlar ve bileşenler aracılığıyla veri toplama ve analiz imkânı sunar (Atzori vd., 2010). Bu veriler, üretim süreçlerinde öngörücü bakım gibi uygulamalara olanak tanır ve sistemlerin bakım ve onarım gereksinimlerini önceden tespit ederek üretim kesintilerini en aza indirir. Ayrıca IoT, tedarik zincirinin tüm aşamalarında veri paylaşımını mümkün kılarak kaynak kullanımını optimize eder ve envanter yönetimini daha verimli hale getirir.

#### **4.3. Büyük Veri ve Yapay Zekâ ile Karar Destek Sistemleri**

Endüstri 4.0, büyük veri analitiği ve yapay zekâ teknolojilerinin üretim süreçlerine entegre edilmesiyle, veri odaklı karar alma mekanizmalarının

gelişimini desteklemiştir. Üretim hattından toplanan veriler, büyük veri analitiği sayesinde analiz edilerek işletmelere tahminsel modelleme ve trend analizi yapma olanağı sağlar. Yapay zekâ, üretim süreçlerini iyileştirmek, talep tahmini yapmak ve kalite kontrol süreçlerini geliştirmek amacıyla kullanılan bir karar destek aracı haline gelmiştir (Chui vd., 2010). Bu sayede işletmeler, üretim verimliliğini artırmak ve daha yüksek bir müşteri memnuniyeti sağlamak adına veriye dayalı stratejiler geliştirebilirler (Şahin, 2024).

#### **4.4. Dijital İkiz Teknolojisi ve Sanal Simülasyonlar**

Endüstri 4.0'ın öne çıkan yeniliklerinden biri de dijital ikiz teknolojisidir. Dijital ikizler, fiziksel varlıkların dijital ortamda bir kopyasının oluşturulmasıyla, üretim süreçlerinin sanal olarak izlenmesini ve analiz edilmesini sağlar. Bu teknoloji, ürün geliştirme aşamasında sanal simülasyonlar yaparak ürünlerin hatasız bir şekilde üretilmesine olanak tanır ve üretim hatalarını önceden tespit eder (Grieves ve Vickers, 2017). Dijital ikizler sayesinde fabrikalar, üretim sürecini gerçek zamanlı olarak takip edebilir, maliyetleri azaltabilir ve verimliliği artırabilirler.

#### **4.5. Endüstri 4.0'ın İş Gücü ve Toplumsal Yapılar Üzerindeki Etkisi**

Endüstri 4.0, sanayi yapısında olduğu kadar iş gücü dinamiklerinde de köklü bir dönüşüme yol açmıştır. Akıllı fabrikaların ve otomasyonun artması, daha fazla dijital beceriye sahip nitelikli iş gücüne olan talebi artırmıştır. Bu durum, çalışanların teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmesi için yeni eğitim programlarının geliştirilmesi gerekliliğini doğurmuştur (Bauer vd., 2015). Ayrıca, Endüstri 4.0 toplumsal yapıyı da etkilemekte; veri güvenliği, gizlilik, iş güvencesi ve etik gibi konular tartışılmaktadır. Yapay zekâ ve otomasyonun iş gücü üzerindeki etkisi, işsizlik riski ve gelir eşitsizliği gibi toplumsal sorunlara yol açabileceği için bu konulara yönelik düzenlemeler ve politikalar geliştirilmesi önem taşır (Schwab, 2016).

#### **4.6. Endüstri 4.0'ın Gelecekteki Sanayi Devrimlerine Katkısı**

Endüstri 4.0, akıllı üretim ve dijitalleşmenin bir araya gelmesiyle gelecekteki sanayi devrimlerinin temelini atmaktadır. Özellikle nesnelerin interneti, büyük veri ve yapay zekâ gibi teknolojilerle Endüstri 5.0'a geçişte daha insan merkezli, esnek ve sürdürülebilir üretim modellerinin oluşturulması öngörülmektedir (Rojko, 2017). Endüstri 4.0'ın mirası, yalnızca teknoloji odaklı bir dönüşüm değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sorumluluk ve etik değerlerle şekillenen bir geleceğin yapı taşlarını oluşturmaktadır.

## 5. GELECEK PERSPEKTİFİ - ENDÜSTRİ 5.0 ve İNSAN-MAKİNE İŞ BİRLİĞİ

Endüstri 5.0, sanayi devrimlerinin doğal bir devamı olarak insan merkezli üretim ve gelişmiş iş birliği süreçlerini vurgulayan bir aşamayı temsil etmektedir. Bu yeni sanayi yaklaşımı, Endüstri 4.0'ın dijitalleşme ve otomasyon odaklı gelişmelerini daha ileriye taşıyarak, insan ve makineler arasında daha derin bir iş birliği kurması odağı üzerine konumlanmaktadır (Nahavandi, 2019). Bu bağlamda Endüstri 5.0, akıllı sistemlerin insan zekası ile uyum içinde çalıştığı, yalnızca üretimde verimliliği artırmayı değil, aynı zamanda toplumsal faydayı ve sürdürülebilirliği de ön planda tutmayı hedefleyen bir paradigma değişikliğine işaret etmektedir (Şahin ve Demiral, 2023).

Endüstri 5.0 beklentisi bağlamında gerçekleşmesi beklenen hususlar ve bu yaklaşımın temel dinamikleri aşağıda yer alan alt başlıklarda ele alınmaya çalışılmıştır.

### 5.1. İnsan-Makine İş Birliği: Kolaboratif Robotlar ve Yapay Zekâ

Endüstri 5.0'ın, kolaboratif robotlar (cobot) ve yapay zekâ teknolojileri aracılığıyla insan-makine iş birliğini ileri bir seviyeye taşıması beklenmektedir. Kolaboratif robotlar, güvenli ve verimli bir şekilde insanlarla yan yana çalışabilen ve insan operasyonlarını destekleyen robot sistemleridir. Bu robotlar, tekrarlayıcı görevlerde insana yardımcı olarak daha karmaşık ve yaratıcı işlerde insanın katkısını artırmayı amaçlar (Tuti vd., 2024). Yapay zekâ ise insanlardan aldığı veri ve geri bildirimlerle öğrenerek süreçleri iyileştiren ve üretim sürecinde öngörücü analizler yapabilen bir karar destek sistemi olarak görev alır. Böylece, Endüstri 5.0, makinelerin üretkenliğini ve insanların yaratıcı katkılarını bir araya getirerek daha yenilikçi bir üretim süreci sunabilme potansiyeline sahiptir.

### 5.2. Kişiselleştirilmiş Üretim ve Esneklik

Endüstri 5.0 yaklaşımı, tüketici ihtiyaçlarına daha duyarlı, esnek ve kişiselleştirilmiş üretim sistemlerine yönelmeyi ön plana almaktadır. Bu bağlamda endüstri 5.0 yaklaşımının öncü adımlarından olan akıllı üretim sistemleri ve veri analitiği sayesinde, müşterilerin talepleri doğrultusunda özelleştirilmiş ürünlerin üretilmesi kolaylaşmıştır (Xu vd., 2018). Örneğin, tüketici ihtiyaçlarına göre özel olarak üretilmiş otomobiller veya kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri gibi alanlarda, bireysel tercihler üretim sürecine doğrudan entegre edilebilmektedir. Kişiselleştirilmiş üretim, işletmelerin esneklik kazanmasını ve müşteri memnuniyetini artırarak rekabet avantajı elde etmesini sağlaması bakımından geleceğin dünyasında önemli bir strateji belirleyici konumunda olacaktır.

### 5.3. Sürdürülebilirlik ve Döngüsel Ekonomi

Endüstri 5.0, üretim süreçlerini çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak şekillendirmeyi hedeflemektedir. Bu çerçevede döngüsel ekonomi modelleri benimsenerek atık miktarının azaltılması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması öncelikli hale gelmiştir (Jaeger ve Upadhyay, 2020). Akıllı teknolojiler sayesinde, üretim süreçlerinde enerji tüketimini azaltmak, atıkları yeniden dönüştürmek ve sürdürülebilir malzemeler kullanmak mümkün hale gelmiştir. Böylece Endüstri 5.0, geleceğin sanayi sistemlerinde sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda ekolojik dengeyi de destekleyen bir yapı oluşturabilecektir.

### 5.4. Sosyal Sorumluluk ve İş Gücü Refahı

Endüstri 5.0'ın insan merkezli yapısı, işletmelerin sosyal sorumluluk kavramını üretim süreçlerine entegre etmesine olanak tanımaktadır. Özellikle iş gücü refahı, iş güvenliği ve çalışan memnuniyeti, Endüstri 5.0'ın öncelikli konuları arasındadır. Bu sayede çalışanların fiziksel olarak zorlayıcı veya tehlikeli görevlerden uzaklaşarak daha yaratıcı ve analitik işlere odaklanması sağlanır. Ayrıca, insan-makine iş birliğine dayalı üretim sistemleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından daha güvenli ve ergonomik çalışma ortamları sunarak iş kazalarını azaltma potansiyeline sahiptir (Pizoń ve Gola, 2023). Bu yaklaşımın, işletmelerin sosyal sorumluluk projeleri geliştirmesine ve çalışan refahını ön planda tutmasına ön açması bakımından sosyal sorumluluk ve işgücü refahı üzerinde son derece önemli çıktıları olması beklenmektedir.

### 5.5. Teknolojik Etik ve Veri Güvenliği

Endüstri 4.0, teknolojinin artan etkisiyle beraber etik konuların ve veri güvenliğinin önemi daha da artmıştır. Yapay zekâ ve veri analitiği kullanımı, veri güvenliği, gizlilik ve etik konularında yeni bir takım problem sahaları yaratabilme potansiyeli taşımakta, bu noktada etik hususlar ve veri güvenliği bireyler üzerinde önemli kaygı düzeyine neden olmaktadır. İşletmelerin, dijital dönüşüm süreçlerinde topladıkları verileri etik çerçeveler dâhilinde yönetmeleri gerekmektedir (Liao, 2020). Ayrıca, yapay zekâ algoritmalarının karar süreçlerindeki etkisi, işletmelerin şeffaf ve sorumlu bir şekilde hareket etmelerini gerektirmektedir. Endüstri 5.0, bu bağlamda teknoloji ve etik arasında dengeli bir ilişki kurmayı amaçlayarak toplumun dijital dönüşüme olan güvenini artırmayı hedeflemektedir.

### 5.6. Endüstri 5.0'ın Gelecekteki Sanayi Dinamiklerine Katkısı

Endüstri 5.0 anlayışı teknolojiyi insanın hizmetine sunan, sürdürülebilir ve etik bir sanayi yapısı oluşturarak gelecekteki sanayi dinamiklerine yön vermektedir. İnsan-makine iş birliği, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal refah



gibi faktörler, gelecekteki üretim modellerinin temel yapı taşlarını oluşturacaktır (Longo vd., 2020). Bu bağlamda Endüstri 5.0, sanayi devrimlerinin yalnızca teknoloji odaklı bir ilerleme süreci olmadığını, aynı zamanda insanı ve doğayı odağa alan bütüncül bir dönüşüm olduğunu göstermektedir. Endüstri 5.0'ın bu temel ilkeleri, sanayinin geleceğini şekillendirecek ve sanayi devrimlerinin sosyal sorumluluk, etik ve sürdürülebilirlik kavramları etrafında yeniden yorumlanmasına katkıda bulunacaktır.

## **SONUÇ ve DEĞERLENDİRME**

Sanayi devrimleri, insanlık tarihinin yalnızca teknolojik gelişim açısından değil, aynı zamanda toplumsal, ekonomik ve kültürel yapılar açısından da en derin değişimlerine sahne olmuştur. Bu çalışma, Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a kadar uzanan bu köklü dönüşüm sürecini ele alarak, sanayi devrimlerinin etkilerini geniş bir çerçevede değerlendirmektedir. İlk sanayi devrimi ile başlayan bu süreçte, her devrim bir öncekinden güç alarak ilerlemiş; iş gücü, üretim yapısı ve toplumsal yaşam köklü biçimde yeniden şekillenmiştir. Endüstri devrimleri bir yandan teknoloji, sermaye ve inovasyonun ilerlemesiyle üretim süreçlerini dönüştürürken, diğer yandan iş gücünün dinamiklerini, toplumsal sınıfların oluşumunu ve ekonomik düzenin temel ilkelerini yeniden tanımlamıştır.

Endüstri 1.0, buhar gücü ve mekanik makinelerin sanayiye kazandırılmasıyla üretim süreçlerini hızlandırarak üretim verimliliğini artırmış; böylece kırsal ekonomiye dayalı toplumsal yapıyı şehirleşmeye yönlendirerek işçi sınıfının oluşumuna zemin hazırlamıştır. Endüstri 2.0 ise elektrik enerjisinin sanayiye entegre edilmesi ve seri üretim sistemlerinin geliştirilmesiyle sanayide verimliliği artırmış, ürünlerin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamıştır. Montaj hattı ve standardizasyon gibi kavramlar bu dönemde üretim süreçlerinin merkezine yerleşmiş, böylece kitlesel üretim olanakları doğmuştur. Ancak bu dönüşüm, aynı zamanda iş gücü üzerindeki baskıyı artırarak işçi sınıfının hak taleplerini gündeme getirmiş ve sendikalaşma hareketlerini desteklemiştir. Endüstri 3.0 ile sanayide dijitalleşme, otomasyon ve bilgisayar destekli üretim sistemleri yaygınlaşmış; bilgiye dayalı üretim süreçleri sanayiye hâkim olmuştur. Yarı iletkenlerin, bilgisayarların ve internetin sanayiye girişi, üretim süreçlerini otomatik hale getirerek hata oranlarını azaltmış ve maliyet etkinliğini artırmıştır. Dijital devrim olarak da adlandırılan bu süreç, üretim sistemlerinin küresel ölçekte birbiriyle entegre olmasına imkân tanımış ve küreselleşme hız kazanmıştır. Endüstri 4.0 ise nesnelerin interneti (IoT), büyük veri ve yapay zekâ gibi ileri teknolojilerle sanayiye dijitalleşmenin en ileri düzeyini taşımıştır. Akıllı üretim sistemlerinin ortaya çıkışı, veriye dayalı karar alma mekanizmalarını güçlendirerek esnek, hızlı ve özelleştirilmiş üretim

süreçlerini mümkün kılmıştır. Böylece sanayi, yalnızca fiziksel güce değil, bilgiye ve veriye dayalı dinamik bir yapıya dönüşmüştür.

Endüstri 5.0, bu dönüşümün en yeni ve ileri aşaması olarak, teknoloji ile insanın uyum içinde çalıştığı, insan merkezli bir üretim modelini ifade etmektedir. Bu yeni vizyon, yalnızca verimliliği artırmayı değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, iş gücü refahı ve etik değerler gibi toplumsal faydayı ön plana çıkarmayı amaçlamaktadır. Kolaboratif robotlar (cobot) ve yapay zekâ, Endüstri 5.0'da çalışanlarla yan yana çalışarak daha güvenli, verimli ve yaratıcı bir üretim ortamı oluşturur. İnsanın yaratıcı, stratejik ve problem çözme becerilerini üretim süreçlerine doğrudan entegre eden bu model, sanayiye yalnızca ekonomik fayda sağlayan bir yapı olmaktan çıkararak sosyal sorumluluk sahibi bir yapıya dönüştürmektedir.

Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a kadar uzanan sanayi devrimleri kronolojisi, teknolojik ilerlemenin yalnızca üretim süreçlerini değil, toplumsal yapıları da dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Bu bağlamda işletmeler dahası toplumlar endüstriyel gelişimin açtığı fırsat pencerelerini daha iyi kavramalı ve bu gelişime duyarsız kalmayarak adapte olabilmeyi başarmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Ashton, T. S. (1997). *The industrial revolution 1760-1830*. Oxford University Press.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly journal of economics*, 118(4), 1279-1333.
- Bauer, W., & Horváth, P. (2015). *Industrie 4.0-Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland* (Interview).
- Beniger, J. (2009). *The control revolution: Technological and economic origins of the information society*. Harvard university press.
- Braverman, H. (1998). *Labor and monopoly capital: The degradation of work in the twentieth century*. nyu Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & company.
- Castells, M. (2011). *The rise of the network society*. John wiley & sons.
- Chandler Jr, A. D. (1993). *The visible hand*. Harvard university press.
- Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans-and where they can't (yet). *The McKinsey Quarterly*, 1-12.
- Forester, T. (1987). *High-tech society: the story of the information technology revolution*. Mit Press.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. *Transdisciplinary perspectives on complex systems: New findings and approaches*, 85-113.
- Headrick, D. R. (2009). *Technology: A world history*. Oxford University Press.
- Hobsbawm, E. J. (1999). *Industry and Empire: from 1750 to the Present Day*. The new press.
- Hounshell, D. (1984). *From the American system to mass production, 1800-1932: The development of manufacturing technology in the United States* (No. 4). Jhu Press.
- Jaeger, B., & Upadhyay, A. (2020). Understanding barriers to circular economy: cases from the manufacturing industry. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(4), 729-745.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Landes, D. S. (2003). *The unbound Prometheus: technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge University Press.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Liao, S. M. (Ed.). (2020). *Ethics of artificial intelligence*. Oxford University Press.
- 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 Sciences*, 10(12), 4182.
- McCraw, T. K. (1998). *Creating modern capitalism: how entrepreneurs, companies, and countries triumphed in three industrial revolutions*. Harvard University Press.
- Mokyr, J., & Strotz, R. H. (1998). The second industrial revolution, 1870-1914. *Storia dell'economia Mondiale*, 21945(1), 219-245.
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371.
- Nof, S. Y. (2009). *Springer handbook of automation* (pp. 1379-1396). S. Y. Nof (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Özdemirkol, M. (2023). Hasankeyf/İlisu Barajı'nda Yeniden Yerleştirme Sürecinin Dünya Bankası Tavsiye Kararları Açısından Değerlendirilmesi. *Kent Akademisi*, 16(4), 2734-2760.
- Pizoń, J., & Gola, A. (2023). Human-machine relationship—perspective and future roadmap for industry 5.0 solutions. *Machines*, 11(2), 203.

- Rifkin. (2008). The third industrial revolution. *Engineering & Technology*, 3(7), 26-27.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International journal of interactive mobile technologies*, 11(5).
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Currency.
- Stearns, P. N. (2020). *The industrial revolution in world history*. Routledge.
- Şahin, Y. (2024). Havacılık ve Yapay Zeka Alanındaki Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(110), 1637-1648.
- Şahin, Y., & Demiral, B. (2023). Sürdürülebilirlik, inovasyon ve liderlik kavramlarına bibliyometrik bakış. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(2), 146-160.
- Thompson, E. P. (2016). *The making of the English working class*. Open Road Media.
- ŦiŦu, A. M., Gusan, V., Dragomir, M., Pop, A. B., & ŦiŦu, Ŧ. (2024). Cost Calculation and Deployment Strategies for Collaborative Robots in Production Lines: An Innovative and Sustainable Perspective in Knowledge-Based Organizations. *Sustainability*, 16(13), 5292.
- Yenikaya, M. A., Güvenoğlu, E., & Kondakcı, S. (2022). Nesnelerin interneti (IoT) tabanlı akıllı sulama ve gübreleme sistemi. *Türkiye BiliŦim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 15(1), 14-23.
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of manufacturing systems*, 61, 530-535.

# ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ

Muhammed Akif Yenikaya<sup>1</sup>

## ÖZET

Bu çalışma, çağımızın üretim paradigmasını köklü bir dönüşüme uğratan Endüstri 4.0 devrimini ve bu devrimin yapıtaşlarını derinlemesine incelemektedir. Endüstri 4.0, üretim sektöründe dijital teknolojilerin entegrasyonunu mümkün kılan ve üretim süreçlerini daha esnek, verimli ve akıllı hale getiren bir endüstriyel devrimdir. Bu dönüşüm; Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve analitik, yapay zekâ ve makine öğrenimi, dijital ikiz teknolojisi, robotik ve otomasyon, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi teknolojik bileşenler üzerine inşa edilmektedir. Araştırma, Endüstri 4.0 bileşenlerinin üretim sürecine kattığı değeri detaylandırarak, bu teknolojilerin iş süreçlerinde sağladığı hız, doğruluk, maliyet tasarrufu ve karar alma yetilerini ele almaktadır. IoT ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, üretim hattında gerçek zamanlı veri toplanmasını ve analiz edilmesini sağlayarak stratejik yönetim süreçlerinde derin bir dönüşüm yaratmaktadır. Öte yandan, yapay zekâ ve robotik sistemlerin iş süreçlerine dâhil edilmesi, insan hatasını minimize ederek üretim kalitesinde sürdürülebilirliği artırmaktadır. Dijital çiftlik uygulamaları tarım sektöründe kaynak yönetimini optimize ederken, sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları ise eğitim, bakım ve operasyonel süreçlerde maliyet ve zaman açısından ciddi avantajlar sunmaktadır.

Bu çalışma, Endüstri 4.0'ın yalnızca teknik ve ekonomik kazanımlarına değil, aynı zamanda bu dönüşüm sürecinin beraberinde getirdiği siber güvenlik, veri gizliliği, iş gücü değişimi ve işsizlik gibi sosyo-ekonomik zorluklara da dikkat çekmektedir. Bu bağlamda çalışmada endüstri 4.0'ın sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde benimsenmesi için stratejik bir yol haritası çizilmesi gerektiği vurgulanmakta; bu teknolojik devrimin endüstriyel ve toplumsal boyutlarına dair bütüncül bir bakış açısı sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar, Dijitalleşme, Endüstri 4.0, Teknolojik Dönüşüm, Bilişim Teknolojileri.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, akif.yenikaya@kafkas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3624-722X

## GİRİŞ

Dünya, üç sanayi devriminin ardından artık dördüncü sanayi devrimi ile karşı karşıyadır. Endüstri 3.0 döneminde, imalat ve hizmet sektörleri birçok kazanım elde etmiş ve bu gelişmelerin büyük çoğunluğu bilgi ve iletişim teknolojileri tarafından yönlendirilmiştir (Richard ve Felipe, 2018; Moon vd., 2018; Geçgin ve Güney, 2024). Günümüzde, sensörler, Radyo Frekanslı Tanımlama (Radio Frequency Identification - RFID) yongaları, Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber-Physical Systems - CPS) ve Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT) gibi teknolojiler, bir işletmenin tüm değer zinciri boyunca üretim ve hizmet endüstrilerini dönüştürmektedir (Zhong vd., 2017; Majeed ve Rupasinghe, 2017).

Endüstri 4.0, üretim sektöründeki dijital teknolojilerin kullanımıyla gerçekleşen bir endüstriyel devrimdir. Bu devrim, üretim süreçlerinde daha verimli, esnek, akıllı ve bağlantılı bir yapıya geçilmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0, makineler ve çalışanlar arasında iş birliğine dayalı çalışmayı teşvik eder ve IoT, kablosuz iletişim, bulut bilişim, CPS ve etkileşimli otomasyon uygulamaları. En eski imalat endüstrilerinden biri ve gelecek teknolojilerle gelişen kilit bir endüstri olarak hazır giyim imalat endüstrisi, üretimin farklı aşamalarında teknolojiyi kullanarak işgücünü ve kaynaklarını kontrol etmektedir (Gries ve Lutz, 2018; Stylios, 1996).

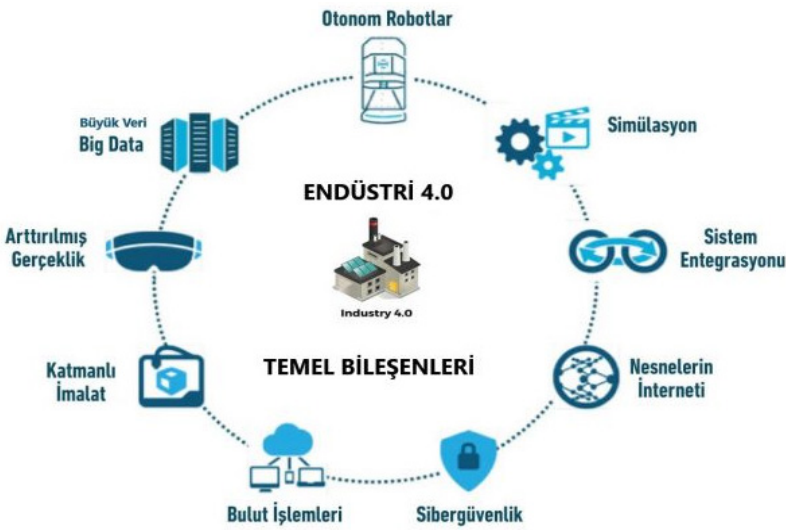
Endüstri 4.0'ın temel öğeleri temel olarak nesnelerin interneti, büyük veri ve analitik, yapay zekâ ve makine öğrenimi, dijital çiftçilik, robotik ve otomasyon, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojik bileşenlerden oluşmaktadır. IoT, üretim sürecindeki cihazlar, sensörler ve ekipmanların internete bağlanması ve birbirleriyle iletişim kurması sayesinde gerçek zamanlı veri toplama, analiz ve yönetim işlemleri yapılmasını sağlamaktadır. Büyük veri analitiği, işletmelerin büyük veri kümelerinden anlamlı bilgi elde etmelerini ve bu bilgileri üretim sürecinde kullanmalarını sağlamaktadır. Yapay zekâ ve makine öğrenimi, üretim sürecindeki verimliliği artırmak, hataları önlemek ve süreçleri optimize etmek için kullanılmaktadır. Dijital çiftçilik teknolojisi, üretim sürecinin dijital olarak takip edilmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır. Robotik ve otomasyon, işletmelerin üretim süreçlerinde daha verimli, hızlı ve doğru olmalarını sağlamaktadır. Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojisi, üretim sürecinde eğitim, bakım, arıza tespiti gibi işlemlerde kullanılabilir ve işletmelerin zaman ve maliyet tasarrufu yapmasına yardımcı olabilir. Son olarak, dikey ve yatay bütünleşme teknolojisi, işletmelerin üretim süreçlerindeki farklı aşamaları ve işlemleri entegre etmelerine olanak tanır ve daha verimli bir üretim süreci sağlamaktadır.

Endüstri 4.0'ın öğeleri bu çalışmada ayrıntılı olarak ele alacak ve bu teknolojilerin üretim sektörüne olan etkilerini tartışacaktır. Ayrıca, bu

teknolojilerin işletmeler tarafından nasıl uygulanabileceği ve faydaları da incelenecek ve Endüstri 4.0'ın birçok farklı yönüne ışık tutacaktır.

## LİTERATÜR

İlk sanayi devrimi, 18. yüzyılın sonlarında bir su çarkı veya buhar motoruyla çalışan mekanize endüstrilerle başlamıştır. 19. yüzyılda seri üretimin devreye girmesi ve elektriğin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ikinci sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Elektronik ve bilgi teknolojisi endüstrileri 1970'lerde hızla büyüme göstermiş ve bu, üretim ve endüstrinin bilgisayarlaşmasını gören üçüncü sanayi devrimi olarak adlandırılmıştır. 2011 yılında, Endüstri 4.0 olarak bilinen yüksek teknoloji girişimlerine ilişkin Alman ekonomi politikasına dayalı bir teklif ilk kez kamuoyuna açıklanmıştır (Zhong vd., 2017). Endüstri 4.0, birçok yazar tarafından farklı şekilde tanımlanmaktadır. Örneğin, bu aynı zamanda entegre endüstri, endüstriyel internet veya akıllı üretim olarak da anılmıştır (Roblek vd., 2016). Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu, daha iyi ticari ve toplumsal sonuçları tahmin etmek, kontrol etmek ve bunlara hazırlanmak için bu kavram gelişmiş fiziksel makine ve cihazların ağ bağlantılı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır (Industrial Internet Consortium, 2017).



Şekil 1. Endüstri 4.0 Öğeleri

Endüstri 4.0, literatürde otonom robotlar, simülasyon, sistem entegrasyonu, IoT, siber güvenlik, bulut bilişim, eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik ve büyük veri olmak üzere dokuz ayaktan oluşmaktadır (Vaidya vd., 2018). IoT, sensörler, aktüatörler, cep telefonları ve RFID teknolojileri gibi araçlarla nesnelere birbirine bağlayarak etkileşim halinde olmalarını sağlamaktadır. IoT, üretim

işlevlerinin tüm yönlerini kapsarken, bulut bilişim ise üretim sürecini tamamen dijitalleştirerek akıllı bir süreç haline getirmektedir (Varghese ve Tandur, 2014). Endüstri 4.0 öğeleri, değer zincirinde yer alan tüm tarafları entegre ederek gerçek zamanlı bilgi kullanımını mümkün kılmaktadır. İmalat sanayi açısından, Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerinden biri, akıllı üretim hatlarıyla çalışan akıllı fabrikadır (Majeed ve Rupasinghe, 2017; Jayatilake ve Rupasinghe, 2016).

Endüstri 4.0, birçok farklı yönü içermekte ve uygulanması çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bilimsel, teknolojik, ekonomik ve sosyal sorunları içeren birçok zorlukla mücadele etmek gerekmektedir (Zhou vd., 2015). Endüstri 4.0 öğelerinin uygulanması için büyük miktarda yatırım gerekmektedir. Her bir öğenin uygulanması bile ciddi bir mali yükü temsil etmektedir. Ancak, bazı öğeler seçilerek başlanabilir ve sonrasında diğer öğelerle birleştirilerek sistemi yükseltmek mümkün olmaktadır. Bir üretim sisteminde Endüstri 4.0'ı başlatmak için, güvenilir bir siber güvenlik sistemi, gelişmiş düşük enerji tüketen Wi-Fi bağlantısı, akıllı karar destek sistemi, yüksek hızlı iletişim ağı protokolleri ve büyük veri analiz mekanizması gibi temel öğelerin mevcut olması gerekmektedir.

### **NESNELERİN İNTERNETİ**

Nesnelerin İnterneti (IoT) nesnelere akıllı sensörler aracılığıyla kablosuz olarak bağlanan bir ağıdır ve insan müdahalesi olmadan etkileşim kurabilmektedir. Halihazırda sağlık, ulaşım ve otomotiv endüstrilerinde bazı IoT uygulamaları geliştirilmektedir (He vd., 2014; Joshi ve Kim, 2013; Pretz, 2013). IoT teknolojileri şu anda gelişme aşamasındadır, ancak nesnelerin sensörler ile entegrasyonunda bulut tabanlı internet alanında birçok yenilik meydana gelmektedir (Joshi ve Kim, 2013; Pretz, 2013). IoT'nin gelişimi, altyapı, iletişim, arayüzler, protokoller ve standartlar gibi birçok konuyu içermektedir.

Kevin Ashton, IoT kavramını ilk olarak 1999 yılında ortaya atarak, RFID teknolojisi ile birbirine bağlanabilen benzersiz nesnelerin oluşturduğu ağa IoT adını vermiştir. Ancak, IoT'nin kesin tanımı, alınan bakış açılarına göre halen şekillenmektedir (Joshi ve Kim, 2013; Pretz, 2013). Genel olarak IoT, standartlara ve birlikte çalışabilir iletişim protokollerine dayalı olarak kendi kendini yapılandırabilen, dinamik küresel bir ağ altyapısıdır. Bir IoT'deki fiziksel ve sanal 'nesnelere', benzersiz kimliklere ve niteliklere sahip olup, akıllı arayüzleri kullanarak bir bilgi ağı olarak entegre olabilmeye yeteneğine sahiptirler (Kirtsis, 2011; Li vd., 2012a, b).

IoT, Mevcut Yakın Alan İletişimi (Near Field Communication - NFC) teknikleri tarafından benzersiz bir şekilde tanımlanabilen bağlantı cihazlarının bir üst kümesi olarak da ele alınabilir. "İnternet" ve "nesnelere" kelimeleri,



duyusal, iletişim, ağ oluşturma ve bilgi işleme teknolojilerine dayalı, birbirine bağlı dünya çapında bir ağı ifade etmektedirler (Kranenburg, 2013; Marry, 2013). IoT'nin tanımı konusundaki tartışmalara rağmen, teknolojik gelişmeler hızla ilerlemekte ve IoT, çeşitli kurumlar tarafından yaygın bir şekilde tartışılmaktadır (Guo vd., 2012; ITU, 2013; Li vd., 2013b; Pretz, 2013). Özellikle akıllı algılama ve kablosuz iletişim teknikleri IoT'nin bir parçası haline gelmiş ve yeni zorluklar ve araştırma alanları ortaya çıkmıştır (Hunter vd., 2012; Wilamowski, 2010). Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), IoT'nin olanak sağlayan teknolojileri, potansiyel pazarları ve ortaya çıkan zorlukları ve sonuçlarını tartışarak, IoT'nin gelişimine katkılarda bulunmaktadır (ITU, 2013).

IoT, cihazların birbirleriyle iletişim kurması için kablosuz ağlar kullanır. Bu ağlar, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee ve NFC gibi farklı teknolojileri içerebilir. IoT cihazları genellikle sensörler ve aktüatörler içerir. Sensörler, çevresel değişiklikleri algılar ve verileri toplar. Aktüatörler ise, toplanan verileri kullanarak cihazları kontrol eder. IoT teknolojisi, cihazlar arasındaki iletişimi arttırarak, verimliliği artırabilmekte ve iş süreçlerini optimize edebilmektedir. Örneğin, bir üretim tesisindeki sensörler, üretim sürecindeki verimliliği arttırmak için kullanılabilir. Sensörler, üretim sürecindeki hataları tespit edebilir ve bu hataları en aza indirmek için cihazları kontrol edebilir. Bu da üretim sürecindeki verimliliği arttırabilir ve maliyetleri düşürebilir. IoT'nin yaygınlaşmasıyla birlikte, endüstriyel sektörlerde ciddi bir dönüşüm yaşanmaktadır. Nesnelerin interneti, endüstriyel üretimde akıllı fabrikaların ortaya çıkmasını sağlar. Akıllı fabrikalar, otomasyon, yapay zekâ ve IoT teknolojilerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu fabrikalar, üretim süreçlerini optimize ederek, verimliliği arttırır ve hataları en aza indirir.

IoT teknolojisi aynı zamanda sağlık sektöründe de kullanılmaktadır. Bu alanda, sensörler ve diğer cihazlar, hastaların durumunu izlemek ve sağlık hizmetlerinin verimliliğini arttırmak için kullanılır. Örneğin, bir kalp monitörü, hastanın kalp atış hızını izleyebilir ve doktorların hastanın durumunu takip etmesine yardımcı olabilir. IoT teknolojisi, tarım sektöründe de kullanılmaktadır. Sensörler, toprak nemini ve bitki büyümesini izleyebilir ve bu veriler, çiftçilerin bitki yetiştirme süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olabilir. Bu da verimliliği arttırarak, daha fazla ürün elde etmeyi mümkün kılmaktadır. Ancak, IoT teknolojisi aynı zamanda bazı riskleri de beraberinde getirir. Özellikle, cihazlar arasındaki iletişim, siber saldırılara karşı savunmasız olabilir. Bu nedenle, IoT cihazlarının güvenliği büyük bir önem taşır. Ayrıca, IoT cihazlarının birbirleriyle uyumlu olması ve verilerin doğru bir şekilde yönetilmesi de önemlidir.

Nesnelerin interneti, birçok sektörde büyük bir potansiyele sahiptir ve gelecekte daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Ancak, bu teknolojinin başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için güvenlik, veri yönetimi ve uyumluluk konularına büyük önem verilmelidir.

## BÜYÜK VERİ VE ANALİTİK

Son zamanlarda, geleneksel veritabanı yönetim sistemleri tarafından yönetilmesi mümkün olmayan büyüyen veri kümeleri için “Büyük Veri” terimi kullanılmaktadır (Kubick, 2012). Bu veri kümeleri, mevcut yazılım araçları ve depolama sistemleri tarafından kabul edilebilir bir sürede yakalanamayan, depolanamayan, yönetilemeyen ve işlenemeyen verileri içermektedir. Bu durum, tek bir veri kümesinde birkaç terabayttan birçok petabayta kadar veri içeren büyük veri boyutlarının sürekli artması nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Büyük veri ile ilgili zorluklar, verilerin yakalanması, depolanması, aranması, paylaşılması, analizi ve görselleştirilmesini içermektedir. İşletmeler, daha önce keşfedilmemiş gerçekleri ortaya çıkarmak için büyük hacimli ve ayrıntılı verileri araştırmaktadır. Bu nedenle, büyük veri analitiği, gelişmiş analitik tekniklerin büyük veri kümelerine uygulandığı yerdir. Büyük veri örneklerine dayalı analiz, iş değişimlerini ortaya çıkarmakta ve kullanılmaktadır. Ancak, veri kümesi ne kadar büyük olursa, yönetimi o kadar zorlaşmaktadır (Russom, 2011). Bu nedenle, büyük veri yönetiminde veri güvenliği, veri bütünlüğü, veri erişimi, veri depolama ve veri yedekleme gibi konuların dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca, büyük veri yönetimi için özel yazılımlar, donanımlar ve işletim sistemleri gibi özel araçların kullanılması gerekmektedir.

Büyük veri, geleneksel veri analiz platformlarında köklü değişikliklere yol açmaktadır. Bu kadar hacimli ve karmaşık veriler üzerinde herhangi bir analiz yapabilmek için, donanım platformlarının ölçeklendirilmesi kaçınılmaz hale gelir ve kullanıcının gereksinimlerini makul bir sürede karşılayabilmesi için doğru donanım/yazılım platformlarının seçimi kritik bir karardır.



Şekil. 2: Büyük Veri Analitiği

Büyük veri analitiği (Big Data Analytics - BDA), işletmelerin büyük veri kümelerinden anlamlı bilgi elde etmelerine olanak tanımaktadır. Bu sayede, işletmeler üretim süreçlerini analiz ederek daha verimli, hızlı ve doğru bir üretim yapısına geçebilmektedirler.

Şirketler terabaytlardan petabaytlara hatta eksabaytlara kadar veri yığını altındalar. Kuruluşlar yapısal verilerden yapısal olmayan verilere, statikten dinamik paradigmalara geçti. Karar verme faaliyetleri için verilerin işlenmesi ve bilgiye dönüştürülmesi kritik hale gelmiştir (Lee vd., 2013). Yeni teknolojilerin hızlı gelişimi, veri işleme süresini önemli ölçüde azaltmış ve birkaç yıl önce mümkün olmayan büyük verilerle uğraşmayı mümkün hale getirmiştir (Barlow, 2013). BDA, büyük verileri analiz ederek, benzersiz bir ölçekte ve belirginliğe sahip işletmelerin operasyonel ve işletme bilgisini üretir ve maden çıkarır (Cloud Security Alliance, 2013). BDA'nın bulut kullanıcıları tarafından kullanılması gerekmektedir. BDA, büyük verileri kullanabilmeli, değişimlere ve belirsizliklere daha hızlı ve daha iyi kararlar alarak yanıt verebilmelidir. DBA prensipleri, boyutu veya işletme alanı ne olursa olsun, birçok kuruluştta uygulanabilir.

BDA sadece bir teknoloji değil, strateji, pazarlama, insan kaynakları ve araştırmanın ayrılmaz bir araç takımıdır. BDA, korelasyonlar, küme analizi, filtreleme, karar ağaçları, bayes analizi, sinir ağı analizi, regresyon analizi ve dokusal analiz gibi iyi kurulmuş ve yaygın olarak kullanılan analitik metodolojileri ve araçları ifade etmektedir (Davis, 2014). Buna ek olarak BDA, büyük verileri işlemenin ekonomik hale getirilmesini sağlayan teknik ve teknolojileri ifade etmektedir (Bloem vd., 2013). BDA, keşif, çözüm üretme ve karar destek sağlama amacıyla büyük verileri inceleyen, temizleyen, dönüştüren ve modellenen bir süreçtir (King vd., 2013).

Kısacası, BDA sadece mevcut sistem ve algoritmaların güncellenmesi ve genişletilmesi değil, aynı zamanda ilgili verileri belirlemek ve bu verileri kullanışlı bilgiye dönüştürmek için yeni bir araç seti gerektirir. Şirketler, veri yönetimi için stratejik, operasyonel ve kültürel olarak sistem düzeyinde yöntemlerini yeniden gözden geçirmeli, sonra doğru verileri seçmeli ve bu verilere dayalı doğru kararlar vermesi gerekmektedir (SAS, 2014).

## **YAPAY ZEKÂ VE MAKİNE ÖĞRENİMİ**

Yapay zekâ ve makine öğrenimi, üretim sürecindeki verimliliği artırmak, hataları önlemek ve süreçleri optimize etmek için kullanılır. Bu teknolojiler, üretim hatlarındaki cihazlar ve ekipmanlarla entegre edilerek, gerçek zamanlı veri analizi ve otomatik karar verme işlemleri yapılmasını sağlar. Bu sayede işletmeler, üretim sürecindeki verimliliği artırarak işletme maliyetlerini düşürmektedir.

Yapay zekâ, bilgisayar bilimi ve fizyolojinin entegrasyonudur. Zekâ, basit bir ifadeyle, dünya üzerinde hedeflere ulaşma yeteneğinin hesaplama kısmıdır. Zekâ, düşünme, hayal kurma, yaratma, hatırlama, anlama, desenleri tanıma, seçim yapma, değişime uyum sağlama ve deneyimden öğrenme gibi yetenekleri içerir (Şahin, 2024). Öğrenme, yeni bilgi edinme veya bireylerin becerilerini geliştirme veya güncelleme anlamına gelir. Yeni bilgi edinme, anlamlı kavramların edinilmesi, anlamlarının anlaşılması ve birbirleriyle ve ilgili alanla olan ilişkilerinin anlaşılması gibi çeşitli süreçlerin bir kombinasyonudur. Beceri geliştirme, istenen fonksiyonu yerine getirmek için nöral bağlantıların bir desenini güçlendirmek olarak biyolojik terimlerle yorumlanabilir (Bavakutty, 2006). Bilgisayarların insanlar gibi davranmasına yönelik olan yapay zekâ, insanlara göre daha insan benzeri bir şekilde ve çok daha kısa bir sürede davranabilme becerisine sahip olduğundan yapay zekâ olarak adlandırılır (Poole ve Goebel, 1998).



Şekil 3. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme kavramları

Yapay zekâ teknolojilerinin iş süreçlerinde büyük potansiyel sağladığını görülmektedir (Davenport ve Ronanki, 2018). İş süreçlerinin tespiti, analizi, iyileştirilmesi, uygulanması, izlenmesi ve kontrol edilmesi gibi yaşam döngüsü faaliyetleri, verilere dayanır ve genellikle manuel olarak toplanır. Ancak, günümüzde, bu faaliyetler, kaydedilen olaylar ve ek özellikler gibi birçok veriyle desteklenen süreç farkındalığı bilgi sistemleri tarafından desteklenmektedir (Van der Aalst vd., 2011).

Veriye dayalı yaklaşımların başlangıçta keşif veya analiz için kullanıldığı görülmüştür. Bununla birlikte, son zamanlarda, veriye dayalı yaklaşımların, izleme gibi yaşam döngüsü aşamalarında da kullanılmasıyla ilgilenilmektedir. Bu aşamalarda, veri gerçek zamanlı olarak işlenir ve işlem davranışı, performansı ve sonuçları hakkında öngörüler elde etmek için kullanılır (Van der Aalst, 2013). Öngörüsül süreç izleme, işletmelerin hızlı değişen ortamlarda

proaktif olarak hareket etmelerine yardımcı olacak şekilde, süreç örneklerinin davranışını, performansını ve sonuçlarını tahmin etmek için giderek daha önemli hale gelmektedir (Maggi vd., 2014).

Belirli bir görevi yerine getirmek için kullanılan bilgisayar sistemleri üzerinde algoritmaların ve istatistiksel modellerin bilimsel olarak incelenmesi ise makine öğrenimi olarak adlandırılır. Makine öğrenimi, yapay zekâ alanının bir alt kümesi olarak görülür. Makine öğrenimi algoritmaları, görevi yerine getirmek için açıkça programlanmadan önce, eğitim verileri olarak bilinen örnek verilere dayanan bir matematiksel model oluştururlar ve tahminler veya kararlar verirler (Bishop, 2006).

Kang ve ark. göre, çeşitli öngörüsül süreç izleme yaklaşımları, kural tabanlı izleme tekniklerine kıyasla, öznel uzman tanımlı karar kurallarına güvenmek zorunda kalmadan makine öğrenmesi tekniklerini kullanır (Kang vd., 2012). Ayrıca, verilerin artan erişilebilirliği, makine öğrenmesi kullanımının engellerini azaltmaktadır. Veri bilimi ve makine öğrenmesi teknikleri kullanarak öngörüsül süreç izleme çalışmalarında, derin öğrenme teknikleri, yüksek seviyeli özellik temsillerini manuel özellik mühendisliği yapmadan otomatik olarak öğrenebildikleri için büyük potansiyel göstermiştir.

### **Yapay Zekânın Avantaj ve Dezavantajları**

Yapay zekânın en önemli avantajlarından biri, kararlarının duygular yerine gerçeklere dayanmasıdır. En üst düzeyde çabalarımıza rağmen, insan kararlarının duygularımız tarafından her zaman olumsuz etkilendiği iyi bilinen bir gerçektir.

Yapay zekâ teknolojisi, gelişmiş faydalarıyla insanlık için büyük bir potansiyele sahip olmakla birlikte gelecekte yapay robotların hayatımızda daha da yaygın hale gelmesini sağlayabilir. Yapay zekânın temel avantajları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

- İnsandan daha hızlı bir şekilde görevleri tamamlayabilir.
- Stresli ve karmaşık işleri kolay bir şekilde tamamlayabilir.
- Zor işlerin kısa sürede yapılabilir.
- Birden fazla fonksiyonun aynı anda yapılabilir.
- Yüksek başarı oranlarına sahiptir.
- Görevleri daha az hata ve kusur ile tamamlayabilir.
- Kısa sürede daha fazla verimlilik sağlayabilir.
- Daha az yer kaplar ve daha az boyuttadır.
- Uzun vadeli ve karmaşık durumları hesaplayabilir.
- Örneğin uzay gibi keşfedilmemiş şeyleri keşfedebilir.

Yapay zekânın günlük hayatımızdaki başlıca dezavantajları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Bazı durumlarda, yanlış kullanıldığında kitleler halinde yıkıma yol açabilir.
- Program hataları, komutların tam tersi işlemlerin yapılmasına sebep olabilir.
- İnsan işleri Yapay Zekâ tarafından etkilenebilir ve işsizlik sorunu artabilir.
- Yaratıcılık, Yapay Zekâ programcısına bağlı hale gelebilir.
- İnsani dokunuş eksikliği hissedilebilir ve genç nesil teknolojiye bağımlı hale gelebilir.
- Yapay Zekâ uygulamaları geliştirmek için çok fazla zaman ve para gereklidir.

### **Makine Öğreniminin Avantaj ve Dezavantajları**

Makine öğrenimi teknolojisi son yıllarda hızlı bir şekilde gelişmiş ve birçok alanda faydaları görülmüştür. Ancak, bu teknolojinin dezavantajları da vardır. Aşağıda, makine öğreniminin başlıca avantajları ve dezavantajları maddeler halinde verilmiştir.

Avantajları:

- Verileri hızlı ve etkili bir şekilde işleyebilir ve analiz edebilir.
- İnsanların zor veya imkânsız olarak gördükleri görevleri yerine getirebilir.
- Yüksek doğruluk oranlarıyla çalışabilir ve insan hatalarını minimize edebilir.
- İşletmelerin maliyetlerini düşürebilir ve verimliliği artırabilir.
- İşletmelerin müşterileri hakkında daha iyi bir anlayışa sahip olmalarına yardımcı olabilir ve bu sayede daha iyi müşteri deneyimleri sunmalarını sağlayabilir.

Dezavantajları:

- Yanlış tasarlanırsa veya yanlış kullanılırsa ciddi sonuçlara yol açabilir.
- Doğru bir şekilde eğitilmediği takdirde yanlış sonuçlar verebilir.
- Bazı işlerin yerine geçebilir ve bu da insanların işsiz kalmasına yol açabilir.
- Sistemleri, yaratıcılık gerektiren işlerde insanların yerini alamaz ve bu da sanat veya yaratıcı endüstrilerde bir dezavantaj olabilir.
- Sistemleri, insan dokunuşunun eksikliğini hissettirebilir ve müşteri ilişkilerinde zorluklara neden olabilir.
- Sistemlerinin geliştirilmesi zaman alır ve maliyetlidir.

- Sistemleri, teknoloji bağımlılığına yol açabilir ve insanların sosyal becerilerini zayıflatabilir.

## **DİJİTAL ÇİFTÇİLİK**

Diğer adıyla akıllı çiftçilik veya dijital tarım olarak da bilinen dijital çiftçilik, tarımsal üretimde kullanılan teknolojilerin kullanımını ve yönetimini içeren bir kavramdır.

Dijitalleşme, dijital yenilikleri uygulama sosyo-teknik süreci olarak giderek yaygınlaşan bir trenddir. Büyük veri, IoT, artırılmış gerçeklik, robotik, sensörler, 3D baskı, sistem entegrasyonu, yaygın bağlantı, yapay zekâ, makine öğrenimi ve blockchain gibi kavramlar ve teknolojiler dijitalleşmeyi oluşturur (Alm vd., 2016; Smith, 2018; Tilson vd., 2010). Dijitalleşmenin günlük hayatı tarım, gıda, biyoenerji tedarik zincirleri ve sistemleri dahilindeki üretim süreçlerini kökten dönüştürmesi beklenmektedir (Pope vd., 2013; Smith, 2018). Tarım sektöründe, tarımsal üretim sistemlerinde, değer zincirlerinde ve daha geniş gıda sistemlerinde farklı dijitalleşme biçimlerini ifade etmek için birkaç kavram ortaya çıkmıştır. Bunlar, akıllı çiftçilik (Blok ve Gremmen, 2018; Wolfert vd., 2017), hassas tarım veya hassas çiftçilik (Wolf ve Buttel, 1996; Eastwood vd., 2017b), dijitalleşme, sensörler, makineler, insansız hava araçları ve uydular kullanarak hayvanları, toprağı, suyu, bitkileri ve insanları izleyerek, yerel, hava durumu, davranış, fitosaniter durum, tüketim, enerji kullanımı, fiyatlar ve ekonomik bilgiler gibi farklı veri türlerine odaklanan çiftlik ve çiftlik dışı yönetim görevlerini içermektedir. Elde edilen veriler, geçmişini yorumlamak ve geleceğı tahmin etmek için kullanılmakta ve sürekli izleme veya özel büyük veri bilimi sorguları yoluyla daha zamanında veya doğru kararlar verilmektedir (Eastwood vd., 2017a; Janssen vd., 2017; Wolfert vd., 2017).

Tarımda dijitalleşmenin, tarımsal üretim sistemleri, değer zincirleri ve gıda sistemlerinin teknik optimizasyonunu sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, gıdanın kökeni ve izlenebilirliği (Dawkins, 2017), hayvancılık endüstrilerinde hayvan refahı ve farklı tarım uygulamalarının çevresel etkisi gibi çiftçilikle ilgili toplumsal endişeleri ele almak için de kullanılabilen savunulmaktadır (Balafoutis vd., 2017; Busse vd., 2015). Dijitalleşmenin, evrensel veriler kullanarak bilgi alışverişini ve öğrenmeyi arttıracığı ayrıca hem tarım zincirleri ve sektörlerinde kriz ve tartışmaların takibini hem de izlenmesini iyileştireceğı de beklenmektedir (Stevens vd., 2016). Son yirmi yılda uluslararası alanda dijital teknolojilerin benimsenmesi, hassas tarım teknolojileri aracılığıyla tarım sektörlerinde, özellikle de üzüm bağıcılığı ve bitkisel üretimde yaygın olarak gerçekleşmiştir (Bramley, 2009). Hayvan temelli çiftçilikte ise dijital teknolojilerin benimsenmesi daha az yaygın olmuştur (Borchers ve Bewley, 2015; Eastwood vd., 2017a). İlerleyen süreçlerde bu alanda daha fazla yayılım

ve dönüştürücü potansiyel beklenmektedir (Rose ve Chilvers, 2018; Shepherd vd., 2018).

### **ROBOTİK VE OTOMASYON**

Robotik ve otomasyon, işletmelerin üretim süreçlerinde daha verimli, hızlı ve doğru olmalarını sağlar. Otomatik üretim sistemleri ve robotlar, işletmelerin daha fazla üretim yapmalarına ve işletme maliyetlerini düşürmelerine olanak tanımaktadır.

Robotik ve otomasyon, son yıllarda endüstriyel üretimde ve hizmet sektöründe büyük önem kazanmıştır. Bu teknolojiler, birçok alanda üretkenliği ve verimliliği arttırmakta ve işgücü maliyetlerini azaltmaktadır (Mishra & Mishra, 2018). Bununla birlikte, robotik ve otomasyon teknolojilerinin yaygın kullanımını, işgücü piyasasını da etkilemektedir.

Robotik, endüstriyel işlemleri ve hizmetleri tamamen veya kısmen insan yerine getirmek için tasarlanmış özerk makinelerin üretim ve uygulamasıdır (Asimakopoulou & Bessis, 2018). Bu makineler, karmaşık işlemleri hızlı ve doğru bir şekilde yapabilen yapay zekâ ve diğer teknolojilerle donatılmıştır. Otomasyon, işlemlerin insan müdahalesi olmadan gerçekleştirilmesi anlamına gelir. Otomatik sistemler, sensörler ve kontrol sistemleri tarafından yönetilir ve işlemleri insan müdahalesi olmadan tamamlarlar (Cai vd., 2018).

Robotik otomasyon özellikle tekrarlayan işlemlerin bulunduğu bankacılık sektörü, hastaneler, eğitim sektörü ve işletmeler için birçok kullanım alanı sunmaktadır (Fernandez ve Aman, 2018). Farklı işletmeler günümüzde aşağıda maddeler halinde verilen bazı alanlarda robotik otomasyonu kullanmaktadır.

- Bankacılık sektörü: Uzlaşma sürecinde, ticari finansa, kurumsal kredilerde, perakende kredi değerlendirmelerinde ve perakende dolandırıcılık tespitinde kullanılabilir.
- Sağlık sektörü: Her müşteri için aynı işlemin tekrarlanması gerektiğinde gereken süreyi azaltır. Ayrıca insanlara kıyasla daha iyi üretkenlik sağlar, iş gücü tasarrufu sağlar, israfi önler ve daha yüksek verimlilik sağlar.
- Eğitim sektörü: Hesap bölümünde, sınav bölümünde, kabul bölümünde kullanılabilir ve böylece çalışmayı yürütmek için gereken insan sayısını azaltır. Herhangi bir organizasyonda verileri yönetmek için kullanılabilir. Diğer kâğıt işlemlerini otomatikleştirerek kâğıt tasarrufu sağlayabilir.
- Telekomünikasyon sektörü: Fatura kesiminde, veri hizmetlerinin yenilenmesinde, internet çağrılarının yönlendirilmesinde, biletleme sağlamada, anında şikâyet cevabı gibi karmaşık görevleri optimize ederek bu sektörde daha fazla müşteri yanıt verimliliği sağlar. Bu, telekomünikasyon sektöründe kritik bir bileşen olan dinamizmi sağlar.



Robotik ve otomasyon teknolojilerinin avantajları arasında daha yüksek kalite, daha yüksek hız, daha az hata, daha fazla güvenilirlik, daha düşük maliyet ve daha yüksek verimlilik yer almaktadır (Liu vd., 2019). Bununla birlikte, bu teknolojilerin yaygın kullanımı, işgücü piyasasında bazı dezavantajlar yaratmaktadır. Örneğin, işlerin otomatikleştirilmesi, bazı işlerin tamamen ortadan kalkmasına neden olabilir. İşletmeler, otomatik sistemlerle çalışan personele ihtiyaç duymazlar, bu da işsizliği arttırabilir. Ayrıca, bu teknolojilerin kurulumu ve bakımı oldukça maliyetlidir (Asimakopoulou ve Bessis, 2018). Bu teknolojilerin etkileri, daha dengeli ve sürdürülebilir bir işgücü piyasası oluşturmak için dikkatle yönetilmesi gerekmektedir.

### **SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK**

Sanal gerçeklik (Virtual Reality - VR) ve artırılmış gerçeklik (Augmented Reality - AR), son yıllarda hızla gelişen ve birçok alanda kullanılan teknolojilerdir. VR, kullanıcılara bilgisayar tarafından oluşturulmuş sanal bir ortamda varmış hissi verirken, AR, gerçek dünyanın üzerine dijital içerik ekleyerek gerçek dünya deneyimini arttırır.

VR, yeni bir ortam yaratan bilgisayar tabanlı bir teknolojidir (Sherman ve Craig, 2018). VR ile ilgili ana teknik cihaz, bir kullanıcıyı izole eden ve gerçekliği simüle edebilen veya tamamen farklı bir dünya sunabilen bir ekran sistemidir. Öte yandan AR, dijital ve gerçek nesnelere birleştiren bir ekran, akıllı telefon veya tableten oluşan interaktif bir sistemdir (Bimber ve Raskar, 2005). VR ve AR, bazı sektörlerde teknik yeniliklerden günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. Bu teknolojiler, şirketler ile müşterileri arasındaki etkileşimde yeni fırsatlar ve deneyimler geliştirmeye katkı sağlamaktadır (Radnejad ve Vredenburg, 2019). VR/AR ilk olarak oyun endüstrisinde uygulanmış ve endüstriyi önemli ölçüde değiştirmiştir (Feijoo vd., 2012; Psotka, 2013). Şimdi ise diğer sektörlerdeki şirketler de VR/AR teknolojilerini kullanarak işletme yönetimini geliştirmeye, çalışanları iş süreçlerine dahil etmeye ve operasyonların verimliliğini arttırmaya çalışmaktadır (Rüßmann vd., 2015; Langley vd., 2016). VR ve AR teknolojisi piyasaları ve endüstrileri radikal bir şekilde değiştirme potansiyeline de sahip olup, katılımcılar arasındaki etkileşimi dönüştürebilirler (Sherman ve Craig, 2018). Eğitim sektöründe, VR ve AR uygulamaları öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte ve daha etkili bir öğrenme sağlamaktadır (Chen vd., 2021). Yapı sektöründe, AR uygulamaları mimarlar ve inşaat mühendisleri için kullanışlıdır, çünkü gerçek dünya üzerine dijital çizimler ekleyerek daha iyi tasarım ve inşaat kararları alınabilir (García-Sánchez vd., 2018). Tıp alanında, cerrahlar VR ve AR teknolojilerini kullanarak cerrahi işlemleri simüle edebilir ve bu sayede daha iyi hazırlanabilirler (Saito vd., 2019).

Diğer endüstrilere kıyasla, tıp endüstrisi yeni teknolojilerin yenilikçiliği ve benimsenmesi konusunda en muhafazakâr endüstrilerden biri olarak kabul edilmektedir (Stanton, 2012; Barlow, 2016; Shaikh ve O'Connor, 2020). Bununla birlikte, muhafazakarlık, endüstrideki yeni teknolojilerin yüksek maliyeti ve profesyonellerin insan hayatıyla uğraşmaları gerçeği nedeniyle haklı görülebilir. Buna karşılık, VR/AR gibi yeni teknolojiler geleneksel yaklaşımları değiştirebilir ve verimliliği artırarak yüksek maliyetleri azaltabilirler. Bazı mevcut tahminlere göre, tıpta yeni teknolojiler temel olarak tıp endüstrisini değiştirebilir (Kipper ve Rampolla, 2012; Attaran ve Gunasekaran, 2019). VR/AR teknolojilerinin tıp endüstrisinde demokratikleşmeye katkıda bulunabileceği ve tıp doktorları için gerekli becerilerin daha verimli bir şekilde geliştirilmesini destekleyebileceği öne sürülmüştür (Kim vd., 2017). Ayrıca, bu teknolojiler tıp uzmanlarının üniversite eğitimlerinin başından itibaren yanlarında olabilirler, böylece gelecekte uzmanların günlük pratiklerinin bir parçası olabilirler. Bununla birlikte, VR/AR teknolojilerinin tıp alanındaki potansiyel uygulamalarının kısmi başarısına ve çeşitliliğine rağmen, VR/AR iş modelleri konusundaki bilgimiz oldukça sınırlıdır. Ayrıca, VR/AR teknolojilerini tıp endüstrisinde ticarileştirmek ve tanıtmak için önceki çalışmalar, bu pazara odaklanan girişimciler için az sayıda bilgi sağlamaktadır (Farshid vd., 2018; Wexelblat, 2014; Dodevska ve Mihić, 2018). Bunun yanı sıra, VR/AR literatürünün büyük bir kısmı, VR/AR ile çalışan şirketlerin çeşitliliğini analiz etmek için tutarlı bir teorik çerçeve eksikliği nedeniyle sıkıntı çekmektedir. VR ve AR teknolojilerinin avantajları arasında gerçek hayatta mümkün olmayan deneyimler yaşatması, öğrenmeyi kolaylaştırması, riskli işlerde güvenli simülasyonlar sunması ve maliyetleri azaltması yer almaktadır (Bujak vd., 2013; García-Sánchez vd., 2018). Ancak, bu teknolojilerin yaygın kullanımı da bazı dezavantajlar yaratabilir. Örneğin, maliyetleri yüksek olabilir ve yüksek performanslı bilgisayarlara ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca, kullanıcıların sağlık sorunlarına neden olabilirler, özellikle de uzun süreli kullanımda baş ağrısı ve bulantı gibi sorunlar görülebilir (Kouroupetroglou ve Giannakos, 2018).

VR ve AR teknolojileri, birçok endüstride yeni fırsatlar ve deneyimler sunan hızla gelişen alanlardır. Bu teknolojiler, işletmelerin müşterileriyle etkileşimlerini artırmalarına, çalışanlarını iş süreçlerine dâhil etmelerine ve işletme faaliyetlerinin verimliliğini artırmalarına yardımcı olabilir.

## SONUÇ

Endüstri 4.0, dijital teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonu ile ortaya çıkan bir endüstriyel devrimdir. Bu teknolojiler, üretim verimliliğini artırırken aynı zamanda daha esnek ve kişiselleştirilmiş ürünlerin üretimine de olanak sağlamaktadır. Endüstri 4.0, birçok farklı öğeden oluşmaktadır ve bu öğeler, gelecekteki endüstriyel faaliyetlerin temelini oluşturacaktır. Nesnelerin interneti

olarak adlandırılan akıllı cihazların üretim süreçlerine entegrasyonudur. Bu cihazlar, üretim ekipmanlarını, ürünleri, işçileri ve tedarik zincirini izlemek, veri toplamak ve analiz etmek için kullanılır. Bu sayede, daha akıllı üretim sistemleri oluşturulabilir ve üretim süreçleri daha iyi yönetilebilir. Büyük veri ve veri analizi veri işleme teknolojileridir. Bu teknolojiler, üretim verilerini toplar, analiz eder ve yönetir. Bu veriler, üretim süreçlerindeki sorunları ve fırsatları belirlemede kullanılabilir. Bu sayede, daha etkili üretim kararları alınabilir ve üretim verimliliği artırılabilir. Yapay zekâ teknolojileri üretim verilerini analiz etmek, optimize etmek ve hatta tamamen otomatikleştirmek için kullanılır. Yapay zekâ, üretimde insan faktörünün azaltılması, işlem hatalarının azaltılması ve üretim verimliliğinin artırılması gibi birçok fayda sağlar. Robotik ve otomasyon teknolojileri üretim süreçlerindeki tekrarlayan işleri otomatikleştirerek işçi performansını artırır ve hataları azaltır. Ayrıca, robotik ve otomasyon teknolojileri, üretim sistemlerini daha esnek ve özelleştirilebilir hale getirir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi dijital gerçeklik teknolojileri de Endüstri 4.0'ın bir parçasıdır. Bu teknolojiler, üretim sürecindeki tasarım, prototip oluşturma ve eğitim süreçlerinde kullanılabilir. Sanal gerçeklik, özellikle ürün tasarımı ve simülasyonu alanında kullanışlıdır. Artırılmış gerçeklik ise üretim sürecindeki işçilerin, makine ve ekipmanların işleyişini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir.

Endüstri 4.0 öğeleri, birçok farklı sektörde kullanılabilir. Üretim, sağlık, tarım, enerji ve ulaşım gibi sektörlerde bu teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Bu teknolojiler, sektörler arasında daha verimli bir iş birliği sağlayarak daha iyi ürünlerin üretimini daha az kaynak kullanımını ve daha sürdürülebilir bir geleceği mümkün kılar. Ancak Endüstri 4.0 teknolojilerinin yaygınlaşması, bazı zorlukları da beraberinde getirir. Örneğin, işsizlik ve iş gücü değişimi gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Ayrıca, veri güvenliği ve gizliliği gibi konular da önemli bir konudur ve bu teknolojilerin güvenli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri, üretim süreçlerindeki verimliliği artırmak, üretim sistemlerini daha esnek ve özelleştirilebilir hale getirmek ve daha sürdürülebilir bir geleceği mümkün kılmak için önemli bir fırsat sunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin güvenli bir şekilde kullanılması ve insan faktörünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Alm, U., Kock, S. ve Hanelt, A. (2016). Industry 4.0 as a path towards the smart factory: A comprehensive review. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-15.
- Asimakopoulous, S. ve Bessis, N. (2018). *Automation and Robotics*. In *Handbook of Big Data Technologies* (pp. 1-24). Springer.
- Attaran, M., & Gunasekaran, S. (2019). A review of virtual, augmented, and mixed reality in surgery. *Journal of robotic surgery*, 13(4), 441-451.
- Balafoutis, A. T., Beck, B., Tsiropoulos, Z., & Drosos, N. (2017). *Smart farming: Monitoring and control of crop diseases using real-time, in-situ sensing systems*. In International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (pp. 49-60). Springer.
- Barlow, J. (2013). Big data analytics: A new platform for national security. *Signal Magazine*, 67(2), 39-43.
- Barlow, J. (2016). Adoption of new technology in the healthcare industry. *Healthcare Financial Management*, 70(10), 76-80.
- Bavakutty, M. (2006). The Psychology of Learning and Motivation: The Concept of Learning. *Journal of Indian Psychology*, 24(2), 45-51.
- Bimber, O. ve Raskar, R. (2005). *Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds*. CRC press.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Bloem, R., Parashar, M., Aazam, M., & Khan, S. U. (2013). Big data analytics in the cloud: A survey. *IEEE Access*, 1, 545-558.
- Blok, V. ve Gremmen, B. (2018). Smart farming: towards a sustainable agricultural sector in the 21st century. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1269-1271.
- Borchers, M. R. ve Bewley, J. M. (2015). Precision livestock farming: a suite of electronic systems to ensure the best welfare of livestock and other farm animals. *Journal of animal science*, 93(6), 3133-3140.
- Bramley, R. G. V. (2009). Less Favoured Areas, Agricultural Policy, and Extensive Farming Systems: A Framework for Analysis. *European Journal of Agricultural Geography*, 2(1), 1-20.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., Macintyre, B., Zheng, R. ve Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544.
- Busse, M., Vidal, S., Nielsen, T., & Wiggering, H. (2015). Environmental assessment of farming systems—A review of methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202, 225-245.
- Cai, H., Liu, H., Du, R., Zhang, Y. ve Li, K. (2018). *Design and Development of a New Robot Arm Based on Sensor Fusion*. In International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (pp. 272-279). Springer.
- Chen, Y. C., Huang, Y. M. ve Hsu, Y. C. (2021). Enhancing Learning with Virtual Reality and Augmented Reality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Educational Research Review*, 33, 100360.
- Cloud Security Alliance. (2013). *Big data analytics for security intelligence*. CSA Big Data Working Group.
- Davenport, T. H. ve Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review* (HBR).
- Davis, M. C. (2014). Big data analytics in supply chain: trends and challenges. *Business Horizons*, 57(3), 311-317.
- Dawkins, M. S. (2017). Precision livestock farming for animal welfare: current approaches, future possibilities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(9), 685-692.
- Dodevska, M. ve Mihić, M. (2018). Virtual and augmented reality in medicine: A review. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 18(4), 293-300.
- Eastwood, C. R., Worrall, D., Van Evert, F. K., Van Der Fels-Klerx, H. J. ve Stienezen, M. W. J. (2017a). An assessment of precision livestock farming technology adoption and distribution in Europe. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 130-141.

- Eastwood, C. R., Chapman, H. E. ve Kaler, J. (2017b). Data-driven decision making in livestock farming. *Veterinary Record*, 181(8), 195-196.
- Farshid, B., Mahjoub, M. A., Moghimi, S. ve Shabaninia, A. (2018). An investigation of virtual reality applications in medical fields. *Health promotion perspectives*, 8(4), 283-288.
- Feijoo, C., Gómez-Barroso, J. L., Aguado, J. M. ve Ramos, S. (2012). Mobile gaming: Industry challenges and policy implications. *Telecommunications policy*, 36(3), 212-221.
- Fernandez, D. ve Aman, A. (2018). Impacts of robotic process automation on global accounting services. *Asian Journal of Accounting and Governance*, 9, 127-140.
- García-Sánchez, A., Gómez-Cámara, M. ve Alvarez-García, S. (2018). Augmented Reality in the Construction Industry: A Review. *Advanced Engineering Informatics*, 38, 25-40.
- García-Sánchez, A., Gómez-Pulido, J. A., Vega-Rodríguez, M. A., Noguera-Arnaldos, J. L., García-Chamizo, J. M. ve López-Coronado, M. (2018). Augmented reality systems for architectural heritage learning: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 78-88.
- Geçgin, E., & Güney, T. (2024). Online Yiyecek ve İçecek Sipariş Yöntemini Kullanan Tüketicilerin Tutum ve Memnuniyetleri Üzerine Bir Araştırma: Van İli Örneği. *Kesit Akademi*, 10(39), 456-484.
- Gries, T. ve Lutz, V. (2018). *Application of Robotics in Garment Manufacturing*. In R. Nayak & R. Padhye (Eds.), *Automation in Garment Manufacturing* (pp. 179-197). Woodhead Publishing.
- Guo, B., Yu, Z., Wang, L. ve Wang, H. (2012). *A survey on internet of things*. In 2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (Vol. 3, pp. 663-666). IEEE.
- He, W., Xu, L. D. ve Srinivasan, B. (2014). *Internet of Things: Challenges and opportunities*. In 2014 World Automation Congress (WAC) (pp. 1-6). IEEE.
- Hunter, G., Powers, R. ve Schmidt, D. (2012). *Sensing-as-a-service: Challenges, architecture, and modeling*. In 2012 IEEE Network Operations and Management Symposium (NOMS) (pp. 1213-1218). IEEE.
- Industrial Internet Consortium. (2017). *A Global Industry First: Industrial Internet Consortium and Plattform Industrie 4.0 to Host Joint IIoT Security Demonstration at Hannover Messe 2017*. Retrieved from <https://www.iiconsortium.org/press-room/04-20-17.htm>
- ITU (2013). *Overview of the Internet of Things*. ITU.
- Janssen, S. J. C., Heijman, W. J. M. ve Vrolijk, H. C. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Jayatilake, H. ve Rupasinghe, T. D. (2016). *Implementing Industry 4.0 in the Apparel Industry: A Study to Design a Customized Smart Apparel Production Plant*. Presented at the Simulation and Modelling Design Competition, at Department of Industrial Management, University of Kelaniya, Sri Lanka.
- Joshi, A. ve Kim, J. (2013). An overview of internet of things for smart home environments. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 5(2), 121-126.
- Kang, B., Kim, D. ve Kang, S.-H. (2012). Real-time business process monitoring method for prediction of abnormal termination using KNNI-based LOF prediction. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 6061-6068.
- Kim, Y., Kim, H. ve Kim, Y. O. (2017). Virtual reality and augmented reality in plastic surgery: a review. *Archives of plastic surgery*, 44(03), 179-187.
- King, I., Lyu, M. R., & Yang, L. T. (2013). Introduction to big data analytics. *IEEE Intelligent Systems*, 28(3), 13-14.
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented reality: An emerging technologies guide to AR*. Elsevier.
- Kirtsis, S. (2011). The Internet of Things: A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. *Surveillance & Society*, 9(4), 401-414.
- Kouroupetroglou, G. ve Giannakos, M. (2018). *A survey of virtual and augmented reality technologies for advanced manufacturing systems*. *Virtual and Augmented Reality in Manufacturing*, 21-43.
- Kranenburg, R. V. (2013). *Every object tells a story*. In *Internet of Things* (pp. 251-260). Springer.
- Kubick, W.R. (2012). *Big Data, Information and Meaning*. In *Clinical Trial Insights*, pp. 26-28.
- Langley, A., Lawson, G., Hermawati, S., D'cruz, M., Apold, J., Arlt, F. ve Mura, K. (2016). Establishing the usability of a virtual training system for assembly operations within the automotive industry. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(6), 667-679.

- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13.
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*, 1(1), 38-41.
- Leviäkangas, P. (2016). Smart farming as a service. *Journal of Agricultural Informatics*, 7(3), 36-47.
- Liu, X., Li, Y., Liang, W., & Wang, L. (2019). *Research on the Development Trend and Management Mode of Intelligent Manufacturing*. In 2019 4th International Conference on Education, Management, Computer and Society (pp. 27-30). Atlantis Press.
- Li, S., Da Xu, L. ve Zhao, S. (2012a). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
- Li, S., Da Xu, L. ve Zhao, S. (2012b). The internet of things: a survey from the data-centric perspective. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 22(2), 114-132.
- Maggi, F.M., Di Francescomarino, C., Dumas, M. ve Ghidini, C. (2014). *Predictive monitoring of business processes*. In: Jarke, M., et al. (Eds.), CAiSe 2014 Proceedings, Thessaloniki, pp. 457-472.
- Majeed, A. A. ve Rupasinghe, T. D. (2017). Internet of Things (IoT) Embedded Future Supply Chains for Industry 4.0: An Assessment from an ERP-based Fashion Apparel and Footwear Industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), 25-40.
- Marry, M. (2013). *Internet of Things: A new buzzword for the same old problems?*. In 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC) (pp. 147-152). IEEE.
- Mishra, S. ve Mishra, S. K. (2018). *Robotics in industry: A review*. In *Proceedings of International Conference on Advances in Computing, Communication and Control* (pp. 370-374). Springer.
- Moon, I., Lee, G., Park, J., Kiritsis, D. ve von Cieminski, G. (Eds.). (2018). *Advances in Production Management Systems: Smart Manufacturing for Industry 4.0*. APMS 2018. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Cham.
- Poole, D. ve Goebel, R. (1998). *Computational Intelligence: A Logical Approach*. Oxford University Press.
- Poppe, K. J., Wolfert, J. ve Verloop, C. M. (2013). Future prospects for precision agriculture in the Netherlands. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 66, 59-70.
- Pretz, D. (2013). *Internet of Things: An Introduction to Industry 4.0. A White Paper*. Genpact.
- Richard, B. T. ve Felipe, M. (2018). Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments. IGI Global.
- Pspotka, J. (2013). Educational games and virtual reality as disruptive technologies. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 69-80.
- Radnejad, A. B. ve Vredenburg, H. (2019). Disruptive technological process innovation in a process-oriented industry: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 53, 63-79.
- Roblek, V., Meko, M. ve Krapez, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2), 2158244016653987.
- Rose, D. C. ve Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 74.
- Russom, P. (2011). *Big Data Analytics*. In TDWI Best Practices Report, pp. 1-40.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. ve Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston consulting group, 9(1), 54-89.
- Saito, T., Fuchigami, H., Ohya, J. ve Suzuki, T. (2019). The Effectiveness of Augmented Reality and Virtual Reality in Surgical Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Surgical Education*, 76(6), 1668-1679.
- SAS. (2014). *What is big data analytics?* SAS White Paper.
- Stylios, G. (1996). The Principles of Intelligent Textile and Garment Manufacturing Systems. *Assembly Automation*, 16(3), 40-44.
- Smith, M. D. (2018). Precision livestock farming technologies for welfare management: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 333-341.
- Stevens, M. P., Hume, M. E., Dritiz, S. S., & Tokach, M. D. (2016). Monitoring animal health and wellbeing: challenges and opportunities for social science. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 20.

- Shaikh, S. ve O'Connor, M. (2020). *Current state of virtual and augmented reality in healthcare and future directions*. Medical devices (Auckland, NZ), 13, 455.
- Shepherd, A., Sandu, S. ve Moshfegh, B. (2018). A review of digital agriculture and emerging technologies. *Journal of Agricultural Engineering*, 49(3), 139-152.
- Sherman, W. R. ve Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Stanton, N. A. (2012). *Human factors in healthcare: Understanding and improving the safety and usability of medical systems*. CRC press.
- Şahin, Y. (2024). Havacılık ve Yapay Zeka Alanındaki Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(110), 1637-1648.
- Tilson, D., Lyytinen, K. ve Sørensen, C. (2010). Digital infrastructures: The missing IS research agenda. *Information Systems Research*, 21(4), 748-759.
- Vaidya, S., Ambad, P. ve Bhosle, S. (2018). Industry 4.0: A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.
- Van der Aalst, W.M.P., et al. (2011). *Process Mining Manifesto*. In: Daniel, F., Barkaoui, K., Dustdar, S. (Eds.), BPM International Workshops 2011 Proceedings, Clermont-Ferrand, pp. 169-194.
- Van der Aalst, W.M.P. (2013). *Business process management: A comprehensive survey*. ISRN Software Engineering, 2013(1), 1-37.
- Varghese, A. ve Tandur, D. (2014). *Wireless Requirements and Challenges in Industry 4.0*. In 2014 International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I) (pp. 634-638). doi: 10.1109/IC3I.2014.7019732.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. ve Bogaardt, M. J. (2017). *Big data in smart farming—a review*
- Wexelblat, A. (2014). *Virtual reality and healthcare*. In Virtual Reality (pp. 111-132). Springer.
- Wilamowski, B. M. (2010). *Industrial internet of things*. In 2010 IEEE Industrial Electronics Society Annual Conference (IECON) (pp. 3156-3161). IEEE.
- Wolf, J. ve Buttel, F. H. (1996). Environmental sociology and the debate over precision agriculture. *Rural Sociology*, 61(4), 640-660.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E. ve Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616-630.
- Zhou, K., Liu, T. ve Zhou, L. (2015). *Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges*. In 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD) (pp. 2147-2152). doi: 10.

# ENDÜSTRİ 4.0 DEVRİMİ VE TOPLUM 5.0

Oktay Kavak<sup>1</sup>, Erdoğan Kaygın<sup>2</sup>

## ÖZET

Endüstri 4.0, modern üretim süreçlerinin dijitalleşme ve otomasyon teknolojileriyle yeniden şekillendiği dördüncü sanayi devrimini ifade etmektedir. Bu dönem, internet teknolojilerinin makineler, bilgisayarlar, insanlar ve nesnelere arasında köprü işlevi görerek üretim süreçlerini daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi hale getirme potansiyeline sahiptir. Endüstri 4.0, sensörler, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ, nesnelere interneti (IoT) ve akıllı robotlar gibi ileri teknolojilerle desteklenen akıllı ve bağlantılı üretim sistemlerini içermektedir. Toplum 5.0 ise, teknolojik ilerlemeleri insan odaklı bir yaklaşımla toplumsal sorunları çözmek ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla kullanmayı hedefleyen bir anlayış olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemde dijital teknolojiler, yapay zekâ ve otomasyonun yanı sıra, sürdürülebilirlik ve çevre bilincine de vurgu yapılmaktadır. Toplum 5.0, bireylerin ve toplumların refahını artırmak için teknolojiyi bir yardımcı olarak görür ve sosyal eşitlik, kapsayıcılık, sürdürülebilirlik gibi değerleri ön plana çıkarmaktadır. Endüstri 4.0'ın iş hayatı ve istihdam üzerinde bir takım önemli etkilerinin olacağı, bu sahada önemli dönüşümlere yol açacağı aşikârdır. Bu bağlamda geleneksel iş kollarının etkinliğini yitirmesi ve yeni iş sahalarının ortaya çıkması öngörülmektedir. Dolayısıyla, mevcut iş gücünün yeni mesleklerle uyum sağlaması ve nitelikli hale getirilmesi için etkili eğitim politikalarının oluşturulması önemlidir. Toplum 5.0'ın hedefleri arasında, ekonomik kalkınmayı destekleyen yeni iş modelleri, sosyal eşitlik ve kapsayıcılık, çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi yer almaktadır.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın teknoloji odaklı üretim sistemlerinden Toplum 5.0'ın insan merkezli, sürdürülebilir ve kapsayıcı yaklaşımlarına geçiş süreci kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmada Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 kavramları bağlamında, teknolojinin toplumsal dinamikler üzerindeki etkilerini

1 Bilim Uzmanı, mertoktaykavak@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3864-8350

2 Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, erdogankaygin@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6580-7372



incelenmiş, gelecekteki sanayi ve toplum yapılarının nasıl şekilleneceğine dair çeşitli öngörülerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Toplum 5.0, Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Teknoloji, İstihdam.

## 1. GİRİŞ

Ekonomi tarihi, toplumların yaşam biçimini kökten değiştiren ve ekonomik performanslarını artırarak büyümeyi sağlayan iki büyük dönemden bahseder. Birincisi tarım devrimi, ikincisi ise sanayi devrimidir.

Tarım devrimi, avcılık ve toplayıcılıkla geçimini sağlayan toplulukların yerleşik hayata geçerek tarım ve hayvancılıkla uğraşmaya başladığı bir dönemi ifade eder. Bu büyük değişim, toplumların sosyo-ekonomik yapılarında devrim niteliğinde değişikliklere yol açmış, nüfus artışını hızlandırmış, şehir hayatının başlamasına sebep olmuş, sanat, mimari ve kültürün gelişmesine öncülük etmiştir. Ayrıca, özel mülkiyet kavramı bu dönemde ortaya çıkmış, idari yapılar ve yönetim biçimleri gelişmiştir.

Tarım devriminin başladığı tarihten yaklaşık 10 bin yıl sonra, insanlık için ikinci büyük kilometre taşı olan sanayi devrimi başlamıştır. Sanayi Devrimi, İngiltere’de 1700’lerin ikinci yarısında başlamış ve insan gücü ile el yapımı üretimin yerini makine gücüne bıraktığı bir dönemi işaret eder. Buharlı makinelerin icadı ve çırçır makinelerinin kullanımı ile buharla çalışan tekstil fabrikalarının açılması, üretimi artırmış ve ucuzlatmıştır. Bu nedenle sanayi devrimi, buharlı makinelerin icadı, tekstil ve demir üretiminin yaygınlaşması gibi anahtar faktörlerle tanımlanır. İngiltere’deki bu devrim hızla Avrupa ve ABD’ye yayılmış, sanayileşen ülkelerde refah seviyeleri sürekli olarak yükselmiştir. Tarım toplumları, bu süreçte büyük ölçüde sanayi ve hizmet sektörlerinde çalışan bir nüfusa dönüşmüştür.

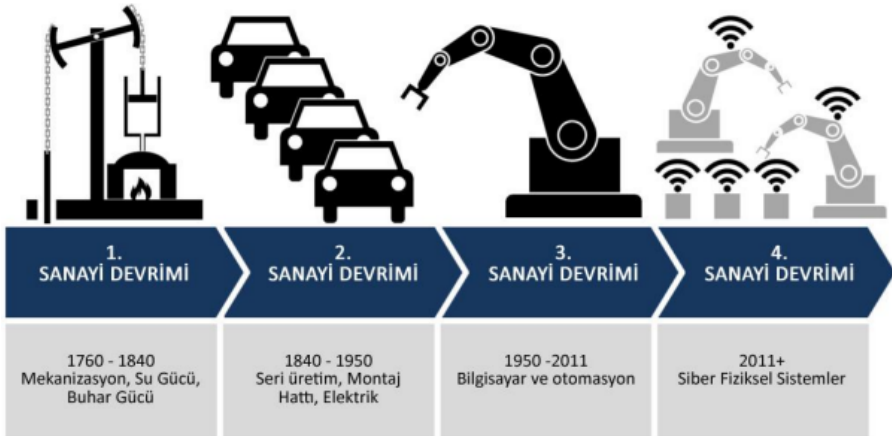
Endüstriyel gelişim sürecini daha iyi ifade edebilmek adına Endüstri 1.0, Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 aşamalarından bahsederek Endüstri 4.0 dönemine geçiş yapmak gereklidir. Bu noktada bu çalışmada ilk üç endüstriyel döneme değinilerek 4. Endüstriyel döneme geçilecektir.

**Endüstri 1.0:** Endüstri 1.0, insanlık tarihindeki endüstriyel dönüşümlerin başlangıcı olarak kabul edilir ve modern endüstri toplumlarının doğuşuna işaret eder. Bu dönemdeki teknolojik ve toplumsal değişiklikler, endüstriyel devrimlerin ve teknolojik gelişmelerin sonraki aşamalarını şekillendiren temel prensipleri ve paradigmayı ortaya koymaktadır. 18. yüzyılın sonlarından 19. yüzyılın ortalarına kadar olan Bu dönem, genellikle “Sanayi Devrimi” olarak bilinir (Kılıç, 2023). Su buharının enerji üretiminde kullanılmaya başlandığı ve mekanik gücün geliştirildiği bir dönemi işaret eden Endüstri 1.0, buhar makinelerinin, dokuma tezgâhlarından fabrikalara kadar birçok endüstriyel

işlemede kullanıldığı süreci ifade eder. Bu durum insan gücü ve el işçiliğine dayalı geleneksel üretim süreçlerinin yerini makinanın alması neticesinde üretkenliğin arttığı önemli bir gelişme olarak üretim anlayışını kökten değişmesini sağlamıştır (Yücebalkan, 2020).

**Endüstri 2.0:** Endüstri 2.0, endüstriyel dönüşümün ikinci aşamasını ifade eder ve genellikle “İkinci Sanayi Devrimi” olarak da adlandırılmakta ve 19. yüzyılın sonlarından 20. yüzyılın başlarına kadar olan süreci kapsamaktadır. Elektrik enerjisinin endüstriyel anlamda yaygın olarak kullanılmaya başladığı ve montaj hattı üretiminin geliştirildiği endüstri 2.0 döneminde fabrikalar endüstri 1.0 dönemine göre daha fazla otomasyon ve verimliliğe sahip, minimal yapı, elektrik destekli makineleri kullanmaya başlamış, bu durum üretimin yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır (Yücebalkan, 2020). Yine bu dönemde, taşımacılık alanında da önemli gelişmeler yaşanmış, içten yanmalı motorların kullanımı, taşıma ve lojistikte büyük bir atılımı mümkün kılmıştır. Otomobil ve kamyon gibi ulaşım araçları yaygınlaşmasıyla yeni pazarlar oluşmuş, üretime olan gereksinim daha da artmıştır. İletişim alanında yaşanan gelişmeler, kimya sektöründeki gelişmeler, işçi ve işçi hakları ile ilgili gelişmeler, üretim süreçlerinde ortaya çıkan standartlaşma anlayışı gibi unsurlar yine endüstri 2.0 döneminin odağını oluşturan dinamiklerdir (Aksoy, 2017).

**Endüstri 3.0:** Endüstriyel dönüşümün üçüncü aşamasını ifade eden ve “Üçüncü Sanayi Devrimi” olarak da bilinen Endüstri 3.0 dönemi, özellikle 20. yüzyılın sonlarından 21. yüzyılın başlarına kadar olan dönemi kapsar (Özdoğan, 2017). Üretim süreçlerinin daha fazla otomasyon ve dijitalleşmesini temsil eden bu dönem, endüstriyel üretimin daha verimli hale gelmesine ve daha karmaşık ürünlerin tasarlanıp üretilmesine olanak tanımıştır. Bilgisayar teknolojilerinin ve otomasyonun fabrika ve üretim süreçlerine yaygın olarak entegre edilmesinin odağını oluşturduğu endüstri 3.0 dönemi, üretim süreçlerin daha fazla bilgisayar kontrolü altına alınması, üretimin daha standart, nitelikli ve verimli hale gelmesini sağlamıştır (Serinikli, 2018). Bu dönemle birlikte; PLC (Programmable Logic Controller - Programlanabilir Mantık Denetleyici), Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sistemleri, gelişmiş veri depolama, yönetim ve analiz yetenekleri, Endüstriyel Robotlar vb. unsurlar, üretim sürecinin önemli aktörlerine dönüşmüştür.



Şekil 1: Endüstriyel Gelişim Kronolojisi (www.akillifabrika.org sitesinden alınmıştır)

Yukarıda endüstriyel gelişim kronolojisi hakkında paylaşılan özet bilgi ardından, halen içerisinde yer aldığımız Endüstri 4.0 dönemi hakkında aşağıda etraflıca bir çerçeve çizilmeye çalışılmıştır.

## 2. ENDÜSTRİ 4.0 DÖNEMİ

21. yüzyılın başlarından günümüze kadar olan süreci kapsayan Endüstri 4.0, endüstriyel dönüşümün dördüncü ve son aşamasını ifade etmektedir. İlk kez 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda sunulan projelerden biri olarak ortaya çıkan endüstri 4.0 anlayışı, en yalın ifadeyle “Basit tekniklerin sayısallaştırılması ve uyumu, karmaşık ekonomik ilişki ağlarının tanımlanması, ürün ve hizmetlerin sayısallaştırılması” şeklinde tanımlanmaktadır. “Endüstriyel İnternet Dönemi” olarak da adlandırılan bu döneme ilişkin basit ve kapsayıcı tanımlardan biri de “Makinelerin, Bilgisayarların, İnsanların ve Nesnelerin İnterneti dönemi” tanımıdır. Bu tanımda vurgulanan internet teknolojisinin çeşitli unsurlar arasında köprü olma vasfıdır ki bu vasıf endüstri 4.0 yaklaşımının kalbi durumundadır (Skobelev ve Borovik, 2017).

Bu dönem, imalat ve endüstriyel süreçlerin dijitalleştirilmesi, otomasyonun artırılması ve veri kullanımının önemli bir şekilde genişlemesi ile karakterize dönüşümü ifade etmektedir. Üretim süreçlerini daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi hale getirme potansiyeli taşıyan Endüstri 4.0, daha akıllı, birbiri ile bağlantılı ve esnek endüstriyel süreçleri mümkün kılarak geleceğin üretimini şekillendirmektedir (Doyle Kent ve Kopacek, 2019).

Henüz oldukça yeni sayılabilecek bir evrede olan dördüncü sanayi devrimi, sanayi üretiminde yer alan unsurların birbiriyle iletişim kurmasına, verilere anında erişilebilmesine ve bu verilerle yüksek katma değer yaratılmasına olanak sunması bakımından önemli bir dönüşümün başlangıcını ifade etmektedir.

Endüstri 3.0 sürecinin belirleyicileri olarak bilinen bilgisayar donanımı, yazılım, ağ ve dijital teknolojilerin hızlı bir biçimde gelişmesi ve birbiriyle bütünleşmesi, 3. Sanayi devriminin yerini 4. Sanayi devrimine bırakmasına neden olmuştur. Endüstri 4.0 sürecinin temel amaçlarından ilki, üretim sahasında ileri teknoloji kullanmak suretiyle maliyetleri azaltmak ve bununla birlikte ürün kalitesinde de artış sağlamaktır (Koşan ve Geçgin, 2013). Bir diğer amacı ise yeni teknolojilerden istifade ederek, uygun kurum, standart ve normları bir araya getirerek, tüm dünya insanlığı için sağlık, eğitim, özgürlük gibi alanlarda nitelikli hizmet sunmak ve yaşam standartlarını yükseltmektir.

Endüstri 4.0, çağdaş otomasyon sistemleri, veri paylaşım dinamikleri ve üstün üretim teknolojilerini içeren kapsamlı bir terim durumundadır. Bu yönüyle alan yazında Endüstri 4.0'ın belirgin özellikleri üç ana başlık altında toplanmaktadır. Söz konusu bu özellikler (Kurniawan, vd., 2019):

1. **Hız:** Endüstri 4.0 ile birlikte yeni endüstriyel gelişmeler, olağanüstü bir hızla gerçekleşmekte. Değişim ve hız bu dönemin mottosu olmaktadır. Her geçen gün yaşanan teknolojik ilerlemeler, hayatın hemen hemen her alanında, büyük bir hızla radikal değişimleri yaratan bir faktör durundadır.
2. **Genişlik ve Derinlik:** Dördüncü endüstriyel devrimle birlikte yaşanan gelişmeler, dijital devrim temelinde gerçekleşmektedir. Söz konusu hızlı değişim sadece üretim yapısını etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda iş dünyası, toplum ve bireylerin yaşam koşullarında derin değişikliklere neden olmaktadır.
3. **Sistem Etkisi:** Endüstri 4.0 dönemi, sadece şirketlerin ve sektörlerin yapısını değil, aynı zamanda ülkelerin genel sistemlerini değiştirme potansiyeline sahiptir. Söz konusu bu sistemsel etki bütüncül bir dönüşümü içermektedir.

Bu üç belirgin özellik, gelecekte büyük bir etkiye sahip olacak ve uyum sağlayamayan şirketler ve ülkeler büyük kayıplar yaşayacaktır. Gelişmeler, sanayileşmenin dördüncü aşamasının yalnızca akıllı ve bağlantılı makine sistemleriyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda genetik bilimden nanoteknolojiye, yenilenebilir enerjiden sağlık ve sosyal bilimlerin çeşitli alanlarına kadar her alanda büyük ilerlemeler yaşanacağını göstermektedir (Torun, 2023).

Endüstri 4.0 kavramı, bilişim altyapısını öne çıkarmış ve günlük yaşamımıza yeni kavramlar eklemiştir. Daha önce sadece isimlerini duyduğumuz, anlamlarını bilmediğimiz ve sadece ilgili mühendislik alanlarında tartışıldığını düşündüğümüz terimler, Endüstri 4.0 hareketi sayesinde günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmiştir (Topçu, 2020). Bu terimlerin yaygın olarak kullanıldığı bir dönemde, öncelikle bu terimleri bilmek ve tabii ki anlamak

önemlidir. Akıllı üretimi gerçekleştirmeyi amaçladığımızda, ilk adım bilişim altyapısının kurulmasını gerektirir.

Elektrik şebekesi tamamlanmadan bir ülkenin sanayileşmesi mümkün olmadığı gibi, bilişim altyapısı olmadan Endüstri 4.0'ın ortaya çıkması mümkün değildir. Endüstri 4.0'da başarının ön koşulu, altyapının sorunsuz bir şekilde ve çağın gereksinimlerine uygun olarak oluşturulmasıdır. Bu nedenle, bu altyapıyı oluşturan unsurların iyi anlaşılması önceliklidir. Endüstri 4.0 için vazgeçilmez unsurlar; sensörler, büyük data, bulut bilişim, eklemeli üretim, nesnelerin interneti, yapay zeka, akıllı robotlar, IPv6 şeklindedir. Aşağıda bu unsurlar hakkında kısa bilgilendirme yapılacaktır (Martynov, vd., 2019).

**Sensörler:** Sensörler; ısı, ses, pH, elektrik, uzaklık, kuvvet, ışık vb. gibi fiziksel veya kimyasal değişkenleri okuyup, veriye dönüştürebilme olanağı sunmaktadır. Canlıların çevrelerindeki değişiklikleri algılamak için kullandıkları duyu özellikleri gibi, makinelerde de entegre edilmiş sensörler sayesinde hareket, titreşim, sıcaklık vb. durumları algılamak mümkün hale gelmektedir (Işık, 2023). 2011 yılından önce de kullanılan sensörler, Endüstri 4.0 uygulamalarıyla birleşerek önemli işlevleri yerine getirmiş ve bu dönemin en önemli unsurlarından birine dönüşmüştür.

**Büyük Data:** Big Data ya da Büyük Veri olarak da adlandırılan kavram, birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin bir araya getirilerek erişilmek istenen amaç doğrultusunda kullanışlı hale getirilmesidir. Farklı bir ifadeyle büyük data bir veri entegrasyonu örneğidir. Bu verilere medya paylaşımları, videolar, ağ günlükleri ve dosyalar gibi diğer kaynaklardan elde edilen veriler de eklenmekte ve ortaya çok geniş bir veri kümesi çıkmaktadır. Elde edilen bu veri kümesi üretim sürecinde meydana gelen sorun ve eksikliklerin aynı anda tespit edilmesini sağlar (Atalay ve Çelik, 2017). Sorunların çözümü sürecinde büyük veriler kullanılarak, organizasyonların sahip olduğu bilgi havuzları genişletilir ve çalışanlar bu verilerden yararlanarak sorunları daha isabetli kararlarla çözebilirler.

**Bulut Bilişim:** Cloud Computing olarak da bilinen bulut bilişim, İnternet üzerindeki uzak sunucuları kullanarak veri depolama, işlem yapma ve uygulamalara erişim sağlayan bir teknoloji ve hizmet modelidir. Geleneksel bilişim altyapılarına göre, bulut bilişim daha esnek, ölçeklenebilir ve maliyet etkin bir yaklaşım sunar. Bilgi işlem çalışmaları büyük sunucu bilgisayarlar ve yazılımlar aracılığıyla gerçekleştirilir ve bu işlem, internete bağlı geniş bir ağ üzerinde paylaşılır (Çelik, 2021). Oluşturulan veriler veya programlar, taşınabilir bir sunucu yerine sanal sunucu olarak adlandırılan “bulut” üzerine kaydedilir. Bu sayede internete bağlı olan cihazlar, kaydedilen bu verilere ayrı ayrı erişim sağlayabilirler. Bulut bilişim hizmetleri, kullanıcıların kendi fiziksel donanım ve yazılım kaynaklarına yatırım yapma ihtiyacını azaltır.

***Eklemeli Üretim:*** üretimde hız, endüstri 4.0'ın olmazsa olmazları arasındadır. Bu hıza hizmet etmesi bakımından eklemeli üretim oldukça önemlidir. Eklemeli üretim ile bilgisayar üzerinde tasarlanan bir ürün, 3D yazıcılar aracılığıyla üç boyutlu olarak basılabilir. Karmaşık aletlerin üretiminde yaşanan kullanım, depolama ve kurulum zorlukları, 3D yazıcı teknolojisi ile giderilebilir. Bu teknoloji, bilgisayar ekranından tek bir komutla ürünün üretilmesini sağlayarak maliyetleri azaltır. Bu yazıcıların sağladığı avantaj, tasarlanan ürünlerin istenilen şekilde ve zamanında kolayca üretilebilmesidir. Bu sayede üretim ve tedarik maliyetleri düşürülerek toplam üretimde artış elde edilebilir (Özer, 2020).

***Nesnelerin İnterneti (IoT):*** Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel nesnelerin internet üzerinden birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurabilme yeteneği olarak tanımlanır. IoT, sensörler, cihazlar, yazılım ve ağların bir araya geldiği bir teknoloji ve kavramlar bütünüdür ifade etmektedir (Ercan ve Kutay, 2016).

***Yapay Zekâ:*** Yapay zekâ, önceki bilgileri kullanma, karşılaştırma yapma, tasarım yapma, nesnelere üzerinde eylemde bulunma, iletişim kurma gibi bir dizi önemli aşamayı başarıyla geçmiştir. Günümüzde çok farklı alanlarda zeki ve verimli işlemleri gerçekleştirebilen yapay zekâ destekli cihazlar kullanıma sunulmuştur. Yapay zekâ kavramının temel amacı, yazılımları geliştirmek ve onları daha zeki hale getirmektir. Zaman içinde yapay zekâ kavramı, daha geniş bir görev yelpazesi içerecek şekilde genişlemiştir. Üretim süreçlerinden farklı sektörlerdeki her aşamada kullanılan yapay zekâ, çeşitli görevleri üstlenmeye başlamıştır. Tıp alanında robotik cerrahiden savunma sanayiindeki insansız hava araçlarına ve füze sistemlerine, akıllı telefonlardaki sanal asistanlardan avukat robotlara ve üretimde karar verme süreçlerine kadar farklı alanlarda yapay zekâ geliştirilip kullanılabilir hale gelmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018; Şahin, 2024).

***Akıllı Robotlar:*** Robotlar, bilgisayar yazılımları tarafından kontrol edilen elektro-mekanik cihazlardır. Bu cihazlar, belirli görevleri yerine getirmek için programlanabilirler ve hem başka aygıtlara hem de insan operatörlere bağımlı olarak çalışabilirler. Ayrıca, bağımsız olarak iş yapma yeteneklerine sahiptirler. Yeni teknolojilerin etkisiyle robotlar, daha uyumlu, değiştirilebilir ve esnek hale getirilebilen özelliklere sahip olarak üretilmektedir (Yıldız, 2018). Sensör teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde robotlar, çevrelerindeki değişiklikleri algılama ve buna göre farklı işlemler yapabilme yeteneği kazanmışlardır. Günümüzdeki robotlar, bulut teknolojisini kullanarak istedikleri tüm bilgilere erişme yetisine sahiptirler. Bir robot, diğer robotlarla iletişim kurarak işbirliği yapabilir, diğer robotların bağlı olduğu ağ sistemlerine bağlanabilir ve veri paylaşımı yapabilir. Ayrıca, yeni verilere göre kararlarını değiştirme yeteneğine sahiptirler.

**IPv6:** İnternete bağlanan bütün cihazlar bir IP (Internet Protocol) adresine ihtiyaç duymaktadır. Her cihazın benzersiz bir IP adresi vardır ve bu adresler, diğer cihazların belirli bir cihaza erişmesini sağlamak için kullanılır. IP adresleri, internet üzerinde veri iletişimi için cihazların kimlik bilgilerini sağlar. Bu, verilerin bir cihazdan diğerine yönlendirilmesini ve iletilmesini mümkün kılar. İnternet bağlantıları uzun yıllar IPv4 (Internet Protocol version 4) protokolü ile sağlanmıştır. Fakat IPv4 altyapısı, gelecekteki büyüme ve internete bağlı cihazların sayısı hakkında yeterli bir öngörü yapılamaması nedeniyle yetersiz kalmış ve sadece 4.3 milyar benzersiz IP adresi sağlama kapasitesi ile hayata geçmiştir. Bu sayı, hızla artan internet kullanımı ve cihaz sayısı ile hızla tükenmeye başlamış ve yetersiz kalmıştır. Bu nedenle, IPv4 yerini yeni nesil bir protokol olan IPv6 (Internet Protocol version 6)'a bırakmıştır. IPv6, çok daha büyük bir IP adres alanı sunarak, dünya genelinde daha fazla cihazın internete bağlanmasını mümkün kılan bir altyapıya sahiptir. Bu nedenle IPv6, internetin büyümesini ve genişlemesini desteklemek için önemli bir gelişme olmasının yanı sıra Endüstri 4.0 devriminin de önemli bir bileşenine dönüşmüştür (Özsağlam, 2021).

Endüstri 4.0, kaynaklar, hizmetler ve insanları bilgi ağı altyapılarıyla birleştirerek farklı sistem ve teknolojilerin bir araya gelmesini ve bununla birlikte yüksek katma değer yaratabilen bir bilgi toplumunun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yine Endüstri 4.0 ile birlikte insanlığın hizmetine giren teknolojiler, sürdürülebilir ve sorumlu bir tüketim bilincine sahip toplumsal dinamikleri de tetiklemiştir (Durmuş ve Dağlı, 2017).

### **2.1. Endüstri 4.0 Devriminin İş Hayatı ve İstihdam Özelinde Etkileri**

Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler ve yaşanan dönüşüm neticesinde işsiz kalacak olan çalışanların, yine bu dönüşümün ortaya çıkaracağı yeni iş sahalarında istihdam edilecekleri görüşü bu konunun uzmanları arasında oldukça yaygındır (Saini, 2022). Fakat söz konusu bu iyimser görüşün aksine, hızla gelişen teknolojiye kaynaklı kitlesel bir işsizliğin ortaya çıkacağını ve bunun da küresel ölçekli bir sosyo-ekonomik bozulmaya neden olacağını ifade eden bir başka görüş de bulunmaktadır. Yakın geçmişte sanayi istihdamı diğer tüm sektörlerden çok daha yüksek seviyelerde iken, günümüzde bu sıralama değişmiş ve ilk sıraya hizmetler sektörü konumlanmıştır. İktisadi kalkınmanın erken dönemlerinde, sektörel değişikliklerden kaynaklı işsiz kalan çalışanların farklı sektörlerde iş bulmaları, daha az nitelik gerektiren beceri boşlukları nedeniyle daha kolay olmaktadır. Ancak günümüzde Endüstri 4.0'ın yenilikçi teknolojilerini kullanan meslekler, çok daha fazla uzmanlık ve eğitim gerektirdiğinden, sektörler arası geçişler daha fazla nitelik gerektirmekte ve bu nedenle daha zor hale gelmektedir. Bu bağlamda, düşük nitelikli işgücünün endüstri 4.0 gelişimi ile birlikte yapısal işsizlik sorunuyla karşı karşıya kalması

muhtemel görünmektedir (Russiiian, 2021).

Endüstriyel gelişime bağlı olarak istihdam yapısının değişimi ve buna bağlı kriz hali öngörülleri endüstri 4.0 ile değil daha önceki endüstriyel devrimlerin hepsinde kendisini göstermiş ve tartışma konusu olmuştur. Bu noktada endüstriyel gelişim ve istihdam tartışmasına ilişkin görüşleriyle dikkat çeken isimlerden biri olan Ricardo (1817), *On the Principles of Political Economy and Taxation* (Ekonomi Politüğün ve Vergilendirmenin İlkeleri) adlı kitabında, Endüstri Devrimi yeniliklerinin çalışanların geleceğini kötü yönde etkileyeceğini öne sürmüştür. Yine Keynes (1930) Endüstri 2.0 devriminden önce iş gücü piyasasına yönelik olumsuz beklentilerinden söz etmiş ve bu devrimin uzun vadede işsizlik olgusunu doğuracağını ileri sürmüştür (Jankelová ve Puhovichová, 2022).

Endüstri 3.0 döneminde de bilgisayar teknolojisinin yaygınlaşması ile işsizlik sorununun ortaya çıkacağı ve bu sorunun gitgide derinleşeceği yönünde ortak bir küresel algı oluşmuş, alan yazında bu görüşü destekleyen çok sayıda yayın yer almış, fakat geline nokta işsizlik rakamlarında belirgin bir farklılaşma olmadığı görülmüştür. Benzer bir durum günümüz içinde geçerlidir. Endüstri 4.0'ın istihdam ve iş sahaları üzerindeki etkilerine ilişkin bazı olumsuz yorumlar yapılsa bile, geline nokta Endüstri 4.0 devriminin istihdam daralması yaratmadığı, kârlılıkta ve verimlilikte belirgin artışların ortaya çıktığı söylenebilir. Söz konusu devrimler ve bu devrimler ile hayatımıza giren yeniliklerin, alışıla gelmiş çok sayıda alanda değişim yarattığı yadsınamaz bir gerçektir. Fakat istihdam ve iş yaşantısı bağlamında konuya bakıldığında, bazı mesleklerin yok olduğu, bu karşılık bazı yeni mesleklerin doğduğu ortadadır.

Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından hazırlanan (2020) "Geleceğin Meslekleri" adlı rapor, küresel ölçekte farklı sektörlerde yer alan 313 firma yetkilisinden el edilen verilerin analizini yapmıştır. Çalışma verileri doğrultusunda hazırlanan rapora göre, Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaşması neticesinde geleceğin mesleklerinin bugünün mesleklerden önemli ölçüde farklı olacağı ileri sürülmektedir. Raporda dikkat çeken bir veriye göre, 2016 yılı itibarıyla okula başlayan çocukların %65'i, günümüzde var olmayan yeni mesleklerde istihdam olacaktır. Fiziksel becerilerin işgücü piyasasında önemini yitireceğini ileri süren rapor, işgücünün %5'inin bu talebi karşılamaya yeterli olacağı tahmininde bulunmaktadır.

Dünya Ekonomik Forumu raporuna benzer bir çalışmada ülkemizde 2018 yılında İŞKUR tarafından yapılmıştır. 89 bin 324 işyerini kapsayan oldukça kapsamlı bir şekilde hazırlanan işgücü piyasası çalışmasında, işverenlerin işgücü niteliklerine ilişkin talep ve beklentileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre işverenlerin gelecek 10 yılda ihtiyaç duyulacak ve önemi artacak meslekler hakkındaki görüşleri aşağıda yer alan tablo 1'de yer almaktadır.



**Tablo 1:** İşverenlerin Gelecek 10 Yılda İhtiyaç Duyulacağını Öngördüğü Meslekler

Yapay zekâ ve makine kalite kontrol elemanı	ARGE mühendisi
Robot kaynak operatörü	E-ticaret meslek elemanı
Elektrikli arabalar için teknik bakım Elemanı	İnternet televizyonculuğu
Dil konuşma terapisti	Yazılım destek uzmanı
Güneş enerji sistemi teknik personeli	Robot mühendisliği
Bilişim teknolojisi	Siber güvenlik uzmanı
Dijital reklamcılık	Üç boyutlu grafik animasyoncu
Veri tabanı yöneticiliği	Mobil yazılımcı

**Kaynak:** İŞKUR, 2018

Matovcikova, 2017 yılında yaptığı çalışmasında teknolojik gelişmelerin yaygınlaşması ve iş sahalarında robotik teknolojilerin egemen olması ile birlikte, iş gücüne olan talebin azalacağı ve istihdam yapısında belirgin farklılaşmanın ortaya çıkacağını ileri sürmektedir. Bu değişim ile birlikte bir işsizlik sorununun ortaya çıkmasının kaçınılmaz olduğunu ileri süren Matovcikova, bu işsizliğe “teknolojik işsizlik” adını vermektedir. Teknolojik işsizlik kavramı, günümüz dünyasında istihdam konuları arasında üzerinde en çok tartışılan meselelerden biri durumundadır.

**Tablo 2:** Geleceğin Meslekleri

Animasyon Programcısı	Mobil Yazılım Geliştirme Uzmanı	AR-GE Elemanı	Sosyal Medya Uzmanı
Bilgi Güvenlik Uzmanı	Uygulama Programcısı	Bilgisayar Oyunları Programcısı	Veri Tabanı Analisti
BİT Çözümleri Uzmanı	Veri Tabanı Yöneticisi	Bulut Bilişim Uzmanı	Yazılım Geliştiricisi
Çoklu Ortam (Multimedya) Tasarımcısı	Yazılım Mühendisi	Dijital Adli Tıp Uzmanı	Yazılım Tasarımcısı
Endüstriyel Robot Programcısı	Yazılım ve Veri Tabanı Uzmanı	Endüstriyel Tasarım Mühendisi	Yönetim Bilişim Sistemleri Uzmanı
İletişim Tasarımı Uzmanı	E-Ticaret Uzmanı	Kurumsal Kaynak Planlama Uzmanı	Endüstriyel Bilgisayar Programcılığı
Mikrodenetleyici Programcısı	Giyilebilir Teknoloji Tasarımcısı	Mikroişlem Tasarımcısı	Endüstriyel Kullanıcı Arayüzü Tasarımcısı

**Kaynak:** İŞKUR, 2023

Endüstri 4.0 devriminin bir sonucu olarak, artan robot kullanımı ve teknolojik gelişme nedeniyle işsizlik oranlarında artışlar beklenmektedir. Ancak aynı zamanda bu dönüşümün yeni iş alanlarının oluşmasına yol açacağı düşünülmektedir. Yukarıda yer alan Tablo 2’de ortaya çıkması muhtemel mesleklerden bazıları yer almaktadır. Bununla birlikte, istihdam sahasında ortaya çıkması muhtemel denge değişimin olumsuz etkilerini minimize edebilmek için mevcut iş gücünün yeni mesleklerle uyum sağlaması için etkili bir şekilde eğitilmesi ve nitelikli hale getirilmesi noktasında kamusal politikaların oluşturulması önemlidir (Taş, 2018).

### 3. ENDÜSTRİ 4.0 PERSPEKTİFİNDEN TOPLUM 5.0

Teknolojik ilerlemeler, endüstri ve üretimi şekillendirerek iktisadi hayatı etkilemenin yanı sıra yaşamın hemen hemen her alanında etkili olmuş ve eğitim, sağlık, iletişim, kültür gibi birçok noktada etkili olmuş ve önemli dönüşümlerin yaşanmasına ön açmıştır. İnsanlık tarihi boyunca ortaya çıkan teknolojik

gelişmeler, toplumların yapısal dinamikleri üzerinde de büyük değişimlere yol açmıştır. Endüstri devrimleri, Endüstri 1.0'dan başlayarak Endüstri 4.0'a kadar uzanan bir süreci kapsamakta, bunların toplumlar üzerindeki yansımaları da toplumsal devrimler olarak ifade edilen Toplum 1.0'dan toplum 5.0'a kadar uzanan toplumsal değişim sürecini oluşturmaktadır (Aquilani vd., 2020; Erdoğan, 2023).

Söz konusu bu toplumsal devrimler hakkında kısaca bilgi verdikten sonra toplum 5.0 dönemine değinmek anlaşılabilirlik bakımından yerinde olacaktır.

**Toplum 1.0 (Avcı-Toplayıcı Toplum):** Toplum 1.0, insanlık tarihinde avcı-toplayıcı toplumların egemen olduğu bir dönemi temsil eder. Bu dönem, M.Ö. 2.5 milyon yıl önce başlayan ve tarımın gelişimine kadar devam eden süreci ifade etmektedir. Bu toplumlar, avcılık ve toplayıcılıkla geçinen, yiyecek ve diğer tüm kaynakları doğadan toplayan bir yapıdadır. Toplum 1.0, göçebe yaşam tarzı benimseyen, taş, odun ve deri gibi basit malzemeleri kullanan, yazı, matematik bilimsel gelişmelerin henüz ortaya çıkmadığı bir toplumsal düzeyi tanımlamaktadır (Özden, 2022). Avcı-toplayıcı toplumlar genellikle küçük gruplar halinde, bir arada ve işbirliği içerisinde yaşamak zorunda olan bir toplumsal yapıdadır. Bu dönemde toplumsal organizasyonlar basittir ve liderlik daha çok deneyime temellidir. Toplum 1.0, insanlık tarihindeki toplumsal evrimin başlangıç noktasını temsil etmektedir.

**Toplum 2.0 (Tarım Toplumu):** Toplum 2.0, toplumsal evrimin ikinci evresini temsil etmektedir ve genellikle "Tarım Toplumu" olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem, toplumların avcı-toplayıcı yaşam biçimlerinden tarım ve yerleşik hayata geçişi ile karakterizedir. Toplum 2.0'ın en belirgin özelliği, tarımsal faaliyetin başlamasıdır. Tarımsal faaliyetler, bitki yetiştirme ve hayvancılığın geliştirilmesini içermektedir. Bu durum, insanların yiyecek ve diğer kaynakları kontrol etme yeteneğini artırmış ve yerleşik hayata geçişin zeminini oluşturmuştur (Arı, 2021). Yerleşik hayata geçiş, özel mülkiyet kavramı ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte insanlar toprak ve hayvanlar üzerinde sahiplik haklarına sahip olmuşlardır. Mülkiyet bilinci, ekonomik sınıf farklarının ortaya çıkmasına ve toplumun daha karmaşık bir hiyerarşi ile karşı karşıya kalmasına yol açmıştır. Tarım devriminin önemli etkilerinden biride tarım aletleri ve sulama sistemlerinin geliştirilmesine sunduğu olanak ile tarımsal verimlilik ve insan nüfusun artmasına olan katkısıdır. Yine bu toplumsal devrim ile birlikte tarımın yanı sıra, el sanatları, ticaret ve örgütlü iş bölümü gibi ekonomik faaliyetler gelişmeye başlamıştır. Bu, farklı mesleklerin ortaya çıkmasına ve ticaret yollarının oluşmasına neden olmuştur (Saracel ve Aksoy, 2020). Toplum 2.0 ile birlikte toplumsal organizasyonlar daha karmaşık hale gelmiş, İmparatorluklar, krallıklar ve şehir devletleri gibi daha büyük siyasi oluşumlar ortaya çıkmıştır. Bilim ve kültür gelişiminin en önemli unsuru olan yazının

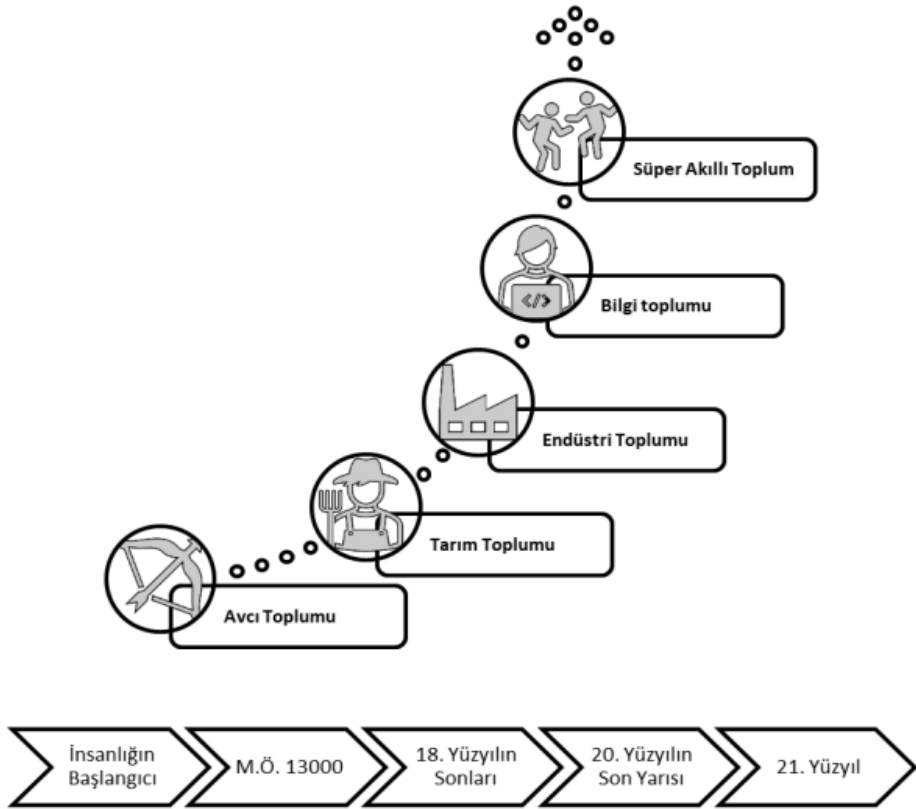
icadı da bu dönemin kazanımlarından olup, İlk yazılı belgelerin bu döneme ait olduğu bilinmektedir.

**Toplum 3.0 (Endüstri Toplumu):** Toplum 3.0 kavramı, toplumsal evrimin üçüncü evresini ifade etmekte ve alan yazıda “Sanayi Devrimi” ya da “Endüstri Devrimi” olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem, toplumlarının teknolojik geliş hızının arttığı, sanayileşmenin başladığı ve endüstriyel üretim süreçlerinin hızlandığı, insanlık tarihinde yaşanan önemli kırılma noktalarından biri durumundadır. 18. yüzyılın sonlarından itibaren başlayan sanayi devrimi, el işçiliğine dayalı üretim yöntemlerinin, yerini makinelerin kullanıldığı seri üretim anlayışına bırakmasıyla karakterizedir (Zhang, 2014). Sanayi Devrimi ile seri üretim mümkün hale gelmiş, üretim maliyetleri önemli ölçüde düşmüş ve ürünler daha fazla insan tarafından erişilebilir hale gelmiştir. Bahse konu bu durum, tüketici toplumun ortaya çıkmasına ön açmıştır. Sanayi devriminin önemli sosyolojik etkilerinden biri de kente yönelik göç durumudur. Bu dönemde, işgücüne olan ihtiyacın artmasına bağlı olarak işçi sınıfının ortaya çıkmış, işler şehirlerde yoğunlaşmış ve kırsal alanlardan şehirlere büyük ölçüde insan göçü yaşanmıştır. Sınıfsal farklar artması, işçi sınıfının yükselişi ve işçi hakları temelli hareketler bu döneme damgasını vurmuştur. Tüm bu gelişmelerin yanı sıra endüstri devrimi, büyük ölçekli ekonomik büyümeyi temsil etmektedir. Endüstrinin ve teknolojinin hızlı büyümesi, özellikle sanayi devrimine ev sahipliği yapan Avrupa’nın üretkenliği artırmış ve gelir düzeyinin yükselmesiyle dünya ekonomisinde söz sahibi olmasına olanak sunmuştur (Keats ve Schmidt, 2007). Neticesi itibarıyla Sanayi Devrimi, modern toplumun temellerinin atıldığı ve birçok açıdan toplumsal, ekonomik ve kültürel değişimlerin ortaya çıkmasına neden olan önemli toplumsal reformları da tetiklediği ifade edilebilir.

**Toplum 4.0 (Bilgi Toplumu):** İlk kez 2011 yılında Almanya tarafından ileri sürülen Toplum 4.0,” toplumsal evrimin sürecinin dördüncü aşamasını ifade etmekte ve alan yazında genellikle “Dijital Çağ” veya “Dijital Devrim” olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem, dijital teknolojilerin ve internetin yaygın olarak kullanıldığı ve bu unsurlar üzerinden şekillenen toplumsal düzeni ifade etmektedir (Turečková vd., 2023). Toplum 4.0, dijital teknolojilerin gündelik yaşamın hemen hemen her alanına nüfuz ettiği bir dönemi temsil etmektedir. İnternet, akıllı telefonlar, bulut bilişim, büyük veri analitiği, yapay zekâ, sanal gerçeklik ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler, içerisinde yer aldığımız zaman diliminde yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Söz konusu bu dijital teknolojiler, insanlar arasındaki ve insanlar ile cihazlar arasındaki bağlantıyı artırmış, böylece bu dönemde iletişim, işbirliği ve bilgi paylaşımı daha kolay hale gelmiştir. Bilgi paylaşımının kolaylaşması ortaya büyük veri kümelerini çıkarmış ve bu verinin yönetilmesi gerekliliğini zarurete dönüştürmüştür. Bu bağlamda büyük veri analitiği, Toplum 4.0’ın en önemli bileşenlerindedir. Dijital cihazlar ve platformlar, büyük ölçekli veri üretmekte ve bu veriler,

işletmeler, hükümetler ve bireyler tarafından daha iyi kararlar almayı ve daha iyi hizmetler sunmayı mümkün kılmaktadır. Toplum 4.0 döneminde önemli ölçüde değişime uğrayan alanlardan biri de eğitim faaliyetleridir. Bu dönemde sürekli eğitimin ve yeniden eğitimin önemini ortaya çıkmıştır. Toplum 4.0 sürecinde insanlar, dijital becerilerini geliştirmek ve teknolojik değişimlere ayak uydurmak için sürekli öğrenme gerekliliği duymaktadır (Vacek, 2017). Sürekli eğitim ihtiyacının bir neticesi olarak sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR), eğlence, eğitim, sağlık ve iş dünyası gibi birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Yine dijital dönüşüm, yeni fırsatlar sunmasının yanında güvenlik, gizlilik ve işgücü pazarı gibi zorlukları da beraberinde getirmiştir. Tüm bunların yanı sıra dijital çağ, önemli kültürel ve toplumsal değişikliklere de yol açmıştır (Saniuk vd., 2020). İnternet, haberleşme ve medya, insanların tüketim biçimlerini değiştirmiş, toplumların kültürel olarak yakınlaşmasına ve birbirlerine benzemesine yol açmış, tabiri caizse dünyanın daha da küçülmesine neden olmuştur.

**Toplum 5.0 (Süper Akıllı Toplum):** toplumsal evrimin beşinci aşamasını ifade eden Toplum 5.0, alan yazında “İnsan Merkezli Toplum” olarak da adlandırılmaktadır. Bu dönemde teknolojinin, insan yaşantısını daha iyi bir hale getirmek ve toplumsal sorunların çözüme kavuşturulabilmesi noktasında bir araç olarak kullanılması amaçlanmaktadır. 2016 yılında dünyaya duyurulan toplum 5.0 anlayışı, Japon devlet başkanı tarafından “teknoloji, toplumlar tarafından bir tehdit olarak değil, bir yardımcı olarak algılanmalıdır” sözleriyle tanımlanmıştır. Dijital teknolojiler, yapay zekâ ve otomasyon, Toplum 5.0 anlayışının merkezinde yer almaktadır (Fukuda, 2020). Bu anlayış çerçevesinde teknoloji, iş süreçlerini iyileştirmenin yanı sıra, sağlık, eğitim, ulaşım, enerji ve diğer alanlarda toplumsal sorunların çözümüne katkıda bulunmaktadır. Toplum 5.0 anlayışının odaklandığı hususlardan biri de sürdürülebilirlik ve çevre bilincidir. Teknolojinin, enerji verimliliğini artırma, atık azaltma ve doğal kaynakların daha verimli kullanımı gibi sürdürülebilirlik hedeflerine hizmet etmesi bu anlayışın dinamiklerindedir. Toplum 5.0, teknolojinin insanlığın sorunlarını çözme kapasitesini ön plana çıkarmakta ve insana odaklanan bir yaklaşım benimsemektedir. Bu dönem, teknolojinin insanların yaşamını daha iyi bir hale getirmek için nasıl kullanılabileceğini düşünme ve harekete geçirme gerekliliğini öne sürmektedir.



Şekil 2: Toplumsal Dönüşüm Kronolojisi (Çukurbaşı vd.,2023)

Toplum 5.0 yaklaşımının temel hedeflerinden biri, endüstrileri dönüştürdüğü kadar bireysel yaşamları da dönüştürmektir. Bu yaklaşım, dönüşümü ekolojik bir şekilde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır ve bu doğrultuda Birleşmiş Milletler tarafından ileri sürülen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını merkezine almaktadır.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (United Nations Sustainable Development Goals), 2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından kabul edilen ve 2030 yılına kadar dünya genelinde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlayan bir dizi küresel hedefi ifade etmektedir. Bu hedefler, dünyanın karşılaştığı bir dizi önemli sorunu ele almayı ve toplumları daha iyi bir geleceğe taşımayı amaçlamaktadır. Toplamda 17 önemli maddeden oluşan sürdürülebilir kalkınma hedefleri, alt hedefler ve göstergelerle desteklenmektedir. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kısaca aşağıdaki gibi tanımlanabilir:



Şekil 3: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (skdtürkiye.org)

1. **Yoksulluğu sona erdirmek:** Temel insan ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde geliri artırmak ve eşitsizliği azaltmak.
2. **Açlığı sona erdirmek:** Açlıkla mücadele ederek gıda güvenliğini sağlamak.
3. **Sağlıklı bir yaşam sürdürmeyi teşvik etmek:** Her yaş için sağlık ve refahı teşvik etmek, özellikle anne ve çocuk sağlığını iyileştirmek.
4. **Nitelikli eğitim sağlamak:** Eğitim fırsatlarını genişleterek eşitlik sağlamak ve yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etmek.
5. **Toplumsal cinsiyet eşitliği sağlamak:** Kadın-erkek eşitliğini teşvik etmek ve cinsiyetle ilgili şiddeti sona erdirmek.
6. **Temiz su ve sanitasyonu sağlamak:** Temiz su ve hijyen sağlığını artırmak ve sürdürülebilir su yönetimini teşvik etmek.
7. **Uygun, temiz ve sürdürülebilir enerji sağlamak:** Temiz enerji kullanımını teşvik etmek ve enerji erişimini artırmak.
8. **Ekonomik büyümeyi teşvik etmek:** Sürdürülebilir, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi desteklemek.
9. **Dayanıklı sanayi, yenilikçilik ve altyapı inşa etmek:** Altyapıyı geliştirmek, endüstriyel işbirliğini teşvik etmek ve yenilikçiliği desteklemek.
10. **Eşitsizlikleri azaltmak:** Ülkeler arasındaki ve ülkeler içindeki eşitsizliği azaltmak.
11. **Sürdürülebilir şehirler ve yerleşimler inşa etmek:** Şehirlerde sürdürülebilir kalkınma için altyapı ve çevresel uygulamaları teşvik etmek.

**12.Sorumlu tüketim ve üretimi teşvik etmek:** Kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek ve atık yönetimini geliştirmek.

**13.İklim eylemi almak:** İklim değişikliği ile mücadele etmek ve iklimle ilgili etkileri azaltmak.

**14.Deniz ve su altı yaşamını korumak:** Okyanusları, deniz yaşamını korumak ve sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmek.

**15.Kara ekosistemlerini korumak:** Ormanları, çölleşmeyi önlemek ve biyolojik çeşitliliği korumak.

**16.Barış, adalet ve güçlü kurumları teşvik etmek:** Şiddeti önlemek, adaleti desteklemek ve güçlü ve hesap verebilir kurumları teşvik etmek.

**17.Küresel işbirliği ve ortaklıkları güçlendirmek:** Ülkeler arasındaki işbirliğini teşvik etmek, finansmanı artırmak ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini uygulamak için işbirliği yapmak.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, sürdürülebilirlik, eşitlik ve küresel refahı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Her ülke, bu hedefleri kendi koşullarına uygun bir şekilde uygulamaktadır (Zengin vd., 2021).

#### **4. TOPLUM 5.0 ANLAYIŞININ ORTAYA ÇIKARMASI UMULAN SONUÇLARI**

Toplum 5.0 yaklaşımı, gelişmiş yetenekleri olan bir insanlık yaratarak daha önceden var olan toplumsal yapılarca üstesinden gelinemeyecek sınırları aşabilmeyi amaçlamaktadır. Bu noktada, bu yaklaşımın toplumsal ölçekte vadettiği kitlesel dönüşümler şu şekilde ifade edilebilir (Czapran, 2023);

- Tek tip toplum yapısından, çeşitliliği önemseyen ve bireysel yeteneklere kıymet atfeden toplum yapısına geçiş,
- Verim odaklı anlayıştan, değer yaratan toplum anlayışına geçiş,
- Toplumsal eşitsizlik durumundan, fırsatlar toplumu anlayışına geçiş,
- Kaygı toplumundan huzur toplumuna geçiş,
- Ekolojik kısıtlamaların terk edildiği, doğa ile barışık topluma geçiş,

Toplum 5.0 anlayışı en basit ifadeyle “dünyanın dönmeye devam edebilmesi” için dengesi bozulan insan eylem ve anlayışlarının yeniden dizayn edilmesini amaç edinen, sosyolojik etki bakımından oldukça önemli öncelikleri odağına almış, doğa-inan uyumunu yaratmayı amaçlayan önemli bir felsefi yaklaşımdır. Bu noktada değer yaratma, farklılık, ademi merkeziyetçilik, adaptasyon / sürdürülebilirlik ve ekolojik uyum gibi unsurlar, toplum 5.0 anlayışının konu edildiği kavramlar olarak sıralanabilir. Toplum 5.0 anlayışının en önemli taahhütleri olarak da tanımlanabilecek bu değişimler, önerilen köklü toplumsal değişimde hızlı ilerlemeyi teşvik edecek ve bu ilerlemeye yol gösterecektir (Fukuda, 2020).

Toplum 5.0 olarak adlandırılan ve dijitalleşme ile sosyal sistemlerin entegrasyonunu hedefleyen bu anlayış, bireylerin ve toplumların refahını artırmak amacıyla teknolojiyi insan merkezli bir yaklaşımla kullanmayı öngörmektedir. Bahse konu anlayışın ortaya çıkarması umulan sonuçları aşağıdaki başlıklarla sıralamak mümkündür.

#### **4.1. Teknoloji ve İnsan Odaklı Dönüşüm**

Toplum 5.0 anlayışı, teknolojinin insan yaşamını daha konforlu ve sürdürülebilir hale getirmesini hedeflemektedir. Akıllı şehirler, otonom araçlar, yapay zekâ destekli sağlık hizmetleri ve kişiselleştirilmiş eğitim benzeri uygulamalar, bireylerin günlük yaşamlarını kolaylaştırmayı, refah standartlarını artırmayı amaçlamaktadır (Akkaya vd., 2021; Geçgin ve Gülsoy, 2024). Toplum 5.0 anlayışı söz konusu uygulamaların insan odaklı bir şekilde tasarlanması ve toplumsal sorunların çözümünde etkin rol oynamasını idealize etmektedir.

#### **4.2. Ekonomik Kalkınma ve Yeni İş Modelleri**

Toplum 5.0 anlayışının, ekonomik kalkınmayı destekleyen yeni iş modellerini de beraberinde getirmesi beklenmektedir. Dijital ekonomi, blockchain teknolojileri, nesnelerin interneti (IoT) ve büyük veri analitiği gibi uygulamalar, işletmelerin verimliliğini artırarak yeni iş fırsatlarının yaratılmasında önemli bir potansiyele sahiptir. Bu süreç, yalnızca büyük şirketler için değil, KOBİ'ler ve girişimciler için de yeni pazarların kapılarını aralayacak, bu sayede, daha kapsayıcı ve adil bir ekonomik sistemin oluşturulması mümkün hale gelebilecektir (Koumpan ve Topol, 2023).

Kısaca Toplum 5.0 ile, Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik avantajların topluma ve ekonomiye entegre edilmesi odak anlayıştır. Yani Endüstri 4.0, üretim sistemlerini dijitalleştirerek verimliliği artırır, Toplum 5.0 ise bu teknolojik temeller üzerine inşa edilerek insan merkezli, sürdürülebilir tasarımı ön plana çıkarmaktadır (Mourtzis vd., 2022).

#### **4.3. Sosyal Eşitlik ve Kapsayıcılık**

Toplum 5.0 anlayışının temel dinamiklerine bakıldığında göze çarpan en belirgin yanının kuşkusuz sosyal eşitlik ve kapsayıcılık olduğu görülmektedir. Bu anlayışa göre teknolojik ilerlemeler, eğitim, sağlık ve diğer temel hizmetlere erişimi kolaylaştırarak, toplumun dezavantajlı kesimlerinin yaşam standartlarını yükseltmeyi mümkün hale getirmeli, herkesin fırsat eşitliğine sahip olduğu bir toplum yapısının kurulmasını sağlamalıdır. Bu maksatla, dijital okuryazarlığın artırılması ve dijital uçurumun kapatılması ile toplumsal eşitliği teşvik edilmesi, okullar yoluyla, cinsiyet eşitliği ve sosyal kapsayıcılığı teşvik ederek, öğrencilere toplumsal sorunları çözme ve eleştirel düşünme



becerileri kazandırılması, kurumsal sosyal sorumluluk projeleriyle toplumsal sorunların çözülmesi ve sosyal eşitliğin sağlanması gibi uygulamalar Toplum 5.0 anlayışının hedeflerinden bazılarıdır (Salgues, 2018).

#### **4.4. Sürdürülebilirlik ve Çevresel Duyarlılık**

Toplum 5.0, çevresel sürdürülebilirliği de ön plana çıkarmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, akıllı enerji yönetim sistemleri ve çevre dostu üretim teknolojileri, ekolojik dengeyi korumayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşımlar, iklim değişikliği ile mücadelede önemli adımlar atılmasını sağlamakta ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda yeşil lojistik uygulamaları teşvik ederek çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği artırılması (Sidek vd., 2021), çevresel duyarlılığı artırmak için teknoloji kullanımı, Doğa 5.0 anlayışı ile doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve çevrenin korunması (Berawi, 2019), kapsayıcı ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi, afet riskini azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele politikalarının geliştirilmesi Toplum 5.0 anlayışı bakımından çevresel duyarlılığın artırılması ve sürdürülebilir bir dünya oluşturulması bakından ele alınan önemli stratejik adımlardan bazılarıdır.

#### **4.5. Sağlık ve Yaşam Kalitesinin İyileştirilmesi**

Toplum 5.0 anlayışının hedeflerinden bir diğeri de, bireylerin sağlıklı ve uzun bir yaşam sürmelerini destekleyerek, genel refah seviyesini yükseltmektir. Yapay zekâ ve biyoteknoloji alanlarındaki gelişmeler, sağlık hizmetlerinin daha etkili ve erişilebilir olmasını sağlamakta, kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları, erken teşhis ve tedavi yöntemleri, yaşlı ve engelli bireylerin yaşam kalitesini önemli oranda artırmaktadır. Küresel anlamda toplumsal eşitsizliklere bakıldığında, en belirgin eşitsizliklerden birinin sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık alanında nitelikli insan kaynağı mevcudu noktasında olduğu göz çarpmaktadır. Afrika'da 1 doktor 3.324 kişiye hizmet verirken, Avrupa'da bu sayı 293'tür (Yenikaya vd., 2024). Bu noktada Toplum 5.0, bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve sağlık hizmetlerine erişimde adil bir küresel yapı oluşturabilmek için teknolojiyi kullanmayı hedeflemekte, bunun için dijital teknoloji ve yapay zekâ gibi konulara yoğunlaşmaktadır (Ferreira ve Serpa, 2018).

#### **4.6. Eğitim ve Yetenek Gelişimi**

Eğitim, Toplum 5.0'ın merkezinde yer almaktadır. Dijital öğrenme platformları, yapay zekâ destekli eğitim araçları ve yaşam boyu öğrenme fırsatları, bireylerin yeteneklerini geliştirerek, değişen iş piyasasına uyum sağlamlarını kolaylaştırabilmektedir. Toplum 5.0 yaklaşımı, bireylerin sadece teknik bilgi ve becerilerini değil, aynı zamanda yaratıcı ve eleştirel düşünme

yetilerini de geliştirmeyi hedeflemektedir. Toplumsal kalkınma ve fırsat eşitliği noktasında en önemli hususlardan birisi olarak kabul edilen eğitim ve yetenek gelişimi bağlamında toplum 5.0 anlayışı, uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş öğrenme, dijital okuryazarlık, erken çocukluk eğitimi, dijital pedagoji ve karakter gelişimi gibi alanlara yoğunlaşılması gerekliliğini vurgulamakta ve bu alanlara yatırım yapılmasını teşvik etmektedir. Eğitimde gerçekleştirilmesi gereken bu dönüşümü konu edinen Eğitim 5.0 yaklaşımı, dijital teknolojilerin entegrasyonu ile daha kapsayıcı, adil ve sürdürülebilir bir dünya yaratmayı hedeflemekte, sadece teknolojik yenilikleri değil, aynı zamanda insan refahını da teşvik etmektedir (Karadeniz, 2019; Vieira vd., 2023).

## SONUÇ

Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 kavramlarının sanayi ve toplum yapıları üzerindeki dönüşümsel etkilerini incelemiştir. Endüstri 4.0, üretim süreçlerini dijitalleşme, otomasyon ve ileri teknolojilerle yeniden şekillendirerek verimlilik, sürdürülebilirlik ve rekabetçilikte önemli kazanımlar sağlamaktadır. Sensörler, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve akıllı robotlar gibi teknolojiler, Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerini oluşturmakta ve bu bileşenler üretim süreçlerinde köklü değişimlere yol açmaktadır. Toplum 5.0 ise, teknolojiyi insan odaklı bir yaklaşımla kullanarak toplumsal sorunların çözümünü ve yaşam kalitesinin artırılmasını hedeflemektedir. Bu anlayış, sürdürülebilirlik, sosyal eşitlik, kapsayıcılık ve çevre bilincine vurgu yaparak, teknolojik ilerlemelerin toplumun her kesimine fayda sağlamasını amaçlamaktadır. Toplum 5.0, dijital teknolojiler ve yapay zekâ gibi yenilikçi unsurlarla desteklenen, insan merkezli ve sürdürülebilir bir toplum vizyonu sunmaktadır.

Endüstri 4.0'ın iş hayatı ve istihdam üzerindeki etkileri, teknolojik dönüşümlerin iş gücü piyasasında önemli değişimlere yol açacağını göstermektedir. Geleneksel iş kollarının azalması ve yeni iş sahalarının ortaya çıkması, mevcut iş gücünün yeni teknolojilerle uyum sağlamasını ve nitelikli hale gelmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, etkili eğitim politikaları ve sürekli öğrenme fırsatlarının sunulması büyük önem taşımaktadır.

Toplum 5.0, bireylerin ve toplumların refahını artırmak amacıyla teknolojiyi bir yardımcı olarak görmektedir. Ekonomik kalkınmayı destekleyen yeni iş modelleri, sosyal eşitlik ve kapsayıcılık, çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi gibi hedefler, Toplum 5.0'ın temel dinamiklerini oluşturmaktadır. Dijital öğrenme platformları ve yaşam boyu öğrenme fırsatları, bireylerin değişen iş piyasasına uyum sağlamalarını kolaylaştırmaktadır.

Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 kavramları, teknolojinin sanayi ve toplum üzerindeki dönüştürücü etkilerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Bu iki kavram, gelecekteki sanayi ve toplum yapılarının nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunarak, teknolojinin insan yaşamı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır. Endüstri 4.0'ın teknoloji odaklı üretim sistemlerinden, Toplum 5.0'in insan merkezli, sürdürülebilir ve kapsayıcı yaklaşımlarına geçiş süreci, toplumsal refah ve ekonomik kalkınma açısından büyük bir potansiyele sahiptir.

## KAYNAKÇA

- Akkaya, B., Günsel, A., ve Yikilmaz, I. (2021). Digital management towards society 5.0: a review of the framework for Kurt Lewin theory during COVID-19 pandemic. *Emerging Challenges, Solutions, and Best Practices for Digital Enterprise Transformation*, 120-137.
- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *Sav katki*, 4, 34-44.
- Aquilani, B., Piccarozzi, M., Abbate, T., ve Codini, A. (2020). The role of open innovation and value co-creation in the challenging transition from industry 4.0 to society 5.0: Toward a theoretical framework. *Sustainability*, 12(21), 8943.
- Arı, E. S. (2021). Süper Akıllı Toplum: Toplum 5.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 455-479.
- Atalay, M., ve Çelik, E. (2017). Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları-artificial intelligence and machine learning applications in big data analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- Berawi, M. A. (2019). Managing nature 5.0 in industrial revolution 4.0 and society 5.0 era. *International Journal of Technology*, 10(2), 222-225.
- Czapran, T. (2023). Management and Society 5.0. *Social Development and Security*, 13(4), 81-90.
- Çelik, K. (2021). Bulut Bilişim Teknolojileri. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(24), 436-450.
- Çukurbaşı, B., Gençay, S., Baysal, E., ve Kızılcı, G. (2023). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Endüstri 4.0 ve/veya Toplum 5.0 ile İlişkili Kavramlara Yönelik Farkındalıklarının Geliştirilmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 99-112.
- Doyle Kent, M. ve Kopacek, P. (2019). Industry 5.0: Is the Manufacturing Industry on the Cusp of a New Revolution? <https://www.researchgate.net/publication/336819748>. (Erişim Tarihi: 04.05.2024).
- Durmuş, A., ve Dağlı, A. (2017). 4. Industrial Revolution and New Generation Communication Technologies. *Innovation and Global Issues 2: Extended Abstracts Book*, 290.
- Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum, WEF) 2020. <https://kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2020/01/dunya-ekonomik-forumu-2020.html> (Erişim tarihi: 02.05.2024)
- Ercan, T., ve Kutay, M. (2016). Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 599-607.
- Erdoğan, S. U. (2023). Yönetim alanındaki işe yabancılaşma makalelerinin bibliyometrik analizi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 111-139.
- Ferreira, C. M., & Serpa, S. (2018). Society 5.0 and social development: Contributions to a discussion. *Management and Organizational Studies*, 5 (4), 26-31.
- Fukuda, K. (2020). Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. *International journal of production economics*, 220, 107460.
- Geçgin, E., & Gülsoy, N. (2024). Sosyo-Demografik Özellikler ile Cam Tavan Sendromu Arasındaki İlişki: Mutfak Çalışanları Örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (64), 102-119.
- Işık, A. F. (2013). *Sensör çeşitleri, robotik alanda kullanılan sensörler ve FSR sensör uygulaması* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- İŞKUR (2018). İşgücü Piyasası Araştırması. Türkiye İş Kurumu, <https://media.iskur.gov.tr/26549/istihdamda3i-28-sayi-ek-igucu-piyasasi-arastirmasi-2018-yili-sonuclari.pdf>. (Erişim tarihi: 10.05.2024)
- İŞKUR (2023). İşbaşı Eğitim Programları. <https://www.iskur.gov.tr/is-arayan/aktif-igucuprogramlari/isbasi-egitim-programlari>. (Erişim tarihi: 10.05.2024)
- Jankelová, N., ve Puhovichová, D. (2022). *Organizational innovation in the age of industry 4.0 from management perspective*. Verlag Dr. Kovac GmbH.
- Karadeniz, E., Koşan, L., Geçgin, E., & Beyazgül, M. (2019). Üniversite öğrencilerinin finansal okuryazarlık düzeylerinin analizi: Kafkas Üniversitesi Sarıkamış Kampüsünde bir araştırma. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 325-346.

- Keats, D., ve Schmidt, J. P. (2007). The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa. *First monday*, 12(3), 3-5.
- Kılıç, R. (2023). Sanayi Devrimlerinin Serüveni: Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a. *Takvim-i Vekayi*, 11(2), 276-291.
- Koşan, L., & Geçgin, E. (2013). Hedef maliyetleme sisteminin menü analizinde kullanılması: bir yiyecek içecek işletmesinde yapılan uygulama ve sonuçları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 391-410.
- Koumpian, E., ve Topol, A. (2023). Value-driven architecture enabling new interaction models in Society 5.0. *Human Factors in Software and Systems Engineering*, 94(94).
- Kurniawan, A., Komara, B.D. ve 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.
- Martynov, V. V., Shavaleeva, D. N., ve Zaytseva, A. A. (2019, September). Information technology as the basis for transformation into a digital society and industry 5.0. In *2019 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS)* (pp. 539-543).
- Maťovčíková, D. (2017). Industry 4.0 as the culprit of unemployment. 12th IWKM 2017, 12–13 October 2017. *Trenčín, Slovakia*.
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17), 6276.
- Özden, A. T. (2022). 1.0'dan 5.0'a dünya: Web, pazarlama, endüstri ve toplum. *Journal of Business in The Digital Age*, 5(1), 29-44.
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları*. Pusula.
- Özer, G. (2020). Ekllemeli üretim teknolojileri üzerine bir derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 606-621.
- Özsağlam, M. Y. (2021). Endüstri 4.0 Altında IoT Özellikli Akıllı Uygulamalar. *Five Zero*, 1(1), 34-45.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Russiian, O. A. (2021). The influences of the "Industry 4.0" development on the human capital of the industrial enterprise: foreign experience. *Economy of industry*, (4 (96)), 93-117.
- Saini, N. (2022). Issues, Challenges, and Impact on Women Employment in Industry 4.0. In *Gender Perspectives on Industry 4.0 and the Impact of Technology on Mainstreaming Female Employment* (pp. 132-148). IGI Global.
- Salgues, B. (2018). From Society 5.0 to Its Associated Policies.
- Saniuk, S., Grabowska, S., ve Gajdzik, B. (2020). Social expectations and market changes in the context of developing the industry 4.0 concept. *Sustainability*, 12(4), 1362.
- Saracel, N., ve Aksoy, I. (2020). Toplum 5.0: Süper akıllı toplum. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(2), 26-34.
- Serinikli, N. (2018). Endüstri 4.0'in özel, kamu ve kooperatif sektörlerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1607-1621.
- Sidek, S., Khadri, N. A. M., Hasbolah, H., Yaziz, M. F. A., Rosli, M. M., & Husain, N. M. (2021, August). Society 5.0: green logistics consciousness in enlightening environmental and social sustainability. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 842, No. 1, p. 012053). IOP Publishing.
- SKD Türkiye (2024). İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, <https://www.skdturkiye.org/> (Erişim Tarihi: 03.04.2024).
- Skobelev, P.O. ve 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.
- Şahin, Y. (2024). Havacılık ve Yapay Zeka Alanındaki Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(110), 1637-1648.

- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), 1817-1836.
- Topcu, H. (2020). Türk telekomünikasyon sektörünün Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye ekonomisine etkileri.
- Torun, B. T. (2023). The Effects of Green Transformational Leadership on The Green Behaviour of Business, The Environment and The Green Performance. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (61), 31-53.
- Turečková, K., Nevima, J., Vaňová, A., & Vítalıšová, K. (2023). Society 4.0: general economic implications. *Journal of European Economy*, 22(2), 146-157.
- Vacek, J. (2017). On the road: from industry 4.0 to society 4.0.
- Vieira, R., Monteiro, P., Azevedo, G., & Oliveira, J. (2023, June). Society 5.0 and Education 5.0: A Critical Reflection. In *2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.
- Yenikaya, M. A., Kerse, G., & Oktaysoy, O. (2024). Artificial intelligence in the healthcare sector: comparison of deep learning networks using chest X-ray images. *Frontiers in Public Health*, 12, 1386110.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.
- Yücebalkan, B. (2020). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecine Genel Bakış. *pearson journal*, 5(9), 241-250.
- Zengin, Y., Naktiyok, S., Kaygın, E., Kavak, O., ve Topçuoğlu, E. (2021). An investigation upon industry 4.0 and society 5.0 within the context of sustainable development goals. *Sustainability*, 13(5), 2682.
- Zhang, Y. (2014). The standard of 'civilisation'redux: towards the expansion of international society 3.0?. *Millennium*, 42(3), 674-696.

# DİJİTAL ÇAĞDA İŞ STRATEJİLERİ VE LİDERLİK

Onur Oktaysoy<sup>1</sup>

## ÖZET

Bu çalışma, dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin iş yapış biçimleri, stratejik yönelimleri ve liderlik yaklaşımlarında meydana gelen değişimlere odaklanmaktadır. Dijital dönüşüm, yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin entegrasyonu ile işletmelerin verimlilik ve esneklik kazanmasını sağlamakta ve rekabet avantajı elde etmelerine olanak tanımaktadır. Literatür incelemesi yoluyla dijital dönüşümün temel kavramları, dijital liderlik ile bağlantısı ve bu süreçte organizasyonel yapıların yeniden yapılanma gereksinimleri incelenmiştir. Dijital dönüşümün kavramsal örüntüsünde, teknolojinin işletmelere sunduğu yeni olanaklar ile bu olanakların operasyonel süreçler ve stratejik yönetim üzerindeki etkisi ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. Çalışmanın amacı, dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin etkin liderlik stratejileri ile değişime nasıl uyum sağladığını ortaya koymak ve bu süreçte dijital liderlik kavramının önemini vurgulamaktır. Dijital liderlerin, yenilikçi teknolojilerin etkin kullanımını sağlarken aynı zamanda organizasyonel kültür ve stratejik uyumu nasıl sağladıkları çalışmanın temel odak noktasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda çalışma, dijital dönüşüm sürecinde liderlerin adaptasyon becerilerinin, veri odaklı karar alma süreçlerinin ve inovasyon teşvik etme kapasitelerinin işletmelerin uzun vadeli başarıları üzerindeki etkisini incelemekte, bunu çeşitli liderlik örnekleriyle desteklemektedir. Bunların yanı sıra bu bölümde günümüz dünyasının koşulları bağlamında hayata geçen başarı kaydetmiş iş fikirleri de örneklerle ele alınmakta ve okuyucuya bu bağlamda bir perspektif kazandırılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Stratejik Yönetim, Dijital Çağ, Dijital Liderlik, Dijital Örgütler.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, onuroktaysoy@kafkas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8623-614X

## 1. GİRİŞ

Dijital çağ, hızla değişen teknoloji ve bilgi akışıyla birlikte iş dünyasında köklü bir dönüşümü de beraberinde getirmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca iş süreçlerini değil, aynı zamanda liderlik yaklaşımlarını, iş modellerini ve işletmelerin stratejik süreçlerini de derinden etkilemiştir. Dijital dönüşümün etkileri, işletmelerin rekabet avantajı elde etme ve sürdürülebilirliklerini sağlama becerilerini yeniden şekillendirmiştir. İş dünyasında kaçınılmaz bir gerçeklik haline gelen dijital dönüşüm, İşletmelere, dijital teknolojileri benimseyerek daha verimli, esnek ve müşteri odaklı hale gelme fırsatı sunmaktadır. Bu süreçte, dijital dönüşümün temel bileşenlerini anlamak, başarılı bir strateji geliştirmek ve uygulamak için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, dijital dönüşümün ne olduğu, ne şekilde, nerede ve ne zaman gerçekleştirileceği, neyi, ne şekilde etkileyeceği, neden gerçekleştirilmesi gerektiği ve belki de en önemlisi tüm bunların kimin gerçekleştireceği gibi soruların cevabının bulunması bir gerekliliktir. Bu noktada her bir örgüte, bahse konu örgütün yer aldığı sektöre hatta örgütün çok uluslu ya da ulusal ölçekli olmasına göre cevapların farklılaşabileceği bu sorunların odağında, dönüşüm sürecinin yönetimi bulunmaktadır. Dijital dönüşüm kavramının temellerinden başlayarak, dijital stratejilerin geliştirilmesi, yeni iş modellerinin yaratılması ve dijital ekosistemlerin yönetilmesi bahse konu dönüşüm sürecinin doğru işletilebilmesi bakımından son derece önemlidir. Ayrıca dijital dönüşüm sürecinin, alan yazında tanımlanan klasik lider ve yönetici vasıflarından çok daha yüksek nitelikler gerektirmesi, dijital liderlik yaklaşımının önemini ortaya koymaktadır. Buna göre bu bölümde; dijital dönüşüm süreci hakkında bir çerçeve çizilmesi, bahse konu dönüşüm sürecinin yönetimi bağlamında henüz oldukça yeni bir kavram olarak tanımlanabilecek dijital liderliğin tanımlanması ve dijital dönüşüm sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için liderde bulunması gereken niteliklerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle dijital çağın gerekliliklerine uyum sağlamayı başarmış, dönüşüm sürecini başarıyla sürdürebilen çok uluslu örgütlere ve bu örgütleri başarıya taşıyan dijital lider örneklerine yer veren bu çalışmada, dijital dönüşüm ve dijital liderlik kavramlarına farklı bir bakış açısı kazandırmak, okuyuculara, kendi sektörlerinde dijital dönüşüm stratejilerini nasıl geliştirebileceklerine dair pratik bilgiler ve ilham verici örnekler sunmak gayesi bulunmaktadır.

## 2. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN TANIMI VE ÖNEMİ

### 2.1. Dijital Dönüşüm Nedir?

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri kullanarak iş yapma biçimlerini ve müşteri etkileşimlerini yeniden yapılandığı geniş kapsamlı bir süreçtir. Bu süreç, dijital araçlar ve platformlar aracılığıyla verimliliği artırmayı, maliyetleri düşürmeyi ve müşteri memnuniyetini en üst düzeye



çıkarmayı hedeflemektedir. Dijital dönüşüm, bilgi teknolojilerinin yanı sıra yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve blok zincir gibi yenilikçi teknolojileri de kapsar (Warner & Wäger, 2019).

Teknolojinin iş dünyası ve toplumsal yapılar üzerindeki dönüştürücü etkisini tanımlayan geniş kapsamlı bir kavram olarak ifade edilebilecek dijital dönüşüm, genel olarak, dijital teknolojilerin kullanımıyla işletmelerin ve organizasyonların iş yapış biçimlerini köklü bir şekilde değiştirmelerini ifade etmektedir. Bu dönüşüm süreci, sadece teknolojik araçların entegrasyonu değil, aynı zamanda iş modellerinin, operasyonel süreçlerin, müşteri deneyimlerinin, örgütsel kültür ve değerlerin de yeniden yapılandırılmasını içermektedir. Dijital dönüşüm, iş dünyasının dinamiklerini yeniden tanımlarken, işletmelerin daha verimli, rekabetçi ve müşteri odaklı olmasını sağlamaktadır (Hussain vd., 2023). Dijital dönüşüm, bir kuruluşun mevcut durumunun beklentilerini karşılama noktasında yetersiz olduğu farkındalığıyla başlayan ve örgütün dönüşüm iradesi ortaya koymasıyla gelişen, kapsamlı ve karmaşık bir süreçtir. Dijital teknolojileri benimsenmesi ve iş süreçlerini, modellerini ve stratejilerini yeniden şekillendirmeyi kapsayan bu süreç genellikle dört aşamada gerçekleştirilmektedir (Deloitte, 2015). Bahse konu süreç aşağıda yer alan Tablo 1’de gösterilmeye çalışılmıştır.

**Tablo 1:** İşletmelerde Dijital Dönüşüm Aşamaları

	1-FARKINDALIK	2-GERÇEKLEŞTİRME	3-DÖNÜŞÜM	4-SÜREKLİ YENİLİK
SORULAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Yaşanan gelişmelerde şirketlere ne oldu ya da ne olacak?</li> <li>-Bulduğumuz sektör ve şirketimiz değişimin neresinde?</li> <li>-Dijital teknoloji olarak gelişmeler neler ve bunlar bizim işimizi nasıl etkileyebilir?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-İşletmemizi tehdit eden dijital faktörler neler? bunların etkisi nasıl en aza indirgenebilir?</li> <li>-Ne kadar zamana ihtiyacımız var?</li> <li>-Sonraki adımda yapılması gerekenler nelerdir?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bu süreçte doğru lider vasıfları nelerdir? Ve bu vasıfları taşıyan en doğru insan kim?</li> <li>-Gelecekte yaşanması muhtemel dönüşüme örgütü kültürel bakımdan nasıl hazırlayacağız?</li> <li>-Başarılı bir dönüşüm gerçekleştirmek için ne tür teknolojiye ihtiyacımız var?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Değişime uyum sağlayabilmek için kültürümüzü nasıl değiştirebiliriz?</li> <li>-Sürekli değişimi örgütsel ölçekte nasıl sürdürülebilir hale getirebiliriz?</li> <li>-Yeni trend ve teknolojilerde önde olmak için eko sistemde nasıl işbirliği yapabiliriz?</li> </ul>
EYLEMLER	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Benzer sektörler ve şirketlerle kıyaslama (Benchmarking) yaparak örgütü analiz etmek</li> <li>-Rekabetçi analiz anlayışı geliştirmek</li> <li>-Dijital teknolojilerin ortaya çıkış ve yükselişi ile ilgili araştırmalara önem vermek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bireysel uyum - uyumsuzluk senaryo analizleri yapmak</li> <li>-Dijital olgunluk gereçleri geliştirmek</li> <li>-Dijital strateji ve yönetim planlaması yapmak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dijital dönüşüm için gerekli olan içsel beceri ve yetenek analizleri yapmak</li> <li>-Organizasyonel yapı analizleri yapmak</li> <li>-Doğru bir Dijital lider ataması gerçekleştirmek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Şirketi yapısal anlamda detaylı biçimde yeniden haritalandırmak</li> <li>-İnovatif liderlik anlayışı geliştirmek</li> <li>-Etkin bir ekosistem için dış ilişkileri etkin biçimde yapılandırmak</li> </ul>

**Kaynak:** (Deloitte, 2015).

## 2.2. Dijital Dönüşümün Önemi

Dijital dönüşüm, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesi, operasyonel verimliliklerini artırması ve müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarması açısından kritik öneme sahiptir. Dijital dönüşümün işletmelere sağladığı başlıca faydalar şunlardır:

- **Rekabet Avantajı:** Dijital teknolojileri etkin kullanan işletmeler, rakiplerine göre daha hızlı ve esnek hareket edebilmektedir. Dijital teknolojiler, işletmelerin büyük miktarda veriyi hızla analiz etmesine ve bu verilerden elde edilen içgörülerle daha hızlı kararlar almasına olanak tanımaktadır. Bu durum, işletmelerin piyasadaki değişimlere ve müşteri beklentilerine daha hızlı yanıt verme yeteneğini artırmaktadır. Bunun yanı sıra dijital dönüşüm, işletmelerin daha esnek ve çevik iş modelleri geliştirmesine olanak sunması bakımından da son derece önemlidir (Gebayew et al., 2018). Esneklik, etkin-verimli faaliyetler, beklentiye uygun iş çıktıları, düşük maliyet gibi unsurların işletmelerin rekabet edebilme yetenekleri üzerindeki önemi göz önüne alındığında dijital dönüşümüz günümüz dünyasında faaliyette bulunan işletmeler için önemi daha net anlaşılmaktadır.
- **Maliyet Tasarrufu:** Dijital dönüşüm, operasyonel maliyetleri kayda değer oranda düşürerek verimliliği artırmaktadır. Dijital teknolojiler, iş süreçlerinin otomasyonunu mümkün kılarak, insan hatalarını azaltarak, operasyonel maliyetleri minimize etmekte, IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazları, envanter ve lojistik süreçlerinin optimize edilmesini mümkün kılabilmekte, bulut bilişim teknolojileri, işletmelerin BT maliyetlerini düşürmesine ve ölçeklenebilirlik sağlamasına olanak sunabilmektedir. Bahse konu tüm bu unsurlar, işletmelerin ihtiyaç duydukları kaynakları etkin ve verimli kullanabilmeleri anlamına gelmektedir.
- **İnovasyon:** Dijital dönüşüm, işletmeler için yenilikçi iş modelleri ve ürünlerin geliştirilmesini teşvik etmesi bakımından da önemli bir yere sahiptir. Dijital teknolojiler, araştırma ve geliştirme süreçlerini hızlandırarak, yenilikçi ürün ve hizmetlerin daha hızlı piyasaya sürülmesini sağlar. Yine büyük veri analitiği ve yapay zekâ, müşteri ihtiyaçlarını ve piyasa trendlerini daha iyi anlamak için kullanılabilir. Bunların yanı sıra dijital araçlar ve 3D yazıcılar, ürün geliştirme süreçlerini hızlandırarak, fikirlerin hızla prototip haline getirilmesini ve test edilmesini sağlar. Dijital dönüşüm, işletmelerin müşteri verilerini kullanarak kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunmasına olanak tanımakta, bu durum müşteri memnuniyetini artırarak, örgüte olan sadakati güçlendirmektedir (Kurpayanidi, 2023).

- **Müşteri Memnuniyeti:** Dijital teknolojiler, müşterilere çeşitli kanallar (web, mobil, sosyal medya vb.) aracılığıyla tutarlı ve entegre bir deneyim sunmayı mümkün kılmaktadır. Yapay zekâ ve chatbot gibi dijital teknolojiler sayesinde, müşteri hizmetleri ve destek süreçlerini iyileştirerek, müşterilerin sorularını hızlı ve etkili bir şekilde yanıtlamayı sağlanabilmektedir. Dijital kanallar vasıtasıyla müşteri ilişkilerini güçlendirmek ve yüksek nitelikli müşteri hizmeti sunmak, müşterin işletme ile muhatap oldukları süreçten duydukları memnuniyeti ve işletmeye olan sadakati artırıcı etki yaratması bakımından günümüz işletmecilik anlayışı bakımından olmazsa olmaz bir ehemmiyete sahiptir. Ayrıca, dijital dönüşüm ile oluşturulan nitelikli işletme yapılarıyla, müşteri verilerinin toplanması ve analiz edilmesi, bu sayede müşterilerin ihtiyaçlarını ve tercihlerini daha iyi anlaşılması mümkün hale gelmektedir. Bu bilgiler, işletmelere doğru pazarlama kampanyaları ve kişiselleştirilmiş hizmetler sunmaları noktasında alan açarken, rekabet edebilme kabiliyetini de olumlu yönde etkileyebilmektedir.
- **Veri Odaklı Kararlar:** Veri odaklı karar verme, kararların veri ve analitik yöntemlerle desteklendiği bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Veri odaklı kararlar, sezgilere ya da deneyime dayalı geleneksel karar verme süreçlerinden farklı bir anlayış üzerine temellenmektedir. Bu yöntemlerle verilen kararlar, işletmelerin objektif veriler ve analizler üzerinden hareket etmelerini sağlamakta, böylece daha doğru ve kesin çıkarımların yapılabilmesi mümkün olabilmektedir (Osman et al., 2022). Dijital dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri olan veri odaklı karar alma süreçleri, organizasyonların performansını artırırken, riskleri minimize etmelerine ve rekabet avantajı elde etmelerine olanak tanıması bakımından oldukça işlevseldir.

### 2.3. Dijital Dönüşüm Neden Bu Kadar Önemli Hale Geldi?

Dijital dönüşüm, son yıllarda akademik, endüstriyel ve kamusal alanlarda büyük bir ilgi odağı haline gelmiştir. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı ilerlemeler, küreselleşmenin getirdiği rekabetçi baskılar ve müşterilerin artan beklentileri, dijital dönüşümü kaçınılmaz bir süreç haline getirmiştir. Dijital dönüşüm, sadece teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda stratejik bir gerekliliktir. Rekabet avantajı, müşteri deneyimi, operasyonel verimlilik, veri yönetimi ve esneklik gibi birçok alanda sağladığı faydalar, dijital dönüşümün önemini her geçen gün daha da artırmaktadır (Shehadeh vd, 2023). Akademik literatür ve mevcut uygulamalar, dijital dönüşümün organizasyonlar için kaçınılmaz bir süreç olduğunu ve bu sürece uyum sağlamayan firmaların rekabet avantajını kaybetme riskiyle karşı karşıya kalacağını göstermektedir. Bu nedenle, dijital dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması, günümüz

iş dünyasında başarının anahtarlarından biri olarak görülmelidir (Vial, 2019; Bulanıklı vd., 2022).

Teknoloji orjinli değişen koşulların beraberinde getirdiği en belirgin farklılaşma sahalarından biride kuşkusuz ekonomik yapılarıdır. İşletme-müşteri arasındaki dinamiklerin radikal biçimde değişime uğradığı bu yeni ekonomik sisteme uyum sağlamak işletmeler için bir varlık yokluk hususuna dönüşmüş, nitekim dijital dönüşüm daha öncede ifade edildiği gibi yeni trendler ekseninde işletmeler için bir zarurete dönüşmüştür. Bahse konu bu trendler alan yazında 12 başlık altında toplanmaktadır (Kurpayanidi, 2023). Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- **Bilgi:** Bilginin ekonomikleşmesi (akıllı kıyafetler, akıllı arabalar, akıllı TV'ler, akıllı telefonlar vb.)
- **Dijitalleşme:** Dijital ekonominin hayatın her alanına sirayet etmesi (kamu, finans, sağlık vb.)
- **Sanal Dünya:** Geleneksel fiziki yapıların sanallaşması (Sanal şirket, sanal banka, sanal sağlık vb.)
- **Molekülleşme:** Moleküler ekonomi (eski şirket yapılarının parçalanması)
- **Entegrasyon/Ağ ile Bağlanma:** Fiziki sınırların ortadan kalkması, siber bağ
- **Aracısızlaşma:** Üretici ve tüketici arasındaki araçların dijital araçlarla bertaraf edilmesi
- **Bir Noktada Buluşma:** Farklı sektörlerin bir araya gelebilmesi, fırsat eşitliği, Pazar dengesi
- **Yenilikçilik:** Her alanda yenilik ve inovasyon beklentisi
- **Üret-Tüket-ici:** Üretici ve tüketici arası mesafenin bulanıklaşması
- **İvedilik:** her alanda hızın acil bir ihtiyaca dönüşmesi
- **Küreselleşme:** Küresel ekonomi ve sosyoloji dönüşümü
- **Çatışma:** Değişken koşullar, beklenti-değer değişimi, belirsizliğin egemenliği kaynaklı çatışma hali

Yukarıda sıralanan bu trendler, yalnızca işletmeleri ve ekonomik sistemleri değil beraberinde öznesi insan olan her sahayı etkilemekte, dolayısıyla dijital dönüşümü önemli bir hale getirmektedir.

#### 2.4. Dijital Çağın Getirdiği Fırsatlar ve Zorluklar

Dijital çağ, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle şekillenmiş ve toplumun hemen her alanında köklü değişimlere yol açmıştır. Bu dönemin getirdiği fırsatlar ve zorluklar, bireylerin, işletmelerin ve hükümetlerin dijital dönüşüm stratejilerini belirlemelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Davenport

& Ronanki, 2018). Dijital çağın en belirgin fırsatlarından biri, bilgiye erişimin kolaylaşmasıdır. İnternet ve mobil teknolojiler sayesinde insanlar, dünyanın herhangi bir yerinden bilgiye anında ulaşabilmektedir. Bu, eğitim, sağlık, araştırma ve iş dünyası gibi pek çok alanda büyük avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, çevrimiçi eğitim platformları, dünyanın dört bir yanındaki öğrencilere kaliteli eğitime erişim imkanı sunarken, tele-tıp uygulamaları, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır (Yenikaya vd., 2024). Önemli bir diğer fırsat ise, işletmelerin dijital teknolojilerle daha verimli ve esnek hale gelmesidir. Otomasyon, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, işletmelerin operasyonel süreçlerini optimize etmelerine, maliyetleri düşürmelerine ve müşteri memnuniyetini artırmalarına olanak tanımaktadır (Brynjolfsson & McAfee, 2014). E-ticaret platformları, KOBİ'lerin global pazarlara açılmasını sağlarken, dijital pazarlama stratejileri, firmaların hedef kitlelerine daha etkili bir şekilde ulaşmalarını mümkün kılmaktadır (Porter & Heppelmann, 2015). Dijital çağ, aynı zamanda yeni iş modelleri ve girişimcilik fırsatları da yaratmaktadır. Dijital platformlar, yenilikçi iş fikirlerinin hayata geçirilmesine ve girişimcilerin küresel çapta faaliyet göstermesine olanak tanımaktadır. Örneğin, paylaşım ekonomisi modelleri, Airbnb ve Uber gibi platformlarla, geleneksel sektörlerde devrim yaratmıştır. Ayrıca, blockchain teknolojisi ve kripto para birimleri, finansal işlemlerde güvenliği artırarak yeni yatırım ve ticaret olanakları sunmaktadır (Pearl Zhu, 2015).

Artan dijitalleşme, birçok fırsatın yanı sıra çeşitli zorluklarla birlikte gelmektedir. Bu durum, bireylerin ve işletmelerin kişisel ve ticari bilgilerini koruma konusunda daha dikkatli olmalarını gerektirmektedir. Özellikle, kritik altyapılar ve finansal sistemler, siber tehditlere karşı daha savunmasız hale gelmektedir (Porter & Heppelmann, 2015). Bir diğer önemli zorluk, dijital uçurumun varlığıdır. Dijital teknolojilere erişim ve kullanım konusundaki eşitsizlikler, bireyler ve toplumlar arasında önemli farklar yaratmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki insanlar ve işletmeler, dijital dönüşümün sunduğu fırsatlardan daha fazla yararlanabilirken, gelişmekte olan ülkelerdeki birçok kişi ve işletme, bu fırsatlardan mahrum kalmaktadır (Özdemir, 2020). Bahse konu bu durum, küresel eşitsizlikleri daha da derinleştirebilme potansiyeli bakımından üzerinde önemle durulması gereken hususlardandır (Bharadwaj et al., 2013). Dijital çağın getirdiği farklı bir diğer zorluk ise, mahremiyet ve veri koruma konusundaki endişelerdir. Dijital platformlar ve uygulamalar, kullanıcıların büyük miktarda kişisel verisini toplamakta ve işlemektedir. Bu verilerin nasıl kullanıldığı ve korunduğu konusunda şeffaflık eksikliği, kullanıcıların mahremiyet endişelerini artırmaktadır. General Data Protection Regulation gibi yasal düzenlemeler, bu konudaki endişeleri gidermeye yönelik adımlar atsa da, veri koruma konusunda hala önemli boşluklar bulunmaktadır

(Davenport & Ronanki, 2018). Tüm bunların yanı sıra dijital çağın getirdiği hızlı değişim, iş gücü piyasasında da büyük bir dönüşüme yol açmaktadır. Otomasyon ve yapay zekâ, bazı işlerin ortadan kalkmasına ve yeni becerilere olan talebin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, çalışanların sürekli olarak kendilerini güncellemelerini ve yeni beceriler kazanmalarını gerektirmektedir. Ancak, bu geçiş süreci, iş gücü piyasasında belirsizliklere ve sosyal sorunlara yol açabilmektedir (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Dijital çağın getirdiği fırsatlar ve zorluklar, toplumun her kesimini etkilemektedir. Bilgiye erişimin kolaylaşması, işletmelerin dijitalleşmesi ve yeni iş modellerinin ortaya çıkması gibi fırsatlar, ekonomik ve sosyal açıdan büyük potansiyeller sunmakta ancak, siber güvenlik riskleri, dijital uçurum, mahremiyet endişeleri ve iş gücü dönüşümü gibi zorluklar da, dikkatle ele alınması gereken konular arasında yer almaktadır (Erdoğan ve Çiğdemli, 2022). Bu bağlamda, bireylerin, işletmelerin ve hükümetlerin, dijital çağın getirdiği bu dinamikleri doğru bir şekilde yönetmeleri ve sürdürülebilir dijital dönüşüm stratejileri geliştirmeleri son derece büyük bir önem taşımaktadır (Davenport & Ronanki, 2018).

## 2.5. Dijital Dönüşüm Perspektifinden Dijital Teknolojilerin Evrimi

Dijital dönüşüm kronolojisi, bilgi teknolojilerinin başlangıcından günümüze kadar olan evrimini ve dijitalleşmenin toplumsal ve ekonomik yapı üzerindeki etkilerini kapsamaktadır. Dijital dönüşümün tarihsel gelişimini anlamak, bu değişimlerin neden ve nasıl gerçekleştiğini kavramamıza yardımcı olması bakımında kıymetlidir. Bilgisayarların yükselişi olarak ifade edilen ve 1960'lı yıllarda yarattığı devrimsel etkiyle başlayan bu kronoloji, geleneksel süreçleri kökünden değiştirmiş, hem toplumları, hem işletmeleri hem de bireyleri etkisi altına alarak büyük bir dönüşüm yaratmıştır. Söz konusu dönüşüme ön açan bu gelişmeler aşağıda yer alan Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** Dijital Teknolojilerin Evrim Kronolojisi

DÖNEM	Olaylar ve Gelişmeler
1960'lar	- Büyük ölçekli bilgisayarların (mainframe) iş dünyasında kullanılmaya başlanması. - IBM'in bilgisayar sistemleriyle işletmelerde verimliliği artırması.
1970'ler	- Mikroişlemcilerin icadı (Intel 4004). - Bilgisayarların daha küçük ve erişilebilir hale gelmesi.
1980'ler	- Kişisel bilgisayarların (PC) yaygınlaşması (IBM PC, Apple Macintosh). - Microsoft'un Windows işletim sisteminin ve ofis yazılımlarının başarısı.
1990'lar	- İnternetin yaygınlaşması ve World Wide Web'in icadı (Tim Berners-Lee). - Web tarayıcılarının geliştirilmesi (Mosaic, Netscape). - E-ticaretin doğuşu (Amazon, eBay). - Dijital iletişim araçlarının yaygınlaşması (e-posta, anlık mesajlaşma).
2000'ler	- Mobil teknolojilerin yükselişi (Apple'ın iPhone'u, 2007).

DÖNEM	Olaylar ve Gelişmeler
	- Sosyal medyanın yaygınlaşması (Facebook, Twitter, YouTube). - Bulut bilişimin önem kazanması.
2010'lar	- Büyük veri, yapay zekâ (AI) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi ileri teknolojilerin yükselişi. - Veri analitiği ve otomasyonun iş dünyasında devrim yaratması. - Akıllı şehirler, akıllı evler ve endüstriyel otomasyon gibi IoT uygulamalarının gelişimi.
2020 ve sonrası	- COVID-19 sonrası dijital çözümlerin öneminin artması (uzaktan çalışma, dijital sağlık, e-ticaret vb.). - 5G teknolojisi, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) gibi yeni nesil teknolojilerin yükselişi. - Blok zinciri (blockchain) teknolojisinin finansal hizmetler ve veri güvenliği alanlarında devrim yaratma potansiyeli.

**Kaynak:** Yazarlar tarafından alan yazından faydalanılarak oluşturulmuştur.

### 3. DİJİTAL ÇAĞDA LİDERLİK

Dijital çağ, teknolojinin hızla ilerlediği, bilgiye erişimin ve paylaşımın hiç olmadığı kadar kolaylaştığı bir dönemdir. Bu dönemde liderlik, geleneksel yaklaşımların ötesine geçerek dijital dönüşümün gereksinimlerine uygun yeni stratejiler ve beceriler geliştirmeyi gerektirmektedir. Dijital çağın getirdiği değişimler, liderlerin adaptasyon yeteneklerini, yenilikçiliğe açıklıklarını, ileri görüşlülük ve dijital yetkinliklerini ön plana çıkarmaktadır (Philip et al., 2023; Imran et al., 2020).

Dijital çağda liderlerin, geleneksel liderlerden farklı bir takım niteliklere sahip olmaları gerekmektedir. Söz konusu bu niteliklerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

**Yenilikçilik ve Teknoloji Odaklılık:** Dijital çağda liderlik, yenilikçi düşünme ve teknolojiye hâkim olma yeteneğini gerektirir. Yenilikçilik, sadece mevcut süreçleri iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda radikal değişiklikler ve yeni iş modelleri yaratma kapasitesini içermektedir (Şahin, 2024). Dijital liderler, teknolojik gelişmeleri yakından takip eder ve bu teknolojileri iş süreçlerine entegre ederek rekabet avantajı elde ederler. Örneğin, yapay zekâ, büyük veri analitiği ve bulut bilişim gibi teknolojiler, iş süreçlerinin verimliliğini artırmak ve müşteri deneyimini iyileştirmek için kullanılabilir.

**Esneklik ve Hızlı Adaptasyon:** Dijital dönüşüm, işletmelerin hızla değişen piyasa koşullarına ve müşteri beklentilerine uyum sağlamasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, dijital liderler esnek ve hızlı adaptasyon yeteneklerine sahip olmalıdır. Kriz anlarında ve belirsizlik dönemlerinde, esnek stratejiler geliştirip, hızlı kararlar alarak organizasyonlarını yönlendirebilirler. Ayrıca, dijital liderler, çalışanlarını da bu esnekliği benimsemeleri ve sürekli öğrenme kültürünü teşvik etmeleri konusunda motive edici bir rolde üstlenmek durumundadırlar.

**İleri Görüşlülük ve Stratejik Düşünme:** Dijital çağda liderlik, ileri görüşlü olmayı ve stratejik düşünme yeteneğini gerektirmektedir. Dijital liderler, gelecekteki trendleri ve fırsatları önceden öngörerek organizasyonlarını bu doğrultuda konumlandırırlar. Bu bağlamda, uzun vadeli vizyon ve stratejik hedefler belirlemek dijital çağ liderliği açısından büyük önem taşımaktadır. İleri görüşlü liderler, sadece mevcut durumla ilgilenmekle kalmaz, aynı zamanda gelecekteki riskleri ve fırsatları da değerlendirir, bu sayede örgütlerini belirsizlik baskısından kurtararak doğru stratejilerle yönetebilirler.

**İnsan Odaklı Yaklaşım ve Kültürel Dönüşüm:** Teknoloji odaklı bir dünyada bile, insan faktörü hala başarının temel anahtarıdır. Dijital liderler, insan odaklı bir yaklaşım benimseyerek çalışanlarının yeteneklerini ve potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı hedeflerler. Çalışanların motivasyonunu artırmak, yetenek gelişimini desteklemek ve kapsayıcı bir iş kültürü oluşturmak, dijital çağda liderliğin odak unsurlarıdır. Ayrıca, dijital liderler, organizasyonlarında kültürel bir dönüşüm gerçekleştirerek, değişime açık ve yenilikçi bir kültür oluştururlar.

**Veri Odaklı Karar Verme:** Dijital çağ liderlik anlayışında, daha önce de ifade edildiği üzere veri odaklı karar verme yeteneğini önemli bir yere sahiptir. Büyük veri analitiği ve yapay zekâ gibi teknolojiler, liderlerin daha bilinçli ve isabetli kararlar almasını sağlamakta, böylece iş süreçlerini ve örgütsel performansı sürekli olarak izleyip, analiz etmelerine dolayısıyla yönetim sürecini iyileştirmeye katkı sunmaktadır. Bu sayede, rekabet avantajı elde etmek ve sürdürülebilir başarıyı yakalamak mümkün olabilmektedir.

**İşbirliği ve Ağ Kurma:** Dijital dönüşüm, işbirliği ve ağ kurmanın önemini artırmıştır. Dijital liderler, sadece kendi organizasyonları içinde değil, aynı zamanda dış paydaşlarla da işbirliği yaparak yenilikçi çözümler geliştirirler. Bu işbirlikleri, tedarik zinciri yönetiminden müşteri ilişkilerine kadar geniş bir yelpazede değer yaratabilmektedir. Ayrıca, dijital liderler, global ağlarını kullanarak en iyi uygulamaları ve yenilikleri kendi organizasyonlarına entegre etmekte böylelikle örgütlerinin sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesine katkıda bulunabilmektedir.

### 3.1 Dijital Liderlik

Dijital liderlik, geleneksel liderlik modellerinden farklı olarak, dijital dönüşüm süreçlerini yönlendirebilecek, hızlı değişimlere adapte olabilecek ve yenilikçi düşünceyi teşvik edebilecek kısacası dijital çağın gerekliliklerine cevap verebilecek liderlik anlayışını ifade etmektedir. Dijital çağda liderler, dijital dönüşümü takip edebilmeli, veri analizine dayalı stratejik kararlar alabilmeli, teknolojik trendleri kavrayabilmeli, örgütlerini yaşanan değişimin gereklilikleri doğrultusunda dönüştürebilmeli ve esnek bir örgüt yapısı oluşturabilmeli



kısacası dijital dönüşüme liderlik edebilmelidirler (Philip et al., 2023). Alan yazında son zamanlarda sıklıkla üzerine çalışılan liderlik yaklaşımlarından bir olan dijital liderlik kavramı ile ilgili yapılan tanımlamalardan bazıları şu şekildedir; dijital lider, “örgütsel yapıya yön verebilen, dijital kanallar vasıtasıyla bilgiye ulaşabilen, dijital dönüşüme öncülük eden, ulaşılmak istenen örgütsel hedeflere zemin oluşturacak değişimleri öngörüp ilişki kurabilen liderdir” (Sheninger, 2014). Farklı bir tanımlamada dijital liderlik, “dijital çağda lidere atfedilen rolleri, dijital araçlardan istifade ederek yerine getirebilen, dijital teknolojilere hakimiyet, ile örgütün idaresini sağlayabilen liderlik tarzı” olarak ifade edilmektedir (Topçuoğlu vd., 2023). Pearl Zhu (2015), dijital liderliği, fikir liderliği, yaratıcı liderlik, vizyoner liderlik, meraklı liderlik ve bilge liderlik olmak üzere farklı beş liderlik anlayışının birleşimi olarak tanımlamaktadır.

Teknolojik gelişmeler doğrultusunda şekillenen çağımızın liderlik anlayışını yansıtan dijital liderlik, liderin dijital dünyada etkili faaliyet gösterebilme becerisini kapsamaktadır (Ly, 2023). Dijital lider, üyelerin çevrimiçi aktivitelerini koordine ederken, aynı zamanda örgütsel stratejileri, sorun çözüme yöntemlerini ve dijital arena da alınan kararları etkin bir biçimde yönetebilirler (Imran et al., 2020). Dijital lider yaklaşımını klasik lider yaklaşımlarından ayıran temel özellik beceri, uzmanlık, profesyonellik ya da teknolojik üstünlükleri değil, iş ve örgütü yönetmede teknolojinin ne standartta ve nasıl kullanılması gerektiğini biliyor olmalarıdır (Şahin ve Demiral, 2023). Burada altı çizilmesi gereken husus, dijital liderlikte önemli olanın, liderin dijital teknolojilere olan yetkinliğinin değil, bunları örgütsel çıkarlar doğrultusunda kullanabilme kapasitesi olduğudur (Philip et al., 2023). Bahse konu bu nitelik, işletmelerin dijital çağda başarı kaydedebilmeleri için lidere atfedilen kritik bir yetenektir (Topçuoğlu vd. 2023).

Dijital liderlik, çağın getirdiği teknoloji odaklı ilerlemelerin, örgütsel başarı ve performansa nasıl uyarlanabileceğini anlama, bunun için gerekli adımları atma ve üyeleri bu sürece ikna edebilme sanatıdır. Bu liderlik anlayışı, teknolojiyi stratejik bir araç olarak kullanma, örgütün rekabet edebilme kapasitesini inovatif çözümlerle üst noktalara taşıma, kendisinin yanı sıra üyelerin de dijital teknoloji ve platformlardan nitelikli bir şekilde istifade edebilmesini sağlama yeteneğine vurgu yapmaktadır (Hussain vd., 2023). Daha öncede ifade edildiği üzere hala şekillenmeye devam eden dijital dönüşüm sürecinin örgütler tarafından başarılı bir biçimde yürütülebilmesi için, multidisipliner bir anlayış ve entegrasyon gereklidir. Dijital liderler, bahse konu bu entegrasyonun gerçekleştirilebilmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadırlar. Özellikle, dijitalleşme ekseninde yaşanan hızlı değişime adapte olabilmek için, bu liderlik anlayışına geçiş, örgütler bakımından bir tercihin ötesine geçmekte ve zorunluluğa dönüşmektedir (Benitez vd., 2022).

Örgütsel dönüşüm ve gelişim sürecine odaklanması gereken dijital liderler, bu süreçte yaşanabilmesi muhtemel her türlü sorun, engel ve uyumsuzlukla baş edebilecek bilgi, donanım, kararlılık ve yetkinlikte olmalıdır. Söz konusu geçiş süreci için gerekli yeni yöntem, plan ve programlarla, mevcut sistemin oluşturulmak istenen sisteme adaptasyonu sağlanmalı, tüm bu süreç boyunca örgüt üyeleri hazır hale getirilmelidir. Sözü edilen bu gereklilikler dijital liderin, ikna kabiliyetine sahip, vizyoner, çözüm odaklı, paylaşımcı ve şeffaf, yeniliklere açık hızlı öğrenen ve adapte olan yapıda olmayı gerektirmektedir (Topçuoğlu vd., 2023). Dijital liderden beklenen bu roller, alan yazında “dönüşümcü liderlik” olarak ifade edilen liderlik yaklaşımı ile benzer bir takım rollere sahip olması nedeniyle sıklıkla karıştırılmaktadır. Dijital liderlik, dönüşümcü liderlik anlayışı ile dijital teknoloji yetkinliğinin birleşimi, dolayısıyla daha kapsamlı bir formu olarak ifade edilebilir (Oktaysoy vd., 2023).

Elbette günümüzde teknoloji her örgütte, her lider tarafından bir şekilde kullanılmakta, örgütsel anlamda mevcut teknolojilerden istifade edilmektedir. Dijital liderliği bu bakımdan ayırtmak için teknolojik yetkinlik bakımından bir sınır çizmek noktasında International Telecommunication Union (ITU) tarafından yapılan ayırım dikkate alınabilir. International Telecommunication Union [ITU], liderlerin, sahip oldukları dijital becerileri temel, orta ve ileri düzey beceriler adı altında üç kategoriye ayırmaktadır (ITU, 2018). Bu sınıflandırmaya göre temel dijital beceriler, liderin gündelik hayatta sıklıkla karşılaşılan bilgisayar, etkileşimsel cihazlar gibi bilgi-iletişim aygıtlarını ve basit dijital uygulamaları kullanabilmesini kapsamaktadır. Orta düzey dijital beceriler, liderin dijital cihazları etkin kullanabilme, içerik üretme ve uygulamaları amacı dâhilinde kullanabilmesini ifade etmektedir. Son olarak ileri düzey dijital beceriler ise, liderin belli uzmanlık gerektiren, sıradan kimselerin sahip olmadığı dijital yetkinliğe sahip olması, dijital alan araçlarını nitelikli kullanıp, örgütsel beklenti ve talepler doğrultusunda şekillendirebilmesi, üyelere dijital yetkinlikler kazandırabilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Topçuoğlu vd., 2022). Bu noktada dijital liderleri, dijital beceriler doğrultusunda ileri düzey beceri sahibi liderler olarak tanımlamak yerinde olacaktır.

### 3.2. Günümüz Dünyasından Dijital Lider Örnekleri

**Elon Musk - Tesla ve SpaceX CEO'su:** Elon Musk, Tesla ile otomotiv sektöründe ve SpaceX ile uzay endüstrisinde devrim yaratmıştır. Musk, Tesla ile **elektrikli-otonom araçların** yaygınlaşmasını sağlarken, SpaceX ile uzay taşımacılığında önemli yeniliklere imza atan, teknoloji, inovasyon ve dijital dönüşüm denilince akla gelen önemli bir lidere dönüşmüştür. Musk, vizyoner liderliği ve yenilikçi düşünce tarzı ile her iki sektörde de kaydettiği başarıyla küresel arenada tanınan, girişimciliğe farklı bir boyu kazandıran rol model olarak önemli bir konuma erişmiştir. Sahip olduğu niteliklerle Musk,

Tesla'nın elektrikli araç pazarında lider olmasını sağlamış, SpaceX ile yeniden kullanılabilir roket teknolojisini geliştirerek sürdürülebilir enerji çözümlerini ve Mars keşfi hedeflerini teşvik etmiştir.

**Nevzat Aydın - Yemeksepeti Kurucusu ve CEO'su:** Aydın, Yemeksepeti'ni kurarak Türkiye'de e-ticaret sektöründe devrim yaratmıştır. Şirket, online yemek siparişi alanında büyük bir başarı elde etmiş ve 2015 yılında Delivery Hero tarafından satın alınmıştır. Nevzat Aydın, Yemeksepeti ile **dijital girişimcilik** ekosisteminde önemli bir rol model olmuş, Türkiye'de dijital girişimcilik ekosisteminin gelişimine katkı sağlamıştır.

**Satya Nadella - Microsoft CEO'su:** Satya Nadella, 2014 yılında Microsoft'un CEO'su olmuş ve şirketin stratejik yönünü tamamen değiştirmiştir. Nadella, **bulut bilişim ve yapay zekâ** üzerine odaklanarak Microsoft'u yeniden tanımlamış ve Azure platformunu alanında küresel bir lider haline getirmiştir. Ayrıca, Microsoft'un açık kaynak projelere ve işbirliğine daha fazla önem vermesini sağlayan Nadella, bu sayede; Microsoft'un piyasa değerini üç katına çıkarmış, Azure'un bulut bilişim pazarında önemli bir oyuncu olmasını sağlamış ve şirket kültürünü daha açık, işbirlikçi ve yenilikçi hale getirmiştir.

**Murat Erkan - Turkcell CEO'su:** Erkan, Turkcell'in dijital dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamıştır. Şirketin dijital servislerini genişleterek Lifecell, BiP, TV+, fizy ve Dergilik gibi ürünlerle müşteri deneyimini zenginleştirmiş, ayrıca, **5G teknolojisi ve nesnelerin interneti** (IoT) gibi yenilikçi alanlarda da yatırımlar yaparak Turkcell'i teknoloji lideri konumuna taşımıştır. Murat Erkan bu sayede; Turkcell'in dijital servis portföyünü genişletmiş, şirketi 5G teknolojisine hazırlamış ve IoT çözümleri ve yenilikçi hizmetlerle pazar liderliğini pekiştirmiştir.

**Jeff Bezos - Amazon Kurucusu ve Eski CEO'su:** Jeff Bezos, Amazon'u kurarak **e-ticaret ve lojistik** sektöründe küresel çapta etkileri olan bir devrim yaratmıştır. Amazon, müşteri odaklı yaklaşımı ve lojistik mükemmeliyeti ile faaliyet gösterdiği sektörde öncü olmuş, rekabeti farklı bir boyuta taşımayı başarmıştır. Bezos, sadece e-ticaretle sınırlı kalmayıp, Amazon Web Services (AWS) ile bulut bilişim pazarına da girmiş ve bu alanda liderlik sağlamıştır. Bezos bu sayede; Amazon'u dünyanın en değerli şirketlerinden biri haline getirmiş, AWS ile bulut bilişim pazarında liderlik elde etmiş ve Prime hizmeti ile müşteri sadakatini artırarak, lojistik süreçlerini optimize etmiştir.

**Eren Bali - Udemy Kurucusu ve Carbon Health CEO'su:** Bali, geleneksel hizmetlerin **dijital dönüşümü** noktasında cesur adımlar atmış, Udemy'yi kurarak online eğitim sektöründe dünya çapında bir platform yaratmıştır. Bunun sonrasında Carbon Health adlı sağlık teknolojisi girişimini kurarak sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümüne önemli katkı sağlamıştır. Bali bu sayede;

Udemy ile küresel bir online eğitim platformu yaratmış, Carbon Health ile dijital sağlık hizmetleri alanında yenilikçi çözümler geliştirmiş ve Türkiye’den çıkan global bir teknoloji girişimcisi olarak ilham kaynağı olmuştur.

**Sheryl Sandberg - Facebook COO’su:** Sheryl Sandberg, Facebook’un operasyonel süreçlerini yöneterek sosyal medya platformunu küresel bir dev haline getirmiştir. Sandberg, **dijital reklamcılık** stratejilerini geliştirerek Facebook’un gelir modelini dönüştürmüş ve şirketin büyümesine oldukça önemli katkı sağlamıştır. Sandberg bu sayede; Facebook’un kullanıcı tabanını ve gelirlerini önemli ölçüde artırmış, “Lean In” adlı kitabıyla kadınların iş dünyasında güçlenmesi için ilham kaynağı olmuş ve dijital reklamcılıkta yenilikçi stratejiler geliştirmiştir.

**Ginni Rometty - IBM Eski CEO’su:** Ginni Rometty, IBM’in dönüşüm sürecinde liderlik yaparak şirketi **yapay zekâ ve bulut bilişim** alanlarında yeniden yapılandırmıştır. Rometty, IBM Watson platformunu geliştirerek yapay zekâ çözümlerinde öncü olmuş ve şirketin bulut bilişim kapasitesini genişletmiştir. Rometty; IBM’in yapay zekâ ve bulut bilişim alanlarında büyümesini sağlamış, Watson platformunu sağlık, finans ve diğer sektörlerde yaygınlaştırmış ve IBM’in inovasyon kültürünü güçlendirmiş bir lider olarak dijital liderler arasına adını altın harflerle yazdırmıştır.

**Reed Hastings - Netflix CEO’su:** Reed Hastings, Netflix’i bir DVD kiralama şirketinden dünyanın en büyük dijital içerik platformlarından biri haline getiren oldukça önemli dijital lider örneklerinden biridir. Hastings, **dijital akış teknolojisi**ni benimseyerek ve orijinal içerik üretimine yatırım yaparak Netflix’in küresel bir marka olmasını sağlamıştır. Hastings bu sayede; Netflix’in abone sayısını ve küresel erişimini büyük ölçüde artırmış, orijinal içerik stratejisi ile dijital yayıncılıkta bir devrim yaratmış ve kullanıcı deneyimini iyileştiren yenilikçi teknolojiler geliştirmiştir.

#### 4. DİJİTAL STRATEJİLER VE İŞ MODELLERİ

Dijital stratejiler, dijital teknolojilerin işletmelerin iş süreçlerine entegre edilmesi ve bu teknolojilerin işletmenin genel stratejik hedefleri doğrultusunda kullanılması sürecini ifade etmektedir (Zhang et al., 2015). İşletmelere rekabet avantajı sağlamak, müşteri memnuniyetini artırmak ve operasyonel verimliliği optimize etmek amacıyla geliştirilen dijital stratejilerin, başarılı bir şekilde uygulanması, işletmelerin dinamik piyasa koşullarına hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlamalarına olanak tanımaktadır (Blaschke et al., 2017). Dijital iş modelleri ise dijital teknolojilerin iş süreçlerine entegre edilmesiyle oluşturulan yeni ve yenilikçi iş yapma biçimleri olarak kavramsallaştırılabilir. Bu modeller, işletmelerin değer yaratma, değer sunma ve değer yakalama süreçlerini yeniden tanımlamaktadır (Teece, 2010). Dijital iş modelleri, geleneksel iş modellerine göre daha esnek, ölçeklenebilir ve müşteri odaklıdır. E-ticaret, paylaşım

ekonomisi, abonelik modelleri ve freemium uygulamaları gibi çeşitli dijital iş modelleri, dijital çağda başarılı işletmelerin temel yapı taşlarıdır. Dijital iş modellerinin dönüşüm süreci genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

- 1. Mevcut İş Modelinin Analizi:** Bu aşamada işletmenin hali hazırda kullandığı iş modeli ve sahip olduğu dijital yetkinlikleri işletmenin amaç ve hedefleri, Pazar koşulları ve duyumsanan rekabet şiddeti bağlamında değerlendirilir.
- 2. Dijital Strateji Geliştirme:** mevcut iş modelinin analizi neticesinde işletmenin bir dijital dönüşüm gerçekleştirme gerekliliğine yönelik kanaat oluşursa, gerçekleştirilmek istenen dönüşüm için stratejik hedefler ve izlenecek yol haritası belirlenir.
- 3. Uygulama ve Entegrasyon:** Bu aşamada dijital dönüşüm için geliştirilen stratejiler hayata geçirilir gerekli dijital teknolojilerin iş süreçlerine entegrasyonu sağlanır.
- 4. Performans Ölçümü ve Sürekli İyileştirme:** Son aşama olan ölçüm ve iyileştirme aşamasında işletmenin gerçekleştirdiği dönüşümün etkileri, umulan strateji-gerçekleşen strateji ekseninden ele alınarak ölçülüp, değerlendirilir, elde edilen sonuca göre stratejilerin güncellenir.

Dijital iş modelleri, dijital dönüşümün merkezinde yer almaktadır ve işletmelerin rekabet avantajı elde etmeleri için kritik öneme sahiptir. Dijital teknolojilerin etkin kullanımının, yenilikçi iş modelleri geliştirmenin ve müşteri odaklı stratejilerin ön planda olduğu dijital iş modelleri, farklı sektörlerde çeşitli şekillerde uygulanabilmektedir. Bahse konu bu uygulamalardan bazıları aşağıdaki gibidir:

- **E-ticaret:** İnternet üzerinden ticaretin yapılmasını sağlayan, ürün ve hizmetlerin satışı, ödemelerin alınması ve müşteri ilişkilerinin yönetimi gibi birçok ticari faaliyeti içeren dijital iş modelidir.
- **Abonelik Modelleri:** Dijital içerik ve hizmetler için abonelik bazlı iş modelleridir. Abonelik modelleri, dijital iş dünyasında sürdürülebilir bir büyüme ve rekabet avantajı sağlayan güçlü bir iş modeli olarak öne çıkmaktadır.
- **Platform Ekonomisi:** Bu iş modeli, dijital platformlar aracılığıyla farklı kullanıcı gruplarını bir araya getirerek, etkileşimlerini kolaylaştırma fikri üzerine temellenmektedir. Platform ekonomisi iş modeli, ekonomik değer yaratma, dağıtma ve yakalama süreçlerini optimize etmek için dijital teknolojileri kullanan yaygın bir iş modelidir.
- **Freemium Modeller:** Freemium iş modelleri, kullanıcıların değere konu hizmetlerin temel özelliklerini ücretsiz olarak kullanmasına izin verirken, premium özellikler için ücret talep eden iş modelleridir.

- **Veri Odaklı Modeller:** Veri odaklı modeller, veriyi temel değer olarak kullanarak ekonomiye dönüştüren, iş süreçlerini optimize eden, yeni ürün ve hizmetler geliştiren ve rekabet avantajı sağlayan iş modelleridir.
- **Paylaşım Ekonomisi Modelleri:** Paylaşım ekonomisi modeli, mal ve hizmetlerin paylaşılması veya ortak kullanımı üzerine kurulu ekonomik modelleri içeren kapsamlı bir iş modeli kavramıdır.

#### 4.1. Başarılı Dijital İş Modeli Örnekleri

Yukarıda değinilen dijital iş modelleri farklı birçok sektörde, farklı birçok faaliyet alanında hayat bulmaktadır. Günümüz dünyasında hemen hemen hayatın her alanında görülen bu iş modellerinden, başarılı olan bazı uygulama örnekleri aşağıdaki gibidir;

**Platform İş Modelini Benimseyen Örnekler:** *Airbnb:* Konaklama hizmetlerinde devrim yaratan Airbnb, kullanıcılara evlerini kiralama ve kiralama imkânı sunmaktadır. Bu platform, kullanıcı tabanlı içeriği ve değerlendirmeleri ile güven oluşturarak büyümüş, küresel anlamda faaliyet gösteren bir yapıya dönüşmüştür. *Uber:* Taşıma hizmetlerinde yenilikçi bir yaklaşım sunan Uber, araç sahiplerini ve yolcuları bir araya getirerek geleneksel taksi hizmetlerine önemli bir alternatif oluşturmuştur. Özellikle metropollerde yaşanan ulaşım sorununa makul bir alternatif sunan Uber, dinamik fiyatlandırma sistemi ile arz ve talebi dengelemiş, kullanıcı ve sürücü memnuniyetini artırmıştır. *Facebook:* Sosyal medya platformu Facebook, kullanıcılar arasında ağ etkilerini maksimize ederek geniş kitlelere ulaşmış ve reklam modelleriyle büyük gelirler elde etmiştir. Geniş kullanıcı tabanı, hedefli reklamcılık, veri analitiği gibi faktörler üzerine temellenen platform, küresel anlamda önemli bir marka değerine dönüşmüştür.

**Abonelik İş Modelini Benimseyen Örnekler:** *Netflix:* Abonelik modeli ile kullanıcılarına sınırsız dizi ve film içeriği sunan Netflix, kullanıcı dostu arayüzü ve geniş içerik kütüphanesiyle dijital medya tüketiminde öne çıkmıştır. Kullanıcıların aylık bir abonelik ücreti karşılığında sınırsız film, dizi ve belgesel izleyebilmesi ilkesine dayanan Netflix iş modeli, gelişmiş algoritmalar ve büyük veri analizleri kullanarak kullanıcı deneyimini kişiselleştirmekte ve iyileştirmektedir. Kullanıcıların izleme alışkanlıklarına dayalı olarak öneriler sunan algoritmalar, kullanıcıların platformda daha fazla zaman geçirmesini sağlamaktadır. Dünya çapında 190'dan fazla ülkede hizmet veren Netflix, farklı bölgeler için yerelleştirilmiş içerikler sunarak küresel bir izleyici kitlesine ulaşmayı başarmıştır. **Blue Apron:** Blue Apron, kullanıcılarına yemek tarifleri ve gerekli malzemeleri içeren kutular gönderen abonelik sistemini kullanan bir yemek kiti hizmetidir. 2012 yılında kurulan Blue Apron, evde yemek yapmayı kolaylaştırmak ve daha sağlıklı, lezzetli

yemekler hazırlamayı teşvik etmek amacıyla yola çıkmıştır. Şirket, müşterilere her hafta yeni tarifler ve taze malzemeler sunarak yemek yapma deneyimini keyifli ve pratik hale getirir. Abonelik paketleri, farklı sayıda öğün ve porsiyon seçenekleri ile sunulmaktadır. Kullanıcılar, kendi ihtiyaçlarına ve tercihlerine göre uygun bir plan seçebilirler. Uygulama, müşteri sadakatini artırmak ve yeni kullanıcılar kazanmak için sosyal medya kampanyaları, e-posta pazarlaması ve müşteri referans programları sosyal medya ve influencer işbirlikleri gibi stratejileri bulunmaktadır. **Coursera:** Kullanıcılarına dünyanın dört bir yanındaki üniversitelerden ve eğitim kurumlarından çeşitli çevrimiçi kurslar, sertifikalar ve derece programları sunan bir eğitim platformudur. 2012 yılında Stanford Üniversitesi bünyesinde kurulan Coursera, milyonlarca öğrenciye geniş bir yelpazede eğitim fırsatları sunmaktadır. Kullanıcıların belirli bir ücret karşılığında bireysel kurslara, uzmanlık alanlarına ve çevrimiçi derece programlarına erişim sağlaması fikrine dayanana Coursera, bunun yanında kurumsal abonelik hizmetleri de sunmakta, böylece şirketler çalışanlarına sürekli eğitim imkânı sağlayabilmektedirler.

**E-ticaret İş Modelini Benimseyen Örnekler: Alibaba:** Çin merkezli bir e-ticaret ve teknoloji şirkettir. 1999 yılında Jack Ma tarafından kurulan Alibaba, başlangıçta B2B (Business to Business) e-ticaret platformu olarak faaliyetlerine başlamış, bugün ise dünya çapında çeşitli internet tabanlı hizmetler sunarak küresel bir teknoloji devine dönüşmüştür. Amazon, JD.com ve Tencent gibi şirketlerle yoğun rekabet halinde olan Alibaba, teknoloji ve inovasyon yatırımlarıyla pazardaki yerini korumakta ve arttırmaktadır. Alibaba Cloud, Alipay, Cainiao Network, Alibaba Pictures, Youku Tudou, Alibaba Health, Hema (Freshippo) gibi yatırımlarıyla geniş bir hizmet yelpazesi sunarak kendine özgü bir ekosistem yaratmıştır. **Trendyol:** Türkiye merkezli bir e-ticaret platformudur. 2010 yılında Demet Mutlu tarafından kurulan Trendyol, kısa sürede Türkiye'nin en büyük ve en popüler e-ticaret sitelerinden biri haline gelmiştir. Platform, giyim, elektronik, ev ve yaşam ürünleri, kozmetik ve daha birçok kategoride geniş bir ürün yelpazesi sunmaktadır. B2C (Business to Consumer) anlayışına sahip olan Trendyol, işletmelerin doğrudan tüketicilere ürün satışı yapmasını sağlamaktadır. Trendyol Express, Trendyol Hızlı Market, Trendyol Go, Dolap gibi yatırımlarıyla kendi ekosistemini yaratan Trendyol, Yapay Zekâ ve Veri Analitiği, Mobil Uygulama, güvenli ödeme sistemleri ve hızlı lojistik çözümleri ile kullanıcıların memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir. **Letgo:** İkinci el eşya alışverişine yönelik bir mobil uygulama ve web platformudur. 2015 yılında Alec Oxenford, Enrique Linares ve Jordi Castello tarafından kurulan Letgo, kullanıcıların ikinci el eşyalarını hızlı bir şekilde listeleyip satışa sunmasına olanak tanımaktadır. Temel olarak C2C (Consumer to Consumer) modeline dayanan Letgo, yapay zekâ ve

görüntü tanıma teknolojisi kullanarak ürünleri otomatik olarak kategorize eder ve kullanıcı deneyimini iyileştirir. Reklam gelirleri ve Premium hizmetlerle gelir elde eden platform, Craigslist, OfferUp ve Facebook Marketplace gibi platformlarla rekabet eden ve Pazar lideri olan bir konumdadır.

Yukarıda sıralanan örneklerin yanı sıra başarılı işletmelerin, başarılı liderlerin eseri olduğu varsayımından hareketle bazı başarılı liderlerin, başarıları altında yatan nedenleri dışı vurdukları söylemlerinden kesitler sunmak yerinde olacaktır.

**Tablo 2:** Dijital Çağ Liderlerinden Liderlik Sırları

Şirket	Lider	Liderlik Sırrı
Google	Joris Merks-Benjaminsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dijital çağda Teknik bilginin ötesine geçin ve dijital şampiyon olun.</li> <li>İşbirlikçi bir anlayışla kendi departmanınızın ötesini düşünün.</li> <li>Önce müşteri deyin ve olayları müşteri bakış açısından değerlendirin</li> <li>Yenilikçi olun, Önceden yapmadığınız şeylerin ötesine geçmeye çalışın</li> <li>Bir şeyin kesin işe yarayacağına dair ölçüm-kanıt geliştirin</li> </ul>
Toyota	Zack Hicks	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sizi asla yarı yolda bırakmayacak çalışma arkadaşları edinin.</li> <li>Yangınla mücadele için iyi ekipler kurun çünkü kendi başınıza başaramazsınız.</li> <li>İnovasyonu serbest bırakın, yanlış yapmaktan korkmayın, onları düzeltin.</li> <li>Parçanın doğru olması kadar, doğru zamanda kullanılması da önemlidir.</li> <li>Pazara giriş için gerekli bedel her neyse onu ödeyin.</li> <li>İşinizi yaşanmamış görecektir kadar iyi bilin.</li> <li>Kendi yolunuzu kendiniz çizin ve asla sizden önceki lider gibi davranmayın.</li> </ul>
Apple	Tim Cook	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öngörün, hesaplayın ve risk alın.</li> <li>Konuştüğünüz kişilere odaklanın ve onları dikkatle dinleyin.</li> <li>Yaptığınız şeye inanın ve bu inancı yansıtan eylemlerde bulunun.</li> <li>Kendiniz olun, kendi kurallarınızı yazın, kendiniz gibi davranın</li> <li>İşleri daha iyi yapın ve bunu daha hızlı yapın.</li> <li>İnovasyon önemli, bunun için yapılması gerekeni yapın.</li> <li>Mütevazı olun, şeffaf olun ve hatalıysanız itiraf edin.</li> </ul>
İKEA	Barbara Martin Coppola	<ul style="list-style-type: none"> <li>Örgütte takım çalışması, hesap verebilirlik, özgürlük ve tam sorumluluk önemli.</li> <li>Örgüt vizyonunu açık ve şeffaf biçimde tanımlayın.</li> <li>Müşteri temas noktalarını hayal edin, eksikliği görün ve mükemmelleştirin.</li> <li>Eğitim yoluyla iç yetenekleri geliştirin, diğerlerini dışardan temin edin.</li> <li>Dijital şirket kültürü oluşturun, iş ve teknoloji bilgisini harmanlayın.</li> <li>Test et-oluştur-öğren-geri bildirim edin-verileri analiz et-daha iyisini yap!</li> <li>Her şey değişir bu yüzden mümkün olduğunca dinamik ve esnek yapı kurun.</li> </ul>
Starbucks	Adam Brotman, Curt Garner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Müşteriyle dijital temas noktaları neler olmalı sorusunu yanıtlayın,</li> <li>Müşteri ihtiyaçlarının ve bunları nasıl sağlayabileceğinizi öğrenin.</li> <li>Strateji var olabilmeyi ön koşullarındandır. İş stratejinizi geliştirin.</li> <li>Ödeme ve sipariş verme yöntemlerini geliştir. Bu müşteri için önemlidir.</li> <li>Yenilik önemlidir. Sektörde en yenilikçi olmanın yollarını bulmalısın.</li> <li>Teknoloji ile sürünmeyi azaltın. Aşman siz olursunuz.</li> <li>Gelecekteki eğilimleri tartışın, bunun için beyin fırtınasını kullanın.</li> <li>Yol haritanı sürekli değerlendir, yanlış erken fark edilmediğinde geç olur!</li> <li>Başlangıçtan-teslimata kadar ekip odaklılık-çok işbirlikçilik</li> </ul>



Tablo 2’de görüldüğü üzere dijital çağda liderlik, hızla değişen teknolojik ortamda organizasyonları başarıyla yönetme becerisini gerektirmekte, geleneksel liderlikten farklı olarak, dijital çağ liderliği, teknolojik değişimlere adapte olma, dijital araçları etkin kullanma ve dijital dönüşümü yönlendirme yeteneklerini içermektedir. Örnek olarak verilen liderlerin liderlik sıraları ile ilgili söylemleri de bu yaklaşımı desteklemekte ve öze indirgemektedir.

## SONUÇ

Bu bölümde, dijital dönüşümün iş stratejilerine entegre edilmesinin kritik önemi ortaya konulmuş, aynı zamanda bu dönüşüm sürecinde liderlerin üstlendiği hayati rol derinlemesine incelenmiştir. Dijitalleşmenin sunduğu hız, esneklik ve verimlilik avantajları, işletmelerin yalnızca rekabet güçlerini artırmakla kalmamakta; aynı zamanda müşteri beklentilerine daha hızlı yanıt vermelerini sağlamaktadır. Bu doğrultuda, dijital dönüşümde başarılı olabilmek için veri odaklı karar alma süreçleri ve müşteri merkezli yaklaşımlar, günümüzün vazgeçilmez strateji unsurları olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu stratejilerin etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi, çağın gerekliliklerine cevap verebilen, yenilikçi anlayışa sahip, vizyoner bir liderlik anlayışını gerektirmektedir.

Dijital çağ, liderlerin geleneksel yönetim yaklaşımlarının ötesine geçmesini zorunlu kılmaktadır. Bugünün dijital liderleri, yenilikçiliği teşvik eden, değişime hızla uyum sağlayan ve ekiplerini sürekli öğrenmeye motive eden niteliklere sahip olmalıdır. Bu liderlik tarzı, yalnızca operasyonel başarı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda işletmelere stratejik bir esneklik kazandırmaktadır. Literatürde dijital liderlik olarak tanımlanan bu yaklaşım, teknolojiyi bir araç olarak kullanmanın ötesine geçerek, onu sürdürülebilir bir rekabet avantajına dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Dijital liderler; veri analitiği, yapay zekâ, IoT ve bulut bilişim gibi teknolojileri stratejik hedeflerle uyumlu bir şekilde kullanarak yenilikçi iş modelleri yaratan, operasyonel verimliliği artıran ve müşteri deneyimini iyileştirmek için gerekli adımları atabilen kimselerdir.

Dijital dönüşüm, durmaksızın yenilenen bir süreç olarak işletmelerin gelecekteki varlığını şekillendirecektir. Bu değişim dinamiği içinde, dijital liderlerin gelecekte sürdürülebilirlik, çeşitlilik ve kapsayıcılık gibi değerlere daha çok odaklanarak sorumluluk bilinci yüksek bir liderlik sergilemeleri beklenmektedir. Böylesi bir yaklaşım, dijital çağın sunduğu fırsatları en iyi şekilde değerlendirmelerine olanak tanıyarak, geleceği dönüştüren yeni fikirlerin önünü açacaktır. Dijital dönüşümde başarılı olmak için, liderlerin sadece teknolojiyi benimsemeleri değil; aynı zamanda insan odaklı, yenilikçi-etik değerleri gözetilen bir stratejik zekâ ile hareket etmeleri ve gerekli noktalarda cesur adımlar atabilmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Benitez, J., Arenas, A., Castillo, A., & Esteves, J. (2022). Impact Of Digital Leadership Capability on Innovation Performance: The Role of Platform Digitization Capability. *Information and Management*, 59(2), 1–17.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471-482.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. V. (2013). Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 471-482.
- Blaschke, M., Cigaina, M., Riss, U. V., & Shoshan, I. (2017). Designing business models for the digital economy. *Shaping the Digital Enterprise: Trends and Use Cases in Digital Innovation and Transformation*, 121-136.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company.
- Bulanıklı, M., Ayaşan, T., Karadaş, K., Çelik, Ş., Erdoğan, S. U., & Kobanoğlu, M. S. (2022). Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Öğrencilerinin Uzaktan Eğitime Bakış Açıklarına İlişkin Bir Anket Çalışması. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 1265-1276.
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116.
- Deloitte. (2015). *Survival Through Digital Leadership*. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology/Survival%20through%20Digital%20Leadership\\_safe.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology/Survival%20through%20Digital%20Leadership_safe.pdf).
- Erdoğan, S. U., & Çiğdemli, A. Ö. Ö. (2022). Turizm bağlamında işgören devri (turnover) çalışmalarının bibliyometrik analizi: web of science örneği. *Journal of Hospitality and Tourism Issues*, 4(2), 84-107.
- Gebayew, C., Hardini, I. R., Panjaitan, G. H. A., & Kurniawan, N. B. (2018, October). A systematic literature review on digital transformation. In *2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)* (pp. 260-265). IEEE.
- Hussain, H. N., Alabdullah, T. T. Y., Ries, E., & Jamal, K. A. M. (2023). Implementing Technology for Competitive Advantage in Digital Marketing. *International Journal of Scientific and Management Research*, 6(6), 95-114.
- Imran, F., Shahzad, K., Butt, A., & Kantola, J. (2020). Leadership competencies for digital transformation: evidence from multiple cases. In *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conferences on Human Factors, Business Management and Society, and Human Factors in Management and Leadership, July 16-20, 2020, USA* (pp. 81-87). Springer International Publishing.
- International Telecommunication Union (2018). <https://www.itu.int/web/pp-18/en/backgrounder/digital-inclusion-of-all> (Erişim Tarihi: 17.03.2024).
- Jin Zhang, J., Lichtenstein, Y., & Gander, J. (2015). Designing scalable digital business models. In *Business models and modelling* (pp. 241-277). Emerald Group Publishing Limited.
- Kurpayanidi, K. (2023). Modern digitalization: priorities and prospects in the context of economic transformation. *Actual Problems of Humanities and Social Sciences*, 3(2), 22-28.
- Li, F. (2020). The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. *Technovation*, 92, 102012.
- Ly, B. (2023). The Interplay of Digital Transformational Leadership, Organizational Agility, and Digital Transformation. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01377-8>
- Mihova, T., & Chukalov, K. (2019, October). Digital business models in industrial enterprises. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 618, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.
- Oktaysoy, O., Topcuoglu, E., & Kaygin, E. (2023). A study on digital leadership scale adaptation. *International Journal of Organizational Leadership*.

- Olifirov, A. V., Makoveichuk, K. A., & Petrenko, S. A. (2019). Transformation of business models in the digital economy. *International Journal of Open Information Technologies*, 7(4), 85-91.
- Osman, A. M. S., Elragal, A. A., & Ståhlbröst, A. (2022). Data-driven decisions in smart cities: A digital transformation case study. *Applied Sciences*, 12(3), 1732.
- Özdemirkol, M. (2020). Çevre bilinci eğitiminde Muş Alparslan Üniversitesi'nin ders müfredatı üzerine bir inceleme. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(UMS'20), 181-191.
- Philip, J., Gilli, K., & Knappstein, M. (2023). Identifying key leadership competencies for digital transformation: evidence from a cross-sectoral Delphi study of global managers. *Leadership & organization development journal*, 44(3), 392-406.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96-114.
- Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, E. (2018). Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of manufacturing technology management*, 30(8), 1143-1160.
- Ritter, M., & Schanz, H. (2019). The sharing economy: A comprehensive business model framework. *Journal of cleaner production*, 213, 320-331.
- Seufert, E. B. (2013). *Freemium economics: Leveraging analytics and user segmentation to drive revenue*. Elsevier.
- Shehadeh, M., Almohtaseb, A., Aldehayyat, J., & Abu-ALSondos, I. A. (2023). Digital transformation and competitive advantage in the service sector: a moderated-mediation model. *Sustainability*, 15(3), 2077.
- Sheninger, E. (2014). Pillars of digital leadership. *International Center for Leadership in Education*, 1(4).
- Shpylyk, S., Pinyak, I., & Shveda, N. (2021). Digital marketing as an innovative control element: development by evolution.
- Şahin, Y. (2024). Dijital Liderlik ve İnovasyon Kabiliyeti Arasındaki İlişki Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(108), 1179-1188.
- Şahin, Y., & Demiral, B. (2023). Sürdürülebilirlik, inovasyon ve liderlik kavramlarına bibliyometrik bakış. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(2), 146-160.
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long range planning*, 43(2-3), 172-194.
- Topcuoğlu, E., Oktaysoy, O., Erdogan, S. U., Kaygin, E., & Karafakioglu, E. (2023). The mediating role of job security in the impact of digital leadership on job satisfaction and life satisfaction. *Marketing and Management of Innovations*.
- Topçuoğlu, E., Kavak, O., & Yenikaya, M. A. (2022). İnovatif bir strateji olarak dijital liderliğin teknoloji kabul modeli ile analizi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(42), 569-585.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2019). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
- Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Managing digital transformation*, 13-66.
- Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long range planning*, 52(3), 326-349.
- Westerman, G., & Bonnet, D. (2015). Revamping your business through digital transformation. *MIT Sloan management review*, 56(3), 10.
- Zhu, P. (2015). *Digital master: Debunk the myths of enterprise digital maturity*. Lulu Press, Inc. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2789384>
- Zolnowski, A., Anke, J., & Gudat, J. (2017). Towards a cost-benefit-analysis of data-driven business models.

# BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ

Muhammed Akif Yenikaya<sup>1</sup>, Rafet Doğrukartal<sup>2</sup>

## ÖZET

Bu çalışma, bilgisayar teknolojisinin tarihi gelişimini, toplumsal ve endüstriyel etkilerini ele alarak, modern dünyada sağladığı dönüşümleri kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Bilgisayar teknolojisinin kökenleri, ilk elektronik bilgisayar ENIAC'tan günümüzdeki yapay zekâ ve bulut bilişim sistemlerine kadar geniş bir zaman diliminde değerlendirilmektedir. Bilgisayarlar, hızla gelişen mikroelektronik bileşenlerin ve yazılım inovasyonlarının desteğiyle hesaplama gücü, veri işleme kapasitesi ve erişilebilirlik açısından büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Bu teknolojinin yaygınlaşması, iş dünyası, eğitim, sağlık, iletişim ve sosyal yaşam gibi pek çok alanda köklü değişikliklere yol açmıştır. Bilgisayar teknolojisinin ekonomik etkileri, üretim süreçlerinin otomasyonu ve veri analizine dayalı karar alma süreçlerini destekleyerek iş verimliliğini artırmıştır. Ancak, otomasyon aynı zamanda bazı işlerin ortadan kalkmasına neden olmuş, diğer yandan veri analitiği, yazılım geliştirme ve siber güvenlik gibi yeni istihdam alanları yaratmıştır. Sosyal etkiler bağlamında, internetin yaygınlaşması bilgiye erişimi kolaylaştırmış, küresel iletişimi ve kültürel etkileşimi artırmıştır. Bununla birlikte, sosyal medya ve dijital bağımlılık gibi yeni zorluklar da ortaya çıkmıştır.

Bilgisayar teknolojisinin gelecekteki etkilerinin, yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti ve kuantum teknolojisi gibi yeniliklerle daha da derinleşeceği öngörülmektedir. Çalışma, bilgisayar teknolojisinin sunduğu fırsatlar kadar, veri güvenliği ve etik sorumluluklar gibi kritik konulara da dikkat çekmekte ve bu alanlarda bilinçli politikalar geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar Teknolojisi, Teknolojik Dönüşüm, Bilişim, Otomasyon, Dijitalleşme.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, akif.yenikaya@kafkas.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3624-722X

<sup>2</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Kafkas Üniversitesi, rafet.dogrukartal@kafkas.edu.tr, ORCID: 0009-0009-7523-5457

## 1. GİRİŞ

Bilgisayar teknolojisi, modern dünyanın en dönüştürücü alanlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Hesaplama ve veri işleme kapasiteleriyle insanların düşünme ve analiz yeteneklerini geliştiren bilgisayarlar, hayatımızı derinden etkilemiş ve iş süreçlerimizi dönüştürmüştür. Kökenleri binlerce yıl öncesine dayanan bilgisayar teknolojisi, günümüzde hemen hemen her sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. İkinci Dünya Savaşı döneminde, askeri hesaplamaların ve kod çözme işlemlerinin hızla yapılması gerektiği için elektronik bilgisayarlar geliştirilmeye başlanmıştır. ENIAC, ilk elektronik bilgisayar olarak tarihe geçmiştir ve mikroelektronik teknolojilerin gelişimiyle birlikte bilgisayarlar daha da gelişmiş ve erişilebilir hale gelmiştir.

Bugün bilgisayar teknolojisi, iş dünyasından eğitime, sağlık, sanayi sektöründen iletişime kadar hemen her alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. İş dünyasında, bilgisayarlar veri analizi, yönetim ve iletişim gibi birçok alanda vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir. Bilgisayar teknolojisi, modern dünyanın en önemli ve dönüştürücü alanlarından biridir. İnsan hayatını derinden etkileyen, iş süreçlerini dönüştüren ve iletişimde devrim yaratan bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilgisayarlar, hesaplama ve veri işleme kapasiteleriyle insanların düşünme ve analiz yeteneklerini geliştirmiş ve hayatımızı kolaylaştırmıştır. Bilgisayar teknolojisi aynı zamanda yazılım gelişimiyle de büyük ilerlemeler kaydetmiştir. İşletim sistemleri, veritabanı yönetim sistemleri, uygulama yazılımları ve oyunlar gibi birçok farklı yazılım, kullanıcıların bilgisayarları daha verimli ve işlevsel bir şekilde kullanmalarını sağlamaktadır. Ayrıca, internetin yaygınlaşmasıyla birlikte, web tarayıcıları ve çevrimiçi uygulamalar gibi internet tabanlı yazılımlar da büyük bir önem kazanmıştır. Bilgisayar teknolojisi, yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi alanlarda da büyük bir ilerleme kaydetmiş, bilgisayarların insan benzeri zekâ görevlerini gerçekleştirebilmesi mümkün hale gelmiştir.

Son yüzyılda bilgisayar teknolojisi, hızlı bir şekilde gelişerek pek çok alanda köklü değişimlere yol açmıştır. Bu teknolojinin yaygınlaşması, iletişimden eğitime, iş dünyasından kültürel değişimlere kadar birçok alanda önemli sosyal etkiler yaratmıştır. İnsanların günlük yaşamlarının ayrılmaz bir parçası haline gelen bilgisayarlar, dünyanın küresel bir köye dönüşmesine ve insanların birbirleriyle kolayca bağlantı kurmasına olanak sağlamıştır. İş dünyasında ise bilgisayar teknolojisi, otomasyon, veri analizi ve iletişim kolaylığı gibi faktörlerle büyük bir verimlilik artışı sağlamıştır. İşletmeler, bilgisayar kontrollü makineler ve robotlar aracılığıyla üretim süreçlerini otomatikleştirebilir ve veri analiziyle iş süreçlerini optimize edebilir. Bu da işletmelerin rekabet gücünü artırarak iş yapma biçimlerini değiştirmiştir. Bilgisayar teknolojisinin işgücü ve istihdam üzerindeki etkileri ise karmaşık bir konudur. Otomasyonun artması, bazı

işlerin ortadan kalkmasına veya azalmasına neden olmuştur. Otomatik üretim hatları ve yapay zekâ destekli sistemler, bazı rutin görevleri insan çalışanların yerine getirmekte ve verimliliği artırmaktadır. Bu da bazı sektörlerde iş gücü talebini azaltabilir. Ancak diğer yandan, yeni iş fırsatları ve istihdam alanları da yaratmıştır. Bilgisayar teknolojisiyle birlikte yazılım geliştirme, veri analizi, siber güvenlik gibi alanlarda uzmanlaşan kişilere olan talep artmıştır. Bunun yanı sıra, bilgisayar teknolojisinin yaygınlaşması, e-ticaret, dijital pazarlama ve mobil uygulama geliştirme gibi sektörlerde yeni iş olanakları doğurmuştur.

Bilgisayar teknolojisinin sosyal etkileri ise hayatımızın her alanında hissedilmektedir. İnternet aracılığıyla sağlanan iletişim, sosyal medya platformları ve dijitalleşme, insanların ilişkilerini ve etkileşimlerini değiştirmiştir. Artık insanlar farklı coğrafi bölgelerden, kültürel farklılıklardan bağımsız olarak birbirleriyle iletişim kurabilmekte ve bilgi alışverişi yapabilmektedir.

## 2. BİLGİSAYARLARIN TARİHİ VE EVRİMİ

Bilgisayarların tarihi ve gelişimi, insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından biridir. Bilgisayarlar, insanların düşünme ve hesaplama yeteneklerini mükemmelleştirmiş, iş yapma sürecini hızlandırmış ve bilginin daha hızlı ve kolay bir şekilde paylaşılmasına olanak tanımıştır.

Bilgisayarlarla ilgili hikâyemiz, binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. M.Ö. 3000’li yıllarda, Mezopotamya’da abaküs adı verilen bir hesaplama aracı kullanılmaktaydı. Bu mekanik araç, sayıları hesaplama ve temel matematiksel işlemleri gerçekleştirme becerisiyle modern bilgisayara dair izlere sahipti (George, 2004). 19.yüzyılda ise mekanik hesaplama cihazları geliştirilerek hesaplamaların otomatik olarak yapılması hedeflenmiştir. 1822 yılında Charles Babbage, farklı parçalardan oluşan Analitik Motor adlı bir mekanik bilgisayar tasarlamıştır. Bu tasarım, programlanabilir ve hesaplamaları otomatik olarak gerçekleştirebilen bir cihazdı. Maalesef, Babbage’in tasarımı tamamlanmadı ve bu nedenle Analitik Motor hiçbir zaman hayata geçirilemedi (Campbell-Kelly, 2003). İkinci Dünya Savaşı sırasında, askeri hesaplamalar ve kod çözme gibi karmaşık işlemler için ihtiyaç duyulan hızlı ve güvenilir hesaplama makineleri geliştirilmeye başlandı. 1943 yılında, Pennsylvania Üniversitesi’nde çalışan John Mauchly ve J. Presper Eckert, ENIAC (Elektronik Sayısal Tümlüşik Hesaplama Makinesi) adlı ilk elektronik bilgisayarı geliştirdi. ENIAC, büyük bir odayı kaplayacak kadar büyük olan elektronik tüplerden oluşan bir yapıya sahipti ve sayıları hızlı bir şekilde hesaplayabiliyordu (Ceruzzi, 2003). 1950’lerde, elektronik bileşenlerin devrim niteliğindeki bir keşfi gerçekleşti: transistör. 1947’de Bell Laboratories’teki bilim adamları John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley, transistörü icat etti. Transistörler, elektronik sinyalleri kontrol etmek için kullanılan küçük cihazlardır ve 1960’ların

sonunda ve 1970'lerin başında kişisel bilgisayarların doğuşunu mümkün kıldı. 1960'ların sonunda, IBM gibi büyük şirketler, ticari amaçlı bilgisayarlar üretmeye başladı. Bu bilgisayarlar genellikle büyük, yerleşik sistemlerdi ve yalnızca büyük işletmeler veya araştırma kurumları tarafından kullanılıyordu. Ancak, 1970'lerin ortalarında mikroprosesörün icadı, bilgisayar teknolojisinde büyük bir devrim yarattı. Intel şirketi, 1971 yılında ilk ticari mikroprosesör olan Intel 4004'ü tanıttı. Mikroprosesörler, bilgisayarın ana işlem birimlerini küçük bir çipe entegre ederek tek bir çip üzerinde tüm hesaplama ve kontrol işlemlerini gerçekleştirebilen küçük, güçlü ve ucuz cihazlardır. Bu noktadan itibaren, bilgisayarlar giderek daha küçük, daha güçlü ve daha erişilebilir hale geldi. 1980'lerde ve 1990'larda kişisel bilgisayarlar yaygınlaştı ve evlerde, iş yerlerinde ve okullarda kullanılmaya başlandı.

Bilgisayarların tarihi, günümüzde de hızla ilerlemeye devam etmektedir. İnternetin ortaya çıkması, mobil teknolojinin gelişimi ve yapay zekâ alanındaki ilerlemeler, bilgisayarların hayatımızdaki rolünü daha da büyötmüştür.

### 3. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

Bilgisayar teknolojisi, günümüzde hemen hemen her alanda yaygın olarak kullanılan ve hayatımızı derinden etkileyen bir araç haline gelmiştir. Evlerimizden işyerlerimize, eğitimden sağlık hizmetlerine kadar birçok alanda bilgisayarlar ve ilgili teknolojiler kullanılmaktadır. Bilgi işleme, veri depolama ve iletişim için kullanılan elektronik cihazları ifade eden bilgisayar teknolojisi, temel bileşenleri olan işlemciler (CPU), bellek (RAM), depolama birimleri (sabit disk, SSD) ve giriş/çıkış (input/output - I/O) cihazlarından oluşmaktadır. İşlemciler, bilgisayarın merkezi işlem birimidir ve verileri işler, programları çalıştırır ve sonuçları üretir (Brown, 2020). Bellek, geçici veri depolama alanıdır ve işlemciye hızlı erişim sağlar. Depolama birimleri ise uzun süreli veri saklama sağlar. Giriş/çıkış cihazları, klavye, fare, monitör, yazıcı gibi araçları içerir ve kullanıcının bilgisayarla etkileşimini sağlar (Clark, 2017).

Bilgisayarlar, birçok farklı uygulama alanında kullanılmaktadır. İşletim sistemleri, ofis yazılımları, grafik ve tasarım programları, oyunlar, internet tarayıcıları gibi yazılımlar günlük hayatımızın bir parçası haline gelmiştir (Lee, 2021). Bunun yanı sıra, bilgisayar teknolojisi endüstriyel otomasyon, robotik, bilimsel araştırmalar, tıp alanı, haberleşme ve daha pek çok sektörde de kullanılmaktadır (Miller, 2019). Bilgisayar teknolojisi sürekli olarak gelişmekte ve yeniliklerle doludur. Yapay zekâ (YZ), bilgisayarların insan benzeri zekâyâ sahip olmasını sağlayan bir alan olarak ön plana çıkmaktadır (Kumar, 2022). Makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi teknikler, bilgisayarların karmaşık problemleri çözebilmesini, örüntüleri tanıyabilmesini ve kararlar verebilmesini sağlamaktadır (Ng, 2017). YZ, otomasyon, tahminleme, görüntü ve ses tanıma

gibi birçok alanda büyük ilerlemeler sağlamıştır (Russell, 2020). Bunun yanı sıra, nesnelerin interneti (IoT) de bilgisayar teknolojisi ile önemli bir şekilde etkileşim halindedir (Li, 2018). IoT, internete bağlı olan fiziksel cihazların birbirleriyle iletişim kurmasını ve veri paylaşmasını sağlar. Bu sayede, evler, arabalar, endüstriyel cihazlar gibi nesneler birbirleriyle ve insanlarla etkileşim halinde olabilir (Atzori, 2017). IoT, bilgisayar teknolojisinin daha da yaygınlaşmasına ve hayatımızı daha akıllı ve bağlantılı hale getirmesine olanak sağlamaktadır.

Bilgisayar teknolojisi günümüzde hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Evlerimizden işyerlerimize, iletişimden eğitime, endüstriden sağlık hizmetlerine kadar pek çok alanda kullanılan bilgisayarlar, günlük yaşamımızı kolaylaştıran ve dönüştüren güçlü araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürekli gelişen ve yeniliklerle dolu olan bilgisayar teknolojisi, gelecekte de hayatımızı etkilemeye ve değiştirmeye devam edecektir.

#### **4. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN GELİŞMESİNİN GEREKÇELERİ**

Bilgisayar teknolojisi son yüzyılda önemli ölçüde gelişmiştir ve hala gelişmeye devam etmektedir. Bu gelişmenin birçok nedeni vardır ve bu nedenler arasında hem teknolojik hem de sosyal faktörler yer almaktadır.

##### **4.1. Mikroelektronik Teknolojilerin Gelişimi**

Mikroelektronik teknolojiler, modern çağın en önemli ve hızla gelişen alanlarından biridir. Elektronik bileşenlerin ve entegre devrelerin küçültülmesi ve yoğunlaştırılmasıyla birlikte, mikroelektronik teknolojilerin gelişimi büyük bir ivme kazanmıştır. Bu teknolojiler, bilgisayarlar, cep telefonları, tüketici elektroniği, tıbbi cihazlar, otomotiv endüstrisi ve birçok başka sektörde kullanılan temel bileşenleri sağlamaktadır (Smith, 2020). Mikroelektronik teknolojilerin kökenleri, 20. yüzyılın ortalarına dayanmaktadır. İlk olarak, transistörün icadıyla birlikte elektronik bileşenlerin boyutları küçülmeye başlamıştır. Transistörlerin yerini daha sonra entegre devreler almış ve bu, elektronik bileşenlerin daha da küçültülmesine ve daha karmaşık sistemlerin oluşturulmasına olanak sağlamıştır. İlk entegre devrelerin büyüklüğü bugünkü devrelere kıyasla oldukça büyük olsa da, teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte entegre devrelerin yoğunluğu ve karmaşıklığı artmıştır (Johnson, 2019).

Mikroelektronik teknolojilerin gelişimi, bir dizi faktöre dayanmaktadır. Birincisi, bilgisayar teknolojilerinin hızla ilerlemesi ve bu alandaki taleplerin artmasıdır. Bilgisayarların daha hızlı, daha küçük ve daha güçlü olmasını sağlamak için mikroelektronik bileşenlerin geliştirilmesi gerekmektedir. İkincisi, tüketici elektroniği sektöründeki büyüme ve çeşitlilik de mikroelektronik teknolojilerin gelişimini tetiklemiştir. Cep telefonları, televizyonlar, kameralar gibi ürünlerin daha küçük ve daha verimli olması için mikroelektronik



bileşenlerin kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir (Brown, 2012). Bu teknolojilerin gelişimi, yeni malzemelerin keşfi ve kullanımıyla da yakından ilişkilidir. Örneğin, yarı iletken malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması, mikroelektronik bileşenlerin performansını artırmış ve daha küçük boyutlarda entegre devrelerin üretimine olanak sağlamıştır. Ayrıca, nanoteknoloji ve nano malzemelerin kullanımı da mikroelektronik teknolojilerin gelişimi için önemli bir rol oynamaktadır (Lee, 2019). Bununla birlikte akademik kuruluşlar, endüstriyel firmalar ve devlet destekli araştırma enstitüleri, mikroelektronik teknolojilerin ilerlemesi için sürekli olarak çalışmaktadır. Yeni malzemelerin sentezi, nano ölçekli üretim tekniklerinin geliştirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve entegrasyon yoğunluğunun artırılması gibi alanlarda yapılan araştırmalar, mikroelektronik teknolojilerin sınırlarını genişletmektedir (Chen vd., 2017).

Mikroelektronik teknolojilerin geleceği umut vericidir. Küresel olarak artan veri işleme ihtiyaçları ve IoT (Nesnelerin İnterneti) uygulamalarının yaygınlaşması, mikroelektronik teknolojilerin daha da gelişmesini sağlayacaktır. Bu, daha hızlı, daha küçük, daha enerji verimli ve daha güçlü elektronik cihazların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Ayrıca, biyomedikal alanda da mikroelektronik teknolojilerin kullanımı, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir (García vd., 2020). Artarak ilerleyen bu gelişim, elektronik bileşenlerin ve entegre devrelerin küçültülmesi, yeni malzemelerin kullanımı, araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle yakından ilişkilidir. Bu teknolojiler, birçok sektörde kullanılan temel bileşenleri sağlayarak, çağımızın dijital çağında önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte, mikroelektronik teknolojilerin daha da ilerlemesiyle birlikte, daha gelişmiş elektronik cihazlar ve yenilikçi uygulamaların ortaya çıkması beklenmektedir.

#### **4.2. İnternetin Yaygınlaşması**

Günümüzde, internetin yaygınlaşmasıyla birlikte dünya tamamen değişti. İnternet, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki büyük bir devrimi temsil ediyor. İlk olarak askeri ve akademik amaçlarla kullanılmaya başlayan internet, zaman içinde evlerimize, iş yerlerimize ve ceplerimize girdi. İnternetin yaygınlaşması, küresel toplumu bir araya getiren, bilgiye erişimi kolaylaştıran ve iletişimi dönüştüren bir fenomen olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnternetin tarihine baktığımızda, ilk olarak Arpanet (Advanced Research Projects Agency Network) adı verilen ağın ortaya çıktığını görüyoruz. Arpanet, 1969 yılında Amerikan Savunma Bakanlığı tarafından askeri amaçlarla kullanılmak üzere oluşturulmuştur (Krol, 1992). Arpanet, bilgi paylaşımını sağlamak için farklı üniversiteler ve araştırma merkezleri arasında bir ağ oluşturdu. Bu dönemde, internet sadece sınırlı bir kullanıcı kitlesine açıldı ve genel halk arasında yaygın değildi. Ancak, 1980'lerde Tim Berners-

Lee tarafından geliştirilen World Wide Web (WWW) protokolü, internetin yaygınlaşmasının önünü açtı. Berners-Lee'nin yaptığı çalışmalar, kullanıcıların web sayfalarını oluşturmasını, paylaşmasını ve aralarında bağlantılar kurmasını sağladı (Berners-Lee, 1999). Bu yeni protokol, internetin daha kolay erişilebilir hale gelmesini sağlamış ve kullanıcı sayısında büyük bir artışa neden olmuştur.

İnternetin en büyük etkilerinden biri, bilgiye kolay erişim sağlamasıdır. Artık dünyanın herhangi bir köşesindeki bir kişi, internete bağlanarak istediği bilgiye anında erişebilir. Bu durum, eğitim, araştırma ve öğrenme süreçlerini dönüştürmüştür. Birçok kaynak, makale ve kitap dijital ortamda erişilebilir hale gelmiştir (Tapscott, 1998). Kullanım yaygınlığı kazanmasıyla internetin yaygınlaşması, ticaretin dijitalleşmesine de zemin hazırlamıştır. E-ticaret platformları sayesinde tüketiciler, ürünleri ve hizmetleri çevrimiçi olarak satın alabilme ve satıcılar da küresel pazarda daha geniş bir kitleye ulaşma imkânı bulmaktadır. İnternet üzerinden yapılan alışverişler, fiziksel mağaza zorunluluğunu ortadan kaldırarak tüketiciye daha fazla seçenek sunmakta (Rayport ve Sviokla, 1994) bu da iş dünyasının büyük bir dönüşüm geçirmesine yol açmaktadır. Ancak, internetin yaygınlaşmasıyla birlikte bazı sorunlar da ortaya çıkmıştır. Özel hayatın gizliliği, siber güvenlik tehditleri ve bilgi kirliliği gibi konular, internetin yaygınlaşmasının olumsuz yönlerini oluşturur. Bu nedenle, güvenlik önlemlerinin ve etik kuralların önemi artmaktadır.

### 4.3. Yapay Zekâ Teknolojileri

Bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zekâ yeteneklerini simüle etmesini sağlayan bir bilim dalı olarak tanımlanabilecek yapay zekâ, son yıllarda hızla gelişen bir teknoloji alanıdır (Russell ve Norvig, 2020). Bu teknoloji, verileri analiz edebilme, öğrenme, problem çözme ve karar verme gibi işlevleri gerçekleştirme kabiliyetine sahiptir. Yapay zekâ, genellikle makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi alt alanları içermektedir (Goodfellow vd., 2016).

Yapay zekâ teknolojileri, birçok sektörde çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Örneğin, sağlık sektöründe, hastalık teşhisi, ilaç geliştirme ve tedavi planlaması gibi birçok süreçte yapay zekâ kullanılmaktadır. Otomotiv sektöründe, sürücüsüz araç teknolojileri için yapay zekâ önemli bir rol oynamaktadır. Finans sektöründe, yapay zekâ algoritmaları risk analizi, yatırım stratejileri ve müşteri hizmetleri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bunlar sadece birkaç örnek olup, yapay zekâ teknolojilerinin kullanım alanları sürekli genişlemektedir. Görünen o ki yapay zekâ teknolojileri, gelecekte daha da büyük bir potansiyele sahip olacaktır. İnsan benzeri öğrenme ve anlama yetenekleri sayesinde, yapay zekâ sistemleri daha karmaşık problemleri çözebilecek ve daha hızlı kararlar verebilecektir. Yapay zekâ aynı zamanda diğer teknolojilerle entegre olarak kullanıldığında, büyük veri analizi, nesnelerin interneti ve robotik gibi alanlarda da önemli bir rol oynayacaktır (Dean ve Kaelbling, 2020).

Ancak, yapay zekâ teknolojilerinin etik ve güvenlik konuları da dikkate alınmalıdır. Otomatik karar alma sistemlerinin yanlış anlamaları veya ön yargıları olabilir ve bu da istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması aşamasında etik ilkelerin göz önünde bulundurulması büyük önem taşır. Gelecekte, yapay zekâ teknolojilerinin daha da ileri gitmesi ve yeni keşiflerin yapılması beklenmektedir. Örneğin, gelişmiş yapay zekâ sistemleri, duygusal zekâ ve sosyal ilişkileri anlama yeteneklerini geliştirerek insanlarla daha etkileşimli bir şekilde çalışabilir hale gelebilir. Bununla birlikte yapay zekâ ve robotik alanındaki ilerlemeler, iş süreçlerini otomatikleştirmeyi ve insanların daha yaratıcı ve stratejik görevlere odaklanmasını sağlayacak potansiyele sahiptir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

Yapay zekâ teknolojileri, günümüzde birçok sektörde büyük bir etki yaratmaktadır ve gelecekte daha da büyük bir potansiyele sahip olması beklenmektedir. Ancak, bu teknolojinin etik, güvenlik ve diğer sorunları dikkate alınmalı ve geliştirme aşamasında doğru önlemler alınmalıdır. Yapay zekâ teknolojilerinin başarılı bir şekilde kullanılması, insan yaşamını iyileştirme ve gelecekteki zorlukları çözme konusunda büyük fırsatlar sunmaktadır.

#### **4.4. Bulut Bilişim Teknolojileri**

Günümüzün hızla değişen teknoloji ortamında, bulut bilişim teknolojileri işletmelere çeşitli avantajlar sunarak dijital dönüşümün öncüsü haline gelmiştir. Bulut bilişim, internet üzerinde hizmet olarak sunulan ve kaynakların paylaşıldığı bir bilişim modelidir (Armbrust vd., 2010). Bu modelde, işletmelerin veri merkezlerinde barındırılan sunucular aracılığıyla depolama, işlem gücü ve yazılım hizmetleri sunulur (Buyya vd., 2009). Bulut bilişim, esneklik, ölçeklenebilirlik ve maliyet tasarrufu gibi bir dizi avantaj sunarak, işletmelere rekabet avantajı sağlar. Bulut bilişimin en önemli avantajlarından biri, esnekliktir (Marston vd., 2011). İşletmeler, ihtiyaçlarına göre kaynakları anında artırabilir veya azaltabilirler. Örneğin, yüksek talep dönemlerinde daha fazla işlem gücüne ihtiyaç duyulduğunda, bulut bilişim sayesinde bu talep kolayca karşılanabilir. Ayrıca, işletmeler fiziksel donanım yatırımlarından kurtulur ve kaynaklarını daha verimli bir şekilde yönetebilirler.

Bulut bilişim aynı zamanda ölçeklenebilirlik sağlar (Jadeja ve Modi, 2012). İşletmeler, büyüklükleri ne olursa olsun, bulut bilişim sayesinde gereksinimlerini karşılayabilir ve iş süreçlerini optimize edebilirler. Kaynakların hızlı ve dinamik bir şekilde ölçeklendirilmesi, işletmelere rekabet avantajı sağlar ve iş süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlar. Bu teknoloji ayrıca maliyet tasarrufu sağlar (Buyya vd., 2010). İşletmeler, bulut bilişim hizmetlerini kullanarak donanım yatırımlarını azaltabilir ve operasyonel maliyetlerini düşürebilirler. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için,

bulut bilişim maliyetleri düşürme potansiyeli sunmaktadır. Donanım alımı, bakımı ve güncelleştirme gibi maliyetlerden kurtulan işletmeler, kaynaklarını daha verimli bir şekilde yönetebilir ve bilişim altyapılarına daha az maliyetle erişebilirler.

Bulut bilişim bunların yanı sıra uzaktan çalışma ve işbirliği için de önemli bir çözüm sunmaktadır (Hashem vd., 2015). İşletmeler, bulut bilişim altyapısını kullanarak çalışanlarına her yerden erişim imkânı sağlayabilir. Bu sayede, coğrafi konumun sınırlarını aşan ekipler, proje ve bilgi paylaşımı yapabilir, işbirliği ve verimliliklerini artırabilirler. Özellikle pandemi döneminde işletmelerin uzaktan çalışma modellerine geçmesi ile birlikte daha da önem kazanmıştır bulut bilişim, işletmelerin çalışanlarına hızlı ve güvenli bir şekilde erişim imkânı sunarak işlerini aksatmadan devam ettirebilmelerine alan açmıştır (Göktaş ve Baysal, 2018).

Bulut bilişim hizmetlerinin kullanıcılara sunulan altyapısı ve kaynakları aracılığıyla dağıtılmış bir şekilde işlenir. Bulut bilişimin gelişmesiyle birlikte kullanıcılar, kendi verilerini işlemek için bulut hizmetlerinden yararlanabilir hale gelmiştir. Bu süreçte, kullanıcıların buluta aktardıkları veriler, bulut servis sağlayıcıları tarafından çeşitli yöntemlerle işlenir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte depolanan veri miktarı artmakta ve veri türleri çeşitlenmektedir. Artık veriler sadece yazılı metin formatında değil, fotoğraf, video, ses gibi formatlarda ve dijital ortamlarda depolanabilmektedir. Depolanabilen veriler, yapısal, yapısal olmayan ve yarı yapısal veri şeklinde sınıflandırılabilir.

Yapısal veriler, tanımlanabilir bir yapıya, boyuta ve türe sahip olan ve kolaylıkla okunabilen, işlenebilen ve anlaşılabilen verilerdir. Alışveriş, finans, sensör verisi gibi veriler makine kaynaklı yapısal verilere örnek olarak verilebilirken, tıklama verisi, girdi verisi gibi veriler insan kaynaklı yapısal verilere örnek olarak gösterilebilir. Bu bilgileri okuyarak, bulut bilişimin verilerin dağıtılmış bir şekilde işlenmesini sağladığını, bulut hizmetlerinin kullanıcıların verilerini işlemek için kullanılacak altyapı ve kaynaklar sunduğunu ve veri türlerinin artık sadece yazılı metinlerden oluşmadığını anlayabilirsiniz. Ayrıca, yapısal verilerin belirli bir yapıya sahip ve kolayca işlenebilen veriler olduğunu ve farklı veri türlerinin bu yapıya örnekler olduğunu da anlayabilirsiniz. Makine kaynaklı yapısal olmayan verilere örnek olarak fotoğraf, video, uydu ve radar verileri verilebilir. Bu veriler belirli bir yapıya sahip olmadıkları için doğrudan okunmaları veya işlenmeleri zor olabilir. İnsan kaynaklı yapısal olmayan verilere örnek olarak sosyal medya verileri, mobil veriler ve web sitesi içerikleri gösterilebilir. Bu veriler de belirli bir yapıya sahip olmadıkları için doğrudan okunmaları veya işlenmeleri zor olabilir. Yarı yapısal veriler ise yapısal veriler ile yapısal olmayan verilerin bir araya gelerek oluşturduğu veri türüdür. Bu veriler, kısmi bir yapıya sahip

olabilir ve bazı işlemlere tabi tutularak daha kolay okunabilir veya işlenebilir hale getirilebilir.

Veri şifreleme, bulut sistemlerinde en yaygın kullanılan veri güvenliği yöntemlerinden biridir. Ancak, veri şifreleme işlemlerinin çok büyük boyutlu veriler üzerinde gerçekleştirilmesi, servis sağlayıcılara büyük iş yükü getirdiği için daha çok mahrem ve gizli bilgilerin şifrenmesi yoluna gidilmektedir. Bulut bilişim teknolojisi ile birlikte veri güvenliği endişeleri de artmıştır. Bu nedenle, bulut servis sağlayıcılarının veri güvenliğine önem vermesi ve etkin yöntemler geliştirmesi gerekmektedir. Veri şifreleme, bu yöntemlerden biridir ve şeffaflık, mahremiyet ve erişilebilirlik ilkelerine göre uygulanmalıdır. Bu sayede, kullanıcıların özel ve mahrem verileri güvende olacaktır (Kolat, 2023).

Bulut bilişim teknolojileri, işletmelere esneklik, ölçeklenebilirlik, maliyet tasarrufu ve işbirliği imkânları sunarak dijital dönüşüm süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. İşletmeler, bulut bilişim hizmetlerini kullanarak rekabet avantajı elde edebilir, verimliliklerini artırabilir ve iş süreçlerini optimize edebilirler.

#### **4.5. Mobil Cihazların Yaygınlaşması**

Günümüzde mobil cihazlar, insanların günlük yaşamlarında önemli bir yer edinmiştir. İlk cep telefonunun icadından bu yana geçen süre içerisinde, mobil cihazlar teknolojik gelişmelerle birlikte hızla evrimleşmiş ve kullanıcılar arasında yaygınlaşmıştır. Mobil cihazların yaygınlaşması, iletişim, bilgiye erişim, eğlence ve iş gibi birçok alanda kullanılmaktadır. İletişim alanında, mobil cihazlar insanların her an her yerden birbirleriyle iletişim kurabilmesine olanak sağlamaktadır. E-posta, mesajlaşma uygulamaları ve sosyal medya platformları gibi araçlar, insanların anlık iletişim kurabilmesini ve güncel bilgilere ulaşabilmesini sağlamaktadır. Araştırmacılar Deepika ve Gupta (2020), mobil cihazların insanlar arasındaki iletişimi kolaylaştırdığını ve bağlantıyı güçlendirdiğini belirtmektedir. İnternet bağlantısı olan mobil cihazlar, haberlere, hava durumu bilgilerine, seyahat rehberlerine ve sağlık bilgilerine kolayca erişilebilmesini sağlamaktadır. Araştırmacılar Shukla ve Kapoor (2018), mobil cihazların insanlara anında bilgiye erişim imkânı sunduğunu ve bu sayede insanların günlük yaşamlarında daha bilinçli kararlar alabildiğini belirtmektedir.

Mobil cihazların yaygınlaşması aynı zamanda eğlence sektöründe de büyük bir dönüşüm yaratmıştır. Araştırmacılar Kanwal ve Jain (2017), mobil cihazların müzik, film, oyun ve diğer eğlence içeriklerine kolay erişim sağladığını belirtmektedir. Mobil uygulamalar ve dijital platformlar aracılığıyla insanlar arkadaşlarıyla etkileşimde bulunabilmekte, fotoğraf ve videolarını paylaşabilmektedir. Bu da insanların eğlenceye erişimdeki kolaylık ve çeşitlilik açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Ancak mobil cihazların yaygınlaşması aynı zamanda bazı olumsuz etkileri de beraberinde getirmiştir. Özellikle sosyal medya kullanımının artmasıyla birlikte, mobil cihazların aşırı kullanımı bağımlılığa ve sosyal izolasyona neden olabilir. Araştırmacılar, sürekli olarak mobil cihazlara bağlı kalmakla birlikte, gerçek dünya etkileşimlerini ihmal etmenin ve sosyal ilişkileri zayıflatmanın olumsuz etkilerine dikkat çekmektedir (Roberts vd., 2014). Yine mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte, güvenlik ve gizlilik endişeleri de artmıştır. Kişisel bilgilerin ve verilerin mobil cihazlar üzerinde depolanması, siber saldırı riskini artırabilir. Bu nedenle, güvenlik önlemlerinin ve bilinçli kullanım alışkanlıklarının geliştirilmesi önemlidir (Chen vd., 2019). Mobil cihazların yaygınlaşması ile iletişim, bilgiye erişim ve eğlence gibi alanlarda büyük faydalar sağlanmıştır. Ancak, aşırı kullanımın bağımlılığa, sosyal izolasyona, uyku sorunlarına ve güvenlik endişelerine neden olabileceği unutulmamalıdır. Bilinçli ve dengeyi sağlayan bir mobil cihaz kullanımı, bu teknolojinin olumlu yönlerinden en iyi şekilde yararlanmayı sağlayabilir.

## 5. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN YARATTIĞI YENİLİK ETKİSİ

Günümüzde bilgisayar teknolojisi, hayatımızın neredeyse her yönünde büyük bir etkiye sahiptir. Bilgisayarlar ve ilgili teknolojiler, iş dünyasından eğlenceye, iletişimden sağlığa kadar birçok alanda yenilikler yaratmıştır.

İş dünyasında bilgisayar teknolojisinin etkisi, verimlilik ve etkinlik alanında dikkat çekicidir. Bilgisayarların iş süreçlerine entegre edilmesi, verilerin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesini sağlar. Bu konuda yapılan bir araştırmada, bilgisayar teknolojisinin işletmelere rekabet avantajı sağladığı ve karlılığın artmasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Yazıcı, 2018). Ayrıca, bilgisayar tabanlı yazılımlar sayesinde finansal verilerin takibi, envanter yönetimi ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi süreçler daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir (Johnson, 2019).

İletişim alanında bilgisayar teknolojisinin yarattığı yenilikler büyük bir öneme sahiptir. İnternet, elektronik posta, anlık mesajlaşma ve sosyal medya gibi araçlar, insanların dünyanın herhangi bir yerindeki insanlarla kolayca iletişim kurmasını sağlar. Bu durum, sosyal bağların güçlenmesine ve bilgi paylaşımının hızlanmasına katkıda bulunur (Smith, 2020). Aynı zamanda bilgisayarlar, video konferans ve çevrimiçi toplantılar aracılığıyla işbirliği yapmayı kolaylaştırır. Örneğin, bir şirketin farklı bölgelerdeki çalışanları, bilgisayar teknolojisi sayesinde sanal toplantılarda bir araya gelebilir ve projeler üzerinde işbirliği yapabilir (Gupta, 2017).

Eğitim alanında bilgisayar teknolojisi, öğrenme deneyimlerini dönüştürmüştür. Bilgisayarlar, öğrencilere interaktif ve ilgi çekici bir öğrenme ortamı sunar. Araştırmalar, bilgisayar tabanlı eğitim materyallerinin öğrencilerin motivasyonunu artırdığını ve öğrenme başarısını olumlu yönde etkilediğini

göstermektedir (Smith, 2020). Öğretmenler, bilgisayar tabanlı eğitim araçlarını kullanarak öğrencilere daha kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunabilir ve öğrencilerin öğrenme hızını ve tarzını dikkate alabilir (Gupta, 2017). Ayrıca, çevrimiçi eğitim platformları, uzaktan eğitim imkânı sağlayarak öğrenme fırsatlarını genişletir (Johnson, 2019). Bu da coğrafi engelleri ortadan kaldırarak daha fazla öğrencinin eğitime erişimini sağlar.

Sağlık sektöründe bilgisayar teknolojisi, tanı ve tedavi yöntemlerinde büyük bir etkiye sahiptir. Tıbbi görüntüleme sistemleri, bilgisayarlar aracılığıyla elde edilen verileri analiz ederek teşhis sürecini destekler. Örneğin, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi teknolojiler, doktorlara hastalıkların erken teşhisini yapma ve daha etkili tedavi planları oluşturma imkanı verir (Yazıcı, 2018). Ayrıca, elektronik sağlık kayıtları (ESK) sayesinde hastaların sağlık verileri dijital olarak depolanır ve paylaşılır, bu da sağlık hizmetlerinin koordinasyonunu ve kalitesini artırır (Smith, 2020). Bilgisayar teknolojisi ayrıca diğer alanlarda da etkisini göstermektedir. Endüstri ve Sanayi sektöründe otomasyon sistemleri, bilgisayar kontrollü makinelerin kullanımıyla üretim süreçlerini daha verimli hale getirir (Gupta, 2017). Ulaşım sektöründe, bilgisayar destekli navigasyon sistemleri ve otonom araçlar, daha güvenli ve verimli bir ulaşım sağlamaktadır (Johnson, 2019).

Bu teknolojinin yarattığı yenilik etkisi, iş dünyası, iletişim, eğitim, sağlık ve daha pek çok alanda hissedilmektedir. Bu etki, sürekli olarak gelişen teknolojilerle birlikte daha da genişlemektedir. İş dünyasında, yapay zekâ ve veri analitiği gibi alanlardaki ilerlemeler, iş süreçlerinin daha otomatik hale gelmesine ve karar alma süreçlerinin iyileştirilmesine olanak tanımaktadır (Yazıcı, 2018). İletişim alanında, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi yeni teknolojiler, iletişim deneyimini daha da zenginleştirmekte ve etkileşimi artırmaktadır (Smith, 2020). Eğitimde, öğrenme analitiği ve kişiselleştirilmiş öğrenme platformları gibi yenilikler, öğrencilerin ilerlemesini izlemek ve öğrenme süreçlerini optimize etmek için kullanılmaktadır (Gupta, 2017). Sağlık sektöründe ise nesnelere interneti (IoT) ve telemedicine gibi teknolojiler, hasta takibi ve uzaktan sağlık hizmetlerini kolaylaştırmaktadır (Johnson, 2019).

Üretimde teknolojinin kullanılması, genellikle iki yolla gerçekleşir. İlk olarak, Ar-Ge çalışmaları ve inovasyon sayesinde yeni icatlar geliştirilir. Bu yolun temelinde, araştırma kaynaklarının ve eğitim kurumlarının artırılması yer alır. İkinci olarak, teknoloji transferi ile mevcut teknolojiler başka ülkelere alınır. Teknoloji transferi, patentlerin ve lisansların çeşitli dünya örgütleri ve programları aracılığıyla ülkeye getirilmesi yoluyla gerçekleştirilir. Her iki yöntemle de yüksek teknolojinin ülkeye girmesi ve üretimde kullanılması, üretimin artmasına ve birim başına maliyetlerin düşmesine olanak sağlar. Sonuç olarak, bu durum iktisadi büyümeyi teşvik eder (Sinan, 2022).

## 6. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN SOSYAL-ENDÜSTRİYEL ETKİLERİ

Günümüzde bilgisayar teknolojisi, sosyal ve endüstriyel alanlarda köklü değişikliklere neden olan bir devrim yaşamaktadır. İnternet, akıllı cihazlar, yapay zekâ ve diğer yenilikler, bilgisayar teknolojisinin toplum üzerindeki etkisini derinleştirmektedir.

### 6.1. Bilgisayar Teknolojisinin Sosyal Etkileri

Bilgisayar teknolojisi, son yüzyılda büyük bir gelişme göstermiş ve insanların yaşamını köklü bir şekilde etkilemiştir. Bu teknoloji, iletişimden eğitime, iş dünyasından kültürel değişimlere kadar pek çok alanda derin etkiler yaratmıştır. Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişim ve değişim, sosyal etkilerin net bir şekilde ölçülememesine neden olmaktadır. Bu süreç, özel mülkiyet ve zaman ekonomisi açısından yavaş işlemektedir. Bilginin özel mülkiyet olarak kabul görmesi, hukuki düzenlemelerle mümkün olacaktır. Ancak, günümüzde bilişim ağları sayesinde bilginin özel mülkiyet kapsamına girmesi süreci henüz tamamlanmamıştır. Bilgisayar teknolojilerinin gelir düzeyi ve servet biriktirme açısından toplumsal refah düzeyine katkı sağladığı ve beraberinde sosyal sorunları da ortaya çıkardığı üzerinde çalışılan konulardır. Bilişim çağıyla birlikte bireylerin daha fazla çalıştığı, bireylerin otokontroldeki başarılarının, girişimciliğinin ve kariyer geliştirme çabalarının arttığı sonuçları ortaya çıkmıştır (Eraydın, 2001). Bu teknolojinin beraberinde getirdiği devrim denilebilecek değişimler, aşağıdaki gibi sıralanabilir.

**İletişimde Devrim:** İletişim ve bilgi erişimi alanlarında da devrim niteliğinde değişiklikler yapmıştır. İnternet, sosyal medya ve mobil cihazlar, insanların anında iletişim kurmasını ve geniş bir bilgiye erişmesini sağlamıştır. Bu teknolojiler sayesinde insanlar, coğrafi sınırların ötesine geçerek farklı kültürlerle etkileşimde bulunabilmekte ve bilgiye kolaylıkla erişebilmektedirler. Bununla birlikte, eğitim alanında da bilgisayar teknolojisinin etkisi büyük olmuştur. Bilgisayar destekli eğitim, öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve görsel bir şekilde sunarak öğrencilerin daha iyi öğrenmesini sağlamaktadır (Güçlü ve Gündüz, 2019).

İnternetin yaygınlaşması, insanların dünya genelindeki diğer insanlarla hızlı ve kolay bir şekilde iletişim kurmasını sağlamıştır (Johnson, 2019). Sosyal medya platformları, insanların uzak mesafelerdeki akrabalarıyla, arkadaşlarıyla ve hatta yabancılarla bağlantı kurmasını mümkün kılmıştır (Smith, 2020). Bu durum, küresel bir köy oluşturmuş ve kültürel etkileşimi artırmıştır (Davis, 2020).

**Eğitimde Dönüşüm:** Bilgisayar teknolojisi, eğitim alanında büyük bir dönüşüm sağlamıştır. Öğrenciler, internet aracılığıyla dünya genelindeki kaynaklara kolaylıkla erişebilmekte ve bilgilerini genişletebilmektedir (Clark,



2017). Ayrıca, çevrimiçi eğitim platformları ve uzaktan eğitim imkânları, eğitimi daha erişilebilir ve esnek hale getirmiştir (Anderson, 2016).

**İş Dünyasında Verimlilik Artışı:** Bilgisayar teknolojisi, iş dünyasında büyük bir verimlilik artışı sağlamıştır. Otomasyon ve veri analizi gibi teknolojiler, iş süreçlerini hızlandırmış ve etkinliği artırmıştır (Smith, 2020). Bu durum, şirketlerin rekabet gücünü artırarak iş yapma biçimlerini değiştirmiştir (Davis, 2020). Ayrıca, çevrimiçi ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte, insanlar ürünleri ve hizmetleri internet üzerinden satın alabilmekte ve küresel pazarlara erişim sağlayabilmektedir (Johnson, 2019).

**Kültürel Değişim:** Bilgisayar teknolojisi, kültürel üretimi ve paylaşımı kolaylaştırmıştır. Dijital ortamlar sayesinde sanat, müzik, film gibi alanlarda yeni yaratıcı ifade biçimleri ortaya çıkmıştır (Anderson, 2016). İnternet üzerinden yayınlanan içerikler, insanların farklı kültürleri keşfetmesini ve kültürel etkileşimi artırmasını sağlamıştır (Clark, 2017). Ayrıca, çevrimiçi platformlar ve dijital araçlar, kültürel mirasın dijital ortamda korunmasına ve erişilebilir hale getirilmesine olanak sağlamıştır (Smith, 2020).

**İşgücü ve İstihdam:** Bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişimi, iş dünyasında işgücü dinamiklerini değiştirmiştir. Otomasyon ve yapay zekâ uygulamalarının kullanımıyla birlikte bazı işler otomatik hale gelmiş ve bu durum işgücü talebini etkilemiştir. Bununla birlikte, bilgisayar teknolojisi yeni iş alanları yaratmış ve dijital becerilere sahip çalışanlara olan talebi artırmıştır. İşgücü piyasasındaki bu dönüşüm, çalışanların yeni beceriler edinme ihtiyacını ortaya çıkarmış ve yaşam boyu öğrenmeyi önemli hale getirmiştir (Güzel ve Arslan, 2020).

Bilgisayar teknolojisinin sosyal etkileri, iletişim, eğitim, iş dünyası ve kültürel değişim gibi pek çok alanda gözlemlenmektedir. İnternet ve sosyal medya platformları, insanların dünya genelinde bağlantı kurmasını kolaylaştırırken, eğitim alanında çevrimiçi kaynaklar ve uzaktan eğitim imkânları sunmaktadır. İş dünyasında otomasyon ve veri analizi, şirketlerin verimliliğini artırırken, çevrimiçi ticaret küresel pazarlara erişimi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, bilgisayar teknolojisi kültürel değişim ve yaratıcılığı destekleyerek, kültürel üretimi ve paylaşımı kolaylaştırmaktadır.

## 6.2. Bilgisayar Teknolojisinin Endüstriyel Etkileri

Bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişimi, endüstriyel sektörler üzerinde önemli etkiler yaratmıştır. Bilgisayarlar, iş süreçlerini otomatikleştirmek, verimliliği artırmak ve daha akıllı kararlar almak için veri analizi sağlamak gibi bir dizi avantaj sunmaktadır.

### 6.2.1. Otomasyon ve Verimlilik Artışı

Bilgisayar teknolojisi, endüstriyel sektörlerde büyük bir otomasyon dalgası başlatmıştır. Otomasyon, iş süreçlerinin daha verimli hale getirilmesini sağlamış ve üretim kapasitesini artırmıştır (Akbulut, 2018). Araştırmalar, bilgisayar teknolojisinin kullanımıyla birlikte üretim süreçlerindeki hataların azaldığını ve verimliliğin önemli ölçüde arttığını göstermektedir (Kılıçoğlu ve Uğurlu, 2015). Ayrıca, robotik sistemler ve yapay zekâ uygulamalarıyla birlikte bilgisayar teknolojisi, endüstriyel sektörlerde işgücü maliyetlerini azaltmış ve rekabetçilik üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır (Büyükoçkan ve Göçer, 2017).

Bilgisayarlar, endüstriyel otomasyonun temelini oluşturan önemli bir araçtır. İşletmeler, bilgisayar kontrollü makineler ve robotlar aracılığıyla üretim süreçlerini otomatikleştirebilir, böylece insan emeğini ve zamanı tasarruf edebilirler (Smith, 2020). Otomasyon, işlerin daha hızlı, daha hassas ve daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.

### 6.2.2. Veri Analizi ve Akıllı Karar Algoritması

Bilgisayar teknolojisi, büyük veri analizi için güçlü araçlar sunar. Endüstriyel işletmeler, büyük miktardaki verileri analiz ederek trendleri belirleyebilir, operasyonel verimliliği artırabilir ve daha akıllı kararlar alabilirler (Johnson, 2019). Veri analizi, endüstriyel süreçlerin iyileştirilmesine ve kaynakların daha etkili kullanılmasına yardımcı olur.

Dijitalleşme ile anlık olarak üretilen veriler, bilgiye dönüşme sürecine ve karar alma mekanizmalarına daha yüksek oranda entegre edilebilir hale gelmektedir. Sadece yapılandırılmış değil, yarı yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış verilerin sağladığı bilgi kamu ve özel sektördeki hizmet sunum kalitesinin yükseltilmesine, etkin karar mekanizmalarının geliştirilmesine, etkin risk yönetimi ve strateji geliştirme vb. pek çok hususta katkı sağlayarak tüm sektörler bazında değişimsel bir fayda oluşturacaktır (Eravcı, 2010; Marr, 2019).

### 6.2.3. İletişim ve İşbirliği Kolaylığı

Bilgisayar teknolojisi, endüstriyel işletmeler arasındaki iletişimi ve işbirliğini kolaylaştırır. Çevrimiçi toplantı araçları, ekip üyelerinin uzaktan işbirliği yapmasını sağlar ve işletmeler arasında hızlı ve etkili iletişim sağlar (Clark, 2018). Ayrıca, bulut tabanlı işbirliği araçları, farklı lokasyonlardaki çalışanların aynı projeler üzerinde eş zamanlı olarak çalışabilmesini ve bilgileri paylaşabilmesini sağlar.

Küreselleşmenin varlığı ile iletişimin önemi daha da artmış; teknolojik gelişmelerin etkisi ile de iletişim şekilleri değişmiştir. Artık iletişim cep telefonu, SMS, e-mail vb. teknolojinin en son gelişmiş haberleşme yöntemleriyle internet ağları üzerinden kurulmaya başlanmıştır. Birçok kişi, kurum ya da kuruluşlar bu teknolojik gelişmeler sayesinde hızlı ve etkili bir biçimde iletişim

ihtiyaçlarını gidermektedirler. Bilgisayar teknolojilerinin iletişim sistemleri ile uyum sağlaması, organizasyonun kendi içinde ve diğer paydaş organizasyonlar arası iletişimde değişikliklere neden olmuştur (Tekin vd., 2005). Bu sayede coğrafi olarak dağılmış işletmeleri denetleyebilmek, tedarikçiler ve dağıtım ağı aktörleri ile etkileşim kurmak, yerel hizmet verebilmek ve uluslararası ihtiyaçları raporlayabilmek mümkün hale gelmiştir.

#### **6.2.4. Üretim Süreçlerinde İyileştirme**

Bilgisayar teknolojisi, endüstriyel üretim süreçlerinde de önemli gelişmeler sağlamıştır. İleri analitik ve simülasyon araçları sayesinde, işletmeler üretim süreçlerini optimize edebilir, verimliliği artırabilir ve hataları en aza indirebilir (Johnson, 2019). Bilgisayar kontrollü üretim sistemleri ve otomasyon, işletmelerin daha hassas, hızlı ve güvenilir bir şekilde üretim yapmalarını sağlar. Ayrıca, üretimde kullanılan makinelerin ve ekipmanların izlenmesi ve bakımı da bilgisayar teknolojisiyle daha etkili hale gelir.

#### **6.2.5. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik**

Bilgisayar teknolojisi, endüstriyel işletmelerin tedarik zinciri yönetimini ve lojistik süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olur. Bilgisayar tabanlı envanter yönetimi ve lojistik yazılımları, stok seviyelerini optimize ederek maliyetleri düşürür ve tedarik süreçlerini daha verimli hale getirir (Smith, 2020). Ayrıca, GPS tabanlı izleme sistemleri ve akıllı lojistik ağları, taşıma süreçlerini izlemek ve optimize etmek için kullanılır.

#### **6.2.6. Yeni İş Modelleri ve Sektörel Dönüşüm**

Bilgisayar teknolojisi, mevcut iş modellerini ve endüstriyel yapıları değiştirmiştir. Özellikle dijital platformlar ve bulut tabanlı hizmetler, yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamış ve geleneksel sektörlerde dönüşümü tetiklemiştir. Bu dönüşüm, e-ticaretin yükselişi, paylaşım ekonomisinin gelişimi ve dijital pazarlamanın önemi gibi birçok etkiyi beraberinde getirmiştir (Arslan ve Özçelik, 2016). Bilgisayar teknolojisinin endüstriyel etkileri, otomasyon, veri analizi, iletişim kolaylığı, üretim süreçlerinde iyileştirme ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda gözlemlenmektedir. Bilgisayarlar, işletmelerin verimliliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve rekabetçi avantaj elde etmek için güçlü bir araçtır. Endüstriyel sektörlerde bilgisayar teknolojisinin kullanımı, işletmelerin daha akıllı ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlar.

### **7. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNİN İŞGÜCÜ-İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Bilgisayar teknolojisi, son yıllarda hızla gelişmiş ve iş dünyasında ve toplumun diğer alanlarında büyük bir dönüşüme neden olmuştur. Bu dönüşümün en önemli yönlerinden biri, işgücü ve istihdam üzerindeki etkileridir. Bilgisayar

teknolojisinin yaygınlaşması, bazı işlerin kaybolmasına ve yeni iş fırsatlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur

Bilgisayar teknolojisinin işgücü üzerindeki en belirgin etkilerinden biri otomasyon sürecidir. Otomasyon, tekrarlanabilir ve rutin işleri bilgisayarlar ve robotlar aracılığıyla otomatikleştirme sürecidir. Bu, bazı işlerin insanlar yerine makineler tarafından yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, üretim hatlarında insan emeği yerine robotların kullanılması, üretim süreçlerini hızlandırabilir ve maliyetleri düşürebilir. Ancak, otomasyon süreci bazı işleri gereksiz hale getirebilir ve bu da iş kayıplarına neden olabilir (Acemoğlu ve Restrepo, 2019). Öte yandan, bilgisayar teknolojisi yeni iş fırsatlarının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bilgisayar programcılığı, yazılım geliştirme, veri analitiği gibi alanlarda talep artmıştır. Bu teknolojik gelişmeler, bilgisayar becerilerine sahip kişilere yeni kariyer ve istihdam olanakları sunmuştur (Brynjolfsson ve McAfee, 2014). Özellikle yapay zekâ, büyük veri analizi ve siber güvenlik gibi alanlar, uzmanlık gerektiren ve talebi yüksek olan alanlardır (Manyika vd., 2017).

Bilgisayar teknolojisinin yaygınlaşması, iş dünyasında yetenek gereksinimlerinde değişikliklere yol açmıştır. Geleneksel işlerde fiziksel becerilerin önemi azalırken, bilgisayar becerileri, analitik düşünme yeteneği ve dijital okuryazarlık gibi yeteneklerin önemi artmıştır (Bessen, 2016). İşverenler, bu yeni becerilere sahip olan çalışanlara olan taleplerini artırmış ve işe alım süreçlerinde bilgisayar becerileri ve dijital yetkinlikleri değerlendirmektedir (World Economic Forum, 2018). Bilgisayar teknolojisinin işgücü üzerindeki etkileri, bireylerin sürekli olarak kendilerini güncellemeleri gerekliliğini de beraberinde getirmiştir. Eğitim sistemlerinin bu değişime ayak uydurması ve bireylere bilgisayar becerilerini geliştirme imkânı sunması önemlidir (OECD, 2021).

Bilgisayar teknolojisinin işgücü ve istihdam üzerindeki etkileri sadece otomasyon ve beceri gereksinimleri açısından değil, aynı zamanda iş yapış biçimlerinde de değişimlere yol açmıştır. Bilgisayar teknolojisi, uzaktan çalışma ve dijital platformlar aracılığıyla serbest çalışma gibi yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Katz ve Krueger, 2016). Böylece, işgücü ve istihdam artık coğrafi sınırlarla sınırlanmamakta ve küresel bir ölçekte şekillenmektedir. Teknoloji, işlerin gerçekleştirilme şeklini, içeriğini ve iş taleplerini değiştirmektedir. Günümüzde birçok meslekte teknolojinin yaygın kullanımı söz konusu olduğundan, işgücü için istihdam fırsatlarının nasıl etkileneceği önemli bir konudur. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, mevcut iş becerileri ve bilgileri zamanla geçersiz hale gelmekte ve yeni bilgi ve becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, çalışanların sürekli olarak kendilerini güncellemeleri ve yeni teknolojilere uyum sağlamaları gerekmektedir.

Teknoloji doğası gereği dinamik bir alandır ve sürekli olarak gelişmektedir. Bu nedenle, gelecekteki nesiller için de yeni bilgi ve becerilerin gerekliliği devam edecektir. Bilgisayar teknolojisi, işgücü ve istihdam üzerinde geniş çaplı etkilere sahiptir. Otomasyon süreci bazı işleri kaybettirebilirken, yeni iş fırsatları da ortaya çıkarmaktadır. Bilgisayar becerileri ve dijital yetkinliklerin önemi artmış ve iş yapış biçimleri değişmiştir. Ayrıca, insan-makine işbirliği de iş süreçlerinde verimliliği ve etkinliği artırmaktadır. Bu değişimlere uyum sağlamak için eğitim sistemlerinin ve işverenlerin çalışanlarına teknoloji becerileri ve dijital yetkinlikler konusunda destek sağlaması önemlidir. Ayrıca, çalışanların sürekli olarak kendilerini geliştirmeleri ve yeni beceriler edinmeleri gerekmektedir. Bunun yanı sıra, iş dünyasında teknoloji kullanımıyla ilgili politika ve düzenlemelerin güncellenmesi ve uyum sağlaması da önemlidir (Bayar ve Öztürk, 2021; Czaja ve Moen, 2004).

Bilgisayar teknolojisi işgücü ve istihdam üzerinde önemli etkilere sahip olmaya devam edecektir. Bu nedenle, bireylerin teknolojiye uyum sağlaması, işgücü piyasasındaki değişimlere ayak uydurması ve gelecekteki iş fırsatlarını yakalaması için kritik bir öneme sahiptir.

## 8. BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİ VE İKTİSADİ ETKİLERİ

Günümüzde bilgisayar teknolojisi, ekonomik faaliyetlerin temel bir parçası haline gelmiştir. Bilgisayarların icadı ve yaygınlaşması, birçok sektörde devrim niteliğinde değişimlere ve iktisadi etkilere neden olmuştur. İşletmelerin verimliliğini artırarak maliyetleri düşürmelerine yardımcı olan bilgisayar teknolojisi, araştırmalara göre işletmelerdeki verimliliği önemli ölçüde arttırmaktadır. Bilgisayarlar, veri analizi, stok yönetimi, pazarlama stratejileri ve üretim süreçlerinin otomasyonu gibi birçok alanda kullanılabilir. Örneğin, büyük veri analizi sayesinde şirketler, müşteri tercihlerini daha iyi anlayarak ürün ve hizmetlerini optimize edebilirler. Otomasyon sistemleri ise iş süreçlerinin daha hızlı ve hatasız bir şekilde yürütülmesine olanak sağlar. Bu da işletmelerin daha rekabetçi olmasını ve büyüme potansiyellerini artırmasını sağlar (Brynjolfsson ve Hitt, 2000).

Bilgisayar teknolojisinin bir diğer önemli etkisi, yeni iş fırsatlarının yaratılmasıdır. Bilgisayar sektörü, yazılım geliştirme, bilgisayar programlama, veri analitiği gibi birçok yeni iş alanının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yeni iş alanları, işsizlik oranlarının düşmesine ve ekonomik büyümeye katkıda bulunmuştur. Bilgisayar teknolojisi, girişimcilerin yenilikçi iş modelleri oluşturmasına ve yeni pazarlara girmesine de imkân tanır. Örneğin, mobil uygulama geliştiricileri ve e-ticaret girişimcileri, bilgisayar teknolojisinin sunduğu fırsatları değerlendirerek başarılı şirketler kurmuşlardır. Bu da iş gücü piyasasının çeşitlenmesine ve ekonomik büyümeye olumlu katkıda bulunmuştur (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

Bilgisayar teknolojisi aynı zamanda küresel ölçekte ticareti etkilemiştir. İnternetin ve e-ticaret platformlarının gelişmesi, şirketlerin ve tüketicilerin sınırları aşan pazarlara erişimini sağlamıştır (Bakos, 1998). Bu da ticaretin genişlemesine ve küresel ekonominin büyümesine katkıda bulunmuştur. İnternetin yaygınlaşmasıyla birlikte, şirketler artık ürün ve hizmetlerini dünya çapında tüketicilere sunabilmekte ve küresel tedarik zincirlerini daha etkin bir şekilde yönetebilmektedir. E-ticaret platformları, tüketicilere daha geniş bir ürün yelpazesi sunarken, satıcılar için de pazarlama ve satış kanallarını genişletme imkânı sağlamıştır. Ayrıca, dijital para birimleri ve blokzincir teknolojisi gibi yeni gelişmeler de finansal sistemlere ve ödeme altyapılarına dönüştürücü etkiler yapmıştır (Swan, 2015).

Bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkilerinden bir diğeri, bilgiye erişim kolaylığıdır. İnternet, bilgiye ulaşmanın ve paylaşmanın daha kolay ve hızlı bir yolunu sunar. Bu da eğitim, araştırma ve yenilik faaliyetlerini kolaylaştırır ve bilgi ekonomisini güçlendirir (Jorgenson ve Vu, 2007). İnternet sayesinde, insanlar artık herhangi bir konuda bilgiye kolaylıkla erişebilir, eğitim materyallerine ve uzaktan öğrenme kaynaklarına ulaşabilir ve çevrimiçi olarak işbirliği yapabilir. Bilgiye erişimin artması, yeni iş modelleri ve yenilikçi ürünlerin ortaya çıkmasına da olanak tanır. Örneğin, açık kaynak yazılım hareketi, farklı insanların işbirliği yaparak yazılım projeleri geliştirmesini ve bu projelerin geniş bir kullanıcı tabanına ulaşmasını sağlamıştır. Ancak, bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkileri sadece olumlu yönleriyle sınırlı değildir. Bilgisayar teknolojisi, bazı işlerin otomasyonu ile birlikte bazı işgücü taleplerini de etkilemiştir. Bazı rutin ve tekrarlayan işlerin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebilmesi, bazı işlerin kaybolmasına veya dönüşmesine neden olmuştur. Bu durum, bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkileri sadece olumlu yönleriyle sınırlı değildir. Bilgisayar teknolojisi, bazı işlerin otomasyonu ile birlikte bazı işgücü taleplerini de etkilemiştir. Bazı rutin ve tekrarlayan işlerin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebilmesi, bazı işlerin kaybolmasına veya dönüşmesine neden olmuştur (Autor, 2015). Bu durum, işgücü piyasasında önemli değişikliklere ve dönüşümlere yol açmıştır. Örneğin, fabrikalardaki üretim hatlarının otomasyonu, birçok işçiye olan talebi azaltmıştır. Bilgisayar kontrollü makineler, daha hızlı ve daha etkin bir şekilde üretim yapabildiği için, bazı manuel işlerin yerine geçmiştir. Bunun sonucunda, belirli sektörlerde işsizlik oranları artmış ve işgücü talebi azalmıştır. Bu durum, bazı işçilerin mesleki dönüşüme ihtiyaç duymasını ve yeni beceriler edinmelerini gerektirmiştir. Ancak, bilgisayar teknolojisi sayesinde yeni iş becerileri ve yetenekler talep eden işlerin de ortaya çıktığını belirtmek önemlidir. Örneğin, veri analisti, yapay zekâ uzmanı, yazılım geliştirici gibi alanlarda nitelikli işgücüne olan talep artmıştır.

Bilgisayar teknolojisi, dijital becerilerin ve teknolojiye dayalı uzmanlıkların önemini artırmıştır. Bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkileri, sektörler ve ülkeler arasında farklılık gösterebilir. Gelişmiş ülkelerde bilgisayar teknolojisinin daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılması, ekonomik büyümeyi desteklemekte ve rekabet avantajı sağlamaktadır. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde bilgisayar teknolojisinin kullanımı ve yaygınlaşması hala sınırlı olabilir. Bu durum, dijital uçurumun ve ekonomik eşitsizliklerin artmasına neden olabilir.

Bilgisayar teknolojisi, ekonomik faaliyetlerin önemli bir unsuru haline gelmiş ve birçok sektörde devrim niteliğinde değişimlere yol açmıştır. İşletmelerin verimliliğini artırarak maliyetleri düşürmelerine, yeni iş fırsatlarının ortaya çıkmasına, küresel ticaretin genişlemesine ve bilgiye erişimin kolaylaşmasına katkıda bulunmuştur. Ancak, bu dönüşüm süreci bazı zorlukları da beraberinde getirmiştir. Otomasyon ve işgücü taleplerindeki değişiklikler, bazı işlerin kaybolmasına ve işgücü piyasasında dönüşümlere neden olmuştur. Bu nedenle, bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkilerini anlamak ve yönetmek, iş dünyası, hükümetler ve eğitim kurumları için önemlidir. İşletmeler, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanarak rekabet avantajı elde etmeli ve işgücü taleplerindeki değişikliklere uyum sağlamalıdır. Hükümetler, teknolojiye uyum sağlamayı destekleyici politikalar ve programlar geliştirerek işgücünün dönüşümünü kolaylaştırmalıdır. Eğitim kurumları ise geleceğin iş gücünü hazırlamak için dijital becerilerin geliştirilmesine odaklanmalı ve yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etmelidir (Topcuoğlu vd., 2023).

Bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkileri sürekli olarak evrim geçirmektedir ve gelecekte de yeni fırsatlar ve zorluklar sunmaya devam edecektir. Yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin gelişimiyle birlikte, iş dünyası ve ekonomik sistem daha da dönüşecektir. Bu nedenle, bilgisayar teknolojisinin iktisadi etkilerini izlemek, anlamak ve yönetmek, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve toplumsal kalkınma için önemli bir konu olacaktır.

## 9. SONUÇ

Bilgisayar teknolojisi, hemen her alanda kullanılan ve yaşamımızı kolaylaştıran bir dönüşüm sağlamıştır. Evlerimizden işyerlerimize, eğitimden sağlık hizmetlerine kadar birçok alanda bilgisayarlar ve ilgili teknolojiler hayati bir rol oynamaktadır. İşlemciler, bellekler, depolama birimleri ve giriş/çıkış cihazları gibi temel bileşenlerden oluşan bilgisayarlar, yazılımlarla birlikte çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesi, mikroelektronik teknolojilerin ilerlemesiyle mümkün olmuştur. Elektronik bileşenlerin küçültülmesi ve yoğunlaştırılmasıyla bilgisayarlar daha gelişmiş ve karmaşık sistemlere dönüşmüştür. Bunun yanı sıra, tüketici elektroniği sektöründeki büyüme ve talep de bilgisayar teknolojisine ivme

kazandırmıştır. Yapay zekâ, nesnelere interneti ve diğer yeni teknolojiler de bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeleri desteklemektedir.

Bilgisayar teknolojisinin gelişimi, sürekli araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle desteklenmektedir. Akademik kuruluşlar, endüstriyel firmalar ve devlet destekli araştırma enstitüleri, yeni malzemelerin keşfi, enerji verimliliğinin artırılması, daha gelişmiş işlemcilerin tasarlanması gibi alanlarda çalışmaktadır. Bu hızlı gelişim, yaşamımızı derinden etkilemektedir. İnternetin yaygınlaşmasıyla bilgiye erişim kolaylaşmış, iletişim imkânları genişlemiş ve yeni iş modelleri ortaya çıkmıştır. Sosyal medya platformları, dijital eğlence ve eğitim araçları, mobil uygulamalar gibi dijital hizmetler günlük yaşantımızın bir parçası haline gelmiştir. Bilgisayar teknolojisi aynı zamanda endüstriyel otomasyon ve üretim süreçlerinde büyük bir rol oynamaktadır. Otomasyon sistemleri, işletmelerin verimliliğini artırırken insan gücüne olan bağımlılığı azaltmaktadır. Robotlar ve yapay zekâ destekli makineler, karmaşık işlemleri daha hızlı ve hassas bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

Bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle birlikte ortaya çıkan bazı endişeler bulunmaktadır. Özellikle veri güvenliği ve gizliliği, siber saldırılar ve kişisel verilerin kötüye kullanımı gibi konular önemli birer sorun haline gelmiştir. Bu nedenle, bilgisayar güvenliği ve veri koruması alanında sürekli olarak yeni çözümler geliştirilmekte ve önlemler alınmaktadır. Veri güvenliği, hassas bilgilerin yetkisiz erişim, manipülasyon veya kayıp risklerine karşı korunmasını sağlar. Kullanıcıların kişisel bilgilerinin korunması, finansal verilerin güvenliği ve işletmelerin ticari sırlarının korunması gibi konular, bilgisayar teknolojisinin gelişiminde büyük bir öneme sahiptir. Şirketler ve bireyler, güçlü şifreleme yöntemleri, güvenlik yazılımları ve ağ güvenlik protokolleri gibi çeşitli önlemler alarak verilerini koruma altına almaya çalışmaktadır. Gizlilik konusu da büyük bir önem taşımaktadır. İnternetin yaygınlaşması ve dijital hizmetlerin artmasıyla birlikte, kullanıcıların kişisel bilgileri ve çevrimiçi etkinlikleri izlenebilmekte ve takip edilebilmektedir. Bu durum, özellikle reklamcılık ve pazarlama faaliyetleri için kullanılan kişisel veri toplama yöntemleriyle ilgili endişeleri beraberinde getirmiştir. Veri koruma yasaları ve kullanıcıların gizlilik tercihlerini yönetme imkânı sunan araçlar, bu konuda önemli bir rol oynamaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin sosyal ve endüstriyel etkileri sürekli olarak gelişmektedir. Yapay zekâ, veri analitiği, sanal gerçeklik gibi alanlardaki ilerlemeler, bilgisayar teknolojisinin etkisini daha da derinleştirmekte ve genişletmektedir. Örneğin, yapay zekâ, otomasyon süreçlerini daha akıllı hale getirerek verimliliği artırmakta ve iş süreçlerini iyileştirmektedir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi yeni teknolojiler ise iletişim deneyimini daha zenginleştirmekte ve etkileşimi artırmaktadır. Ancak, veri güvenliği ve



gizliliği gibi endişelerle birlikte, bilgisayar teknolojisinin sosyal ve endüstriyel etkileri hala önemli bir şekilde gelişmektedir. Bilgisayar teknolojisi, iletişim, iş dünyası, kültür ve sanat gibi alanlarda büyük bir etki yaratmıştır. İletişim alanında, bilgisayar teknolojisi devrim niteliğinde değişiklikler getirmiştir. İnternet ve sosyal medya platformları, insanların dünyanın her yerindeki insanlarla kolayca iletişim kurmasını sağlamış ve kültürel etkileşimi artırmıştır. İnsanlar şimdi dijital ortamlarda anlık iletişim kurabilir, paylaşımlarda bulunabilir ve çeşitli platformlarda bir araya gelebilir. İş dünyasında, bilgisayar teknolojisi verimliliği artırmakta ve iş süreçlerini hızlandırmaktadır. Bilgisayarlar, verileri işleyerek analiz etme, raporlama yapma, finansal işlemleri gerçekleştirme ve müşteri hizmetlerini geliştirme gibi birçok görevi daha hızlı ve daha doğru bir şekilde yerine getirebilmektedir. Ayrıca, e-ticaret ve dijital pazarlama gibi yeni iş modelleri, bilgisayar teknolojisinin sunduğu imkânları kullanarak küresel pazarlara erişimi kolaylaştırmıştır. Kültürel olarak, bilgisayar teknolojisi sanat, müzik, film gibi alanlarda yeni ifade biçimlerinin ortaya çıkmasını desteklemektedir. Örneğin, bilgisayar tabanlı grafik programları ve dijital ses kayıt cihazları, sanatçılara daha özgün ve yaratıcı çalışmalar yapma imkânı sunmaktadır. Ayrıca, dijital medya ve internet, içerik üreticilerinin eserlerini daha geniş kitlelere ulaştırmasını sağlamıştır. Endüstriyel olarak, bilgisayar teknolojisi otomasyon ve verimlilik artışı sağlamaktadır. Bilgisayarlar, işletmelerin üretim süreçlerini otomatikleştirerek insan emeği ve zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, büyük veri analizi ve akıllı karar algoritması kullanarak, işletmeler verileri analiz edebilir, trendleri belirleyebilir ve daha akıllı kararlar alabilir. Bu da endüstriyel sektörlerde verimlilik, kalite ve rekabet gücü artışı sağlamaktadır.

Bilgisayar teknolojisi sosyal ve endüstriyel alanlarda önemli bir etkiye sahiptir. İletişim, iş dünyası, kültür, sanat ve endüstri gibi birçok alanda bilgisayar teknolojisinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu teknolojinin gelişimi, hız, verimlilik, erişilebilirlik ve yaratıcılık gibi alanlarda büyük fırsatlar sunmaktadır. Ancak, bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle birlikte bazı endişeler de ortaya çıkmaktadır. Veri güvenliği, gizlilik, siber saldırılar ve kişisel verilerin kötüye kullanımı gibi konular, dikkate alınması gereken önemli sorunlardır. Bu nedenle, bilgisayar güvenliği ve veri koruması konularında sürekli olarak yeni çözümler geliştirilmekte ve önlemler alınmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin geleceği ise heyecan vericidir. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, nesnelere interneti, otonom sistemler ve kuantum bilgisayarları gibi alanlardaki ilerlemeler, daha da büyük bir etki yaratmaya devam edecektir. Bunlar, iş süreçlerini daha akıllı ve verimli hale getirecek, daha kişiselleştirilmiş deneyimler sunacak ve daha karmaşık sorunlara çözümler bulmamıza yardımcı olacaktır. Bilgisayar teknolojisi hayatımızın bir parçası haline gelmiştir ve hızla

ilerlemeye devam etmektedir. Bu teknoloji, sosyal, ekonomik ve endüstriyel alanlarda büyük fırsatlar sunarken, dikkatli olunması gereken bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bilgisayar teknolojisinin etkisi, toplumumuzun geleceğinde daha da büyük bir öneme sahip olacaktır ve bu nedenle sürekli olarak gelişimini takip etmek ve yönetmek önemlidir.

Bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanakları yakından takip etmek ve yeni gelişmelere uyum sağlamak büyük önem taşımaktadır. Bireyler olarak, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmak, eğitim ve iş hayatında bilgisayar teknolojilerinden en iyi şekilde faydalanmak için sürekli olarak kendimizi geliştirmeliyiz. Aynı zamanda, bilgisayar teknolojisinin etik ve güvenlik konularında da bilinçli bir şekilde hareket etmeliyiz. Böylece, bilgisayar teknolojisinin sunduğu potansiyeli tam anlamıyla değerlendirebilir ve yaşamımızı daha kolay, verimli ve güvenli hale getirebiliriz. Öte yandan, bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişimi beraberinde bazı zorlukları da getirmiştir. Veri gizliliği, siber güvenlik ve teknoloji bağımlılığı gibi konular ön plana çıkmıştır. Bu nedenle, bireyler olarak bilinçli bir şekilde dijital dünyayı kullanmalı ve kişisel verilerimizi koruma altına almalıyız. Ayrıca, etik sorumluluklarımızı da unutmamalıyız ve yapay zekâ gibi teknolojilerin toplumsal etkilerini değerlendirmeliyiz.

Gelecekte, bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmeye devam etmesi beklenmektedir. Nesnelerin interneti, yapay zekâ, blok zinciri gibi yeni teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte daha akıllı ve bağlantılı bir dünya oluşacaktır. Örneğin, akıllı ev sistemleri, otomasyon ve otonom araçlar gibi alanlarda büyük ilerlemeler kaydedilecektir. Ayrıca, sağlık sektörü, enerji verimliliği, çevre koruması gibi alanlarda da bilgisayar teknolojilerinin kullanımı artacaktır. Veri analitiği ve büyük veri yönetimi, hastalıkların erken teşhisi, enerji tasarrufu sağlama ve doğal kaynakların daha etkin kullanımı gibi konularda büyük katkılar sunacaktır.

Endüstriyel olarak, bilgisayar teknolojisi otomasyon ve verimlilik artışı sağlamaktadır. İşletmeler, bilgisayarları kullanarak üretim süreçlerini otomatikleştirerek zaman ve işgücü tasarrufu sağlayabilirler. Büyük veri analizi ve akıllı karar algoritması kullanımıyla işletmeler, daha verimli ve akıllı kararlar alabilirler. Bu da endüstriyel sektörlerde rekabet gücünü artırır. Bu nedenle, işletmelerin bilgisayar teknolojisini kullanarak süreçlerini iyileştirmeleri ve yeniliklere açık olmaları önemlidir. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, nesnelerin interneti, otonom sistemler ve kuantum bilgisayarları gibi alanlardaki ilerlemeler, daha da büyük bir etki yaratacaktır. Bu nedenle, bireylerin ve işletmelerin bu alanlardaki gelişmeleri takip etmeleri ve uyum sağlamaları önemlidir. Aynı zamanda, veri güvenliği ve gizliliği gibi konulara da dikkat edilmeli ve uygun önlemler alınmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.
- Akbulut, A. (2018). Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti ve İmalat Teknolojileri: Dijitalleşme ve Yapay Zekâ. *Elektrik Mühendisliği ve Bilimleri Dergisi*, 5(1), 68-76.
- Anderson, C. (2016). *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*. Random House.
- Armbrust, M., et al. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 4, 2010, pp. 50-58.
- Arslan, G., & Özçelik, Y. (2016). Bulut Bilişim: İş Modelleri, Güvenlik ve Veri Mahremiyeti. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 47, 65-84.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2017). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
- Autor, D. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Aydın, M., & Özçelik, Y. (2019). Yeni Nesil İş Modelleri ve Dijital Dönüşüm: Bir Değer Zinciri Yaklaşımı. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 17(34), 165-186.
- Bakos, Y. (1998). The Emerging Landscape for Retail E-Commerce. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, no. 3, pp. 51-68.
- Bayar, H. T., & Öztürk, M. (2021). Teknolojinin istihdam üzerine etkisi: VAR analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 119-127.
- Berners-Lee, T. (1999). *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. HarperBusiness.
- Bessen, J. E. (2016). *AI and jobs: The role of demand*. NBER Working Paper No. 24235.
- Brown, C. (2012). Microelectronics and Consumer Electronics Industry Trends. *Proceedings of the IEEE*, 100(4), 1054-1060.
- Brown, J. (2020). *Computer architecture fundamentals and principles of computer design*. CRC Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., and Hitt, L. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, no. 4, 2000, pp. 23-48.
- Brynjolfsson, E., and McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company, 2014.
- Buyya, R., et al. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility." *Future Generation Computer Systems*, vol. 25, no. 6, pp. 599-616.
- Buyya, R., et al. (2010). *Cloud computing: principles and paradigms*. John Wiley & Sons.
- Büyükoçkan, G., & Göçer, F. (2017). Yapay Zekâ ve Endüstri 4.0. *Mühendis ve Makina*, 58(687), 5-10.
- Campbell-Kelly, M. (2003). *A History of the Personal Computer: The People and the Technology*. MIT Press.
- Ceruzzi, P. E. (2003). *A History of Modern Computing*. MIT Press.
- Chen, X., et al. (2017). Advances in Microelectronic Materials and Fabrication Techniques. *Advanced Materials*, 29(43), 1702090.
- Chen, Y., Misra, S., & Huang, X. (2019). Mobile Application Security: Malware Threats and Defenses. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), 2377-2397.
- Clark, A. (2017). *The Digital Divide: Arguments for and Against Facebook, Google, Texting, and the Age of Social Networking*. St. Martin's Griffin.
- Clark, A. (2018). *The Internet of Things in the Industrial Sector: Opportunities and Challenges*. Routledge.
- Clark, R. E. (2017). The impact of technology on the educational landscape. *Educational Psychologist*, 52(2), 85-97.

- Çelik, K. (2021). Bulut Bilişim Teknolojileri. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(24), 436-450.
- Davis, R. (2020). *The Technological Society*. Routledge.
- Dean, T., & Kaelbling, L. P. (2020). Planning and decision-making in partially observable, stochastic domains. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 3, 77-103.
- Deepika, G., & Gupta, M. (2020). Impact of Smartphones on Society. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(6), 4787-4790.
- Eravcı, D. B. (2010). Kurumların dijital dönüşümü: büyük veri. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 11(1), 90-112.
- Eraydın, A. (2001) *Yeni Ekonomi' nin Getirdiği Fırsat ve Riskler Toplumsal ve Mekânsal Açından*, Yeni Ekonomi El Kitabı, Ankara: T.C. Merkez Bankası Yay.
- García, J., et al. (2020). Microelectronics in Biomedical Applications: Current Trends and Future Directions. *Biosensors and Bioelectronics*, 156, 112126.
- George, M. (2004). *The History of Computers*. The Princeton Review.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Gradisar, M., Wolfson, A. R., Harvey, A. G., Hale, L., Rosenberg, R., & Czeisler, C. A. (2013). The Sleep and Technology Use of Americans: Findings from the National Sleep Foundation's 2011 Sleep in America Poll. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 9(12), 1291-1299.
- Gupta, A. (2017). The Impact of Computer Technology on Various Sectors. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 8(3), 89-98.
- Güçlü, N., & Gündüz, Ş. (2019). Bilgisayar Destekli Eğitim: Öğrenmeye Etkisi ve Eğitim Ortamlarında Kullanımı. *Eğitim ve Bilim*, 44(200), 107-125.
- Güzel, E., & Arslan, G. (2020). Dijital Dönüşüm ve İşgücü: Geleceğin Çalışma Yaşamına İlişkin Bir İnceleme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 1-26.
- Hashem, I. A. T., et al. The rise of 'big data' on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, vol. 47, 2015, pp. 98-115.
- Jadeja, Y., & Modi, K. (2012). *Cloud computing - concepts, architecture and challenges*. In Proceedings of the 2012 International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), pp. 877-880.
- Johnson, S. (2019). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. CRC Press.
- Jorgenson, D. W., and Vu, K. M. Information Technology and the World Growth Resurgence. *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 109, no. 4, 2007, pp. 741-764.
- Kanwal, S., & Jain, P. (2017). Impact of Smartphone's on Society. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 2(3), 394-398.
- Kılıçoğlu, G., & Uğurlu, S. (2015). Yapay Zekâ: Üretim Süreçlerindeki Etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 241-258.
- Kolat, H. B. (2023). Bulut bilişim servis sağlayıcısının veri güvenliğinin sağlanmasından doğan sorumluluğu.
- Krol, E. (1992). *The Whole Internet: User's Guide and Catalog*. O'Reilly Media.
- Kumar, V. (2022). Artificial Intelligence and Its Impact on Society. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 17(2), 120-.
- Lee, D. (2019). *Nanomaterials and Nanotechnology in Microelectronics*. *Materials Today*, 22, 16-24.
- Marston, S., et al. "Cloud computing—The business perspective." *Decision Support Systems*, vol. 51, no. 1, 2011, pp. 176-189.
- Rayport, J. F., & Sviokla, J. J. (1994). Managing in the Marketspace. *Harvard Business Review*, 72(6), 141-150.
- Roberts, J. A., Yaya, L. H., & Manolis, C. (2014). "The Invisible Addiction: Cell-Phone Activities and Addiction among Male and Female College Students." *Journal of Behavioral Addictions*, 3(4), 254-265.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson.
- Sinan, T. (2022). *Yüksek teknoloji ihracatı ve iktisadi büyüme* (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

- Smith, P. (2020). *Digital Transformation in Manufacturing: Creating Smarter Industrial Operations*. Kogan Page.
- Swan, M. "Blockchain: Blueprint for a New Economy." O'Reilly Media, 2015.
- Tapscott, D. (1998). *Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation*. McGraw-Hill.
- Tekin, M., Zerenler, M. ve Bilge, A. (2005). Bilişim teknolojileri kullanımının işletme performansına etkileri: lojistik sektöründe bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (8), 115-129.
- Topcuoglu, E., Kobanoglu, M. S., Kaygın, E., Karafakıoğlu, E., Erdogan, S. U., Torun, B. T., & Oktaysoy, O. (2023). The Improving Role of Digital Leadership in the Impact of Social Loafing on Job Performance. *International Journal of Organizational Leadership*, 12(1).
- Yazıcı, A. (2018). The Impact of Information Technology on Business Process Efficiency. *International Journal of Business and Management*, 7(2), 40-55.

# TEKNOKENTLER VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM EKOSİSTEMİ

Ethem Topçuoğlu<sup>3</sup>

## ÖZET

Dijital dönüşüm, teknolojik ilerlemelerin toplumların ekonomik ve sosyal yapısını yeniden şekillendirdiği, bilgi temelli ekonominin temel dinamiklerini oluşturduğu bir süreçtir. Bu dönüşümde teknokentler, yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi, ekonomik kalkınmanın hızlandırılması ve girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Üniversite, sanayi ve kamu sektörü arasında bir iş birliği platformu oluşturan teknokentler, bilgi üretiminin ekonomik değere dönüşümünü sağlayarak dijital teknolojilerin yaygınlaşmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, teknokentlerin dijital dönüşümdeki stratejik rolünü vurgulamak, karşılaşılan zorlukları ele almak ve bu yapıları daha etkili hale getirecek öneriler sunmaktır. Çalışma, teknokentlerin bilgi ekonomisinin sürdürülebilir gelişimine olan katkısını akademik bir çerçevede ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışmada, teknokentlerin dijital dönüşümdeki rolü ve Türkiye özelindeki etkileri ele alınmıştır. Araştırmada teknokentlerin tanımı ve tarihsel gelişimi ile dijital dönüşüm süreçlerindeki işlevleri irdelenmiş, ayrıca, Türkiye'deki başarılı teknokent örnekleri (ODTÜ Teknokent, İTÜ ARI Teknokent, Bilkent Cyberpark vb.) üzerinden bu yapıların ekonomik, sosyal ve teknolojik kalkınmaya olan katkıları değerlendirilmiştir. Çalışmada, dijital dönüşüm bağlamında teknokentlerin yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesindeki rolünü analiz edilirken, aynı zamanda girişimcilik ekosistemi, sürdürülebilir kalkınma ve sosyolojik yapıya olan etkileri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Teknokent, Ar-Ge, Girişimcilik, Kalkınma.

## GİRİŞ

Teknolojik inovasyonun hızla ivme kazandığı 21. yüzyılda, dijital dönüşüm ekonomilerin küresel ölçekte yeniden yapılandırılmasını tetiklemiştir. Büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti (IoT) gibi dijital teknolojiler, yalnızca işletmelerin çalışma biçimlerini değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda toplumsal yapının tüm katmanlarında derin bir dönüşüm yaratmıştır. Bu bağlamda teknokentler, dijital teknolojilerin geliştirilmesi, ticarileştirilmesi ve yaygınlaştırılması aynı zamanda sosyolojinin şekillendirilmesi için eşsiz bir platform durumundadır (Link ve Scott, 2003). Teknokentlerin sunduğu altyapı ve destekler, hem büyük ölçekli işletmelerin hem de start-up'ların inovatif çözümler üretmesine imkân tanımaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise teknokentler, bilgi ekonomisine geçiş sürecinde ulusal kalkınma politikalarının stratejik bir aracı olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Rothaermel vd., 2007).

Teknokentlerin dijital dönüşümdeki merkezi rolü birkaç temel boyut üzerinden değerlendirilebilir (Babkin vd., 2020). İlk olarak, dijital teknolojilerin geliştirilmesi sürecinde sağlanan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) altyapıları dikkat çekmektedir. Özellikle yapay zekâ, blockchain ve IoT gibi ileri teknolojilerin geliştirilmesi için teknokentler, üniversite ve sanayi iş birliğini mümkün kılan benzersiz bir ekosistem yaratmaktadır (Özdemir, 2018). İkinci olarak, teknokentler yenilikçiliği teşvik eden teşvik mekanizmalarıyla ekonomik kalkınmayı hızlandırmakta ve bölgesel eşitsizliklerin giderilmesine katkı sunmaktadır. Dijital dönüşüm süreçlerinde Ar-Ge faaliyetlerinin önündeki engelleri kaldırarak, hem ulusal hem de uluslararası pazarlara erişimi kolaylaştırmaktadır (Görkemli, 2011). Üçüncü olarak ise, teknokentlerin girişimcilik ekosistemine sağladığı katkılar dikkat çekmektedir. Teknokentlerde yer alan kuluçka merkezleri, start-up'ların fikir aşamasından ticarileşme sürecine kadar tüm aşamalarda desteklenmesini mümkün kılmaktadır. Bu yapılar, dijitalleşmenin ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürülmesinde stratejik bir rol üstlenmektedir (Oborin, 2022).

Bu çalışmanın amacı, teknokentlerin dijital dönüşümdeki rolünü derinlemesine analiz ederek, bu yapıların ulusal kalkınmaya olan katkılarını ve sunduğu fırsatları ortaya koymaktır. Bununla birlikte, mevcut teknokent modellerinin karşılaştığı zorluklar da ele alınacak ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirilecektir. Çalışma, teknokentlerin dijital dönüşüm süreçlerindeki stratejik önemini vurgularken, aynı zamanda Türkiye'nin bu alandaki mevcut performansını değerlendirmeyi ve daha ileri adımlar için yol haritası sunmayı hedeflemektedir.

## 1. TEKNOKENTLERİN TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

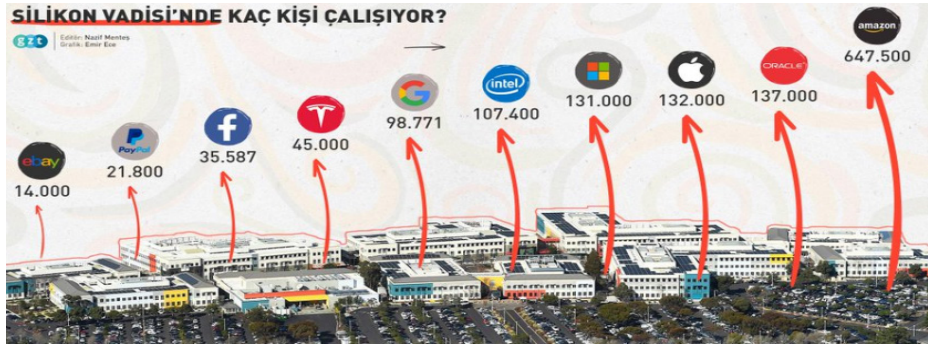
Teknolojik inovasyon ve bilgi ekonomisi çağında, teknokentler, yenilikçi girişimlerin ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla kurulan stratejik bölgeler olarak dikkat çekmektedir. Üniversite, sanayi ve kamu sektörü arasında iş birliğini teşvik ederek bilimsel bilginin ekonomik ve toplumsal faydaya dönüşmesini sağlayan teknokentler, günümüz dünyası işletmelerinin ihtiyaç duyduğu, nitelikli bilgi gereksinimlerine cevap verebilme rolüne sahip stratejik oluşumlar olarak ifade edilebilir (Oborin, 2022). Bu noktada kavram hakkında genel bir çerçeve çizmek için tanım ve kronolojik gelişimi hakkında bilgi vermek yerinde olacaktır.

### 1.1. Teknokent Tanım ve Amacı

Teknokentler, genel olarak, teknoloji ve bilgi tabanlı girişimlerin geliştirilmesi için oluşturulan özel bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Literatürde teknokentler, “üniversiteler, araştırma kurumları ve sanayi arasında iş birliğini teşvik eden, teknoloji transferine ve yenilikçi girişimlerin gelişimine olanak sağlayan ekosistemler” olarak ifade edilmektedir (Link ve Scott, 2003). Bu tanım, teknokentlerin yalnızca ekonomik büyümeye değil, aynı zamanda bilginin topluma entegrasyonuna da katkı sağladığını vurgulamaktadır. Teknokentlerin temel özelliklerinden biri, genellikle üniversitelerin yakınında yer almasıdır. Bu durum, akademik bilginin ticari ürün ve hizmetlere daha hızlı dönüşmesini mümkün kılmaktadır (Phan vd., 2005). Ayrıca teknokentler, girişimcilere, KOBİ'lere ve büyük işletmelere uygun altyapı, finansal teşvikler ve danışmanlık hizmetleri sunarak, teknoloji odaklı girişimlerin başarılı olmasını desteklemektedir.

İlk teknokent, 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde Stanford Üniversitesi'nin liderliğinde kurulmuştur. Stanford Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı Frederick Terman, üniversite ile sanayi arasında iş birliğini teşvik eden bu modeli geliştirmiştir. Stanford Research Park, dünyadaki ilk teknokent olarak kabul edilmekte ve bu model, teknokentlerin üniversitelerle güçlü bir bağ içinde olmasını öngörmektedir (Luger ve Goldstein, 2000). Stanford Research Park, özellikle Silikon Vadisi'nin doğusunda kritik bir rol oynamış ve teknoloji tabanlı girişimlerin gelişimini desteklemiştir. Teknokentlerin amacı, üniversitelerin ürettiği bilgiyi ekonomik değere dönüştürmek ve teknoloji tabanlı girişimcilik için uygun bir ekosistem yaratmaktır (Çetin, 2006). Bu bölgede kurulan Hewlett-Packard (HP), ilk başarılı örneklerden biridir ve bu tür teknokentlerin büyük teknoloji şirketlerinin gelişimine katkı sağladığını kanıtlamıştır.





Şekil 1. Silikon vadisi işletmeleri ve çalışan sayıları (Kaynak: gztcom)

Stanford Research Park modeli, 1970'lerden itibaren diğer ülkeler tarafından da benimsenmiş ve global bir fenomene dönüşmüştür. Teknokentler, teknoloji transferi, Ar-Ge faaliyetleri ve girişimciliği destekleyerek bilgi ekonomisinin temel yapı taşlarından biri olmuştur. İlk teknokent olan Stanford Research Park, günümüzde de teknoloji ve yenilikçilik alanında liderlik etmeye devam etmektedir (Sorenson, 2024). Bu başarı, üniversite-sanayi iş birliği ve inovasyonun güçlenmesinde teknokentlerin nasıl bir etki yaratabileceğini göstermektedir.

Bu bağlamda teknokentlerin kuruluş amaçları, yenilikçiliğin teşvik edilmesi, ekonomik kalkınmanın hızlandırılması ve bilgi ekonomisine geçişin desteklenmesi gibi birçok farklı boyutta ele alınabilir. Bahse konu amaçlar, aşağıdaki gibi açıklanabilir:

**Yenilikçi Ekosistemlerin Geliştirilmesi:** Teknokentlerin hedeflerinden ilki ve belki de en önemlisi, yenilikçi fikirlerin desteklenmesidir. Teknokentler, teknoloji odaklı girişimlerin Ar-Ge süreçlerini kolaylaştıran altyapılar sağlamak ve bu girişimlerin küresel pazarda rekabet gücünü artırmasına olanak tanımaktadır (Castells ve Hall, 1994). Bu bağlamda teknokentler, bilgi ekonomisinin en önemli aktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

**Üniversite-Sanayi İş Birliğini Güçlendirmek:** Teknokentler, üniversite ve sanayi arasındaki iş birliğini artırarak, akademik bilginin ekonomik ürünlere dönüşmesini kolaylaştırmaktadır. Bu iş birliği modeli, üniversitelerin Ar-Ge kapasitesinin özel sektörle entegre edilmesini sağlamakta (Etzkowitz ve Leydesdorff, 2000), böylece bilimsel bilgi, doğrudan toplumun ihtiyaçlarına yönelik çözümler üretebilmektedir.

**Bölgesel ve Ulusal Kalkınmayı Desteklemek:** Teknokentlerin bir diğer amacı, bölgesel kalkınmayı hızlandırmak ve yerel ekonomileri güçlendirmektir (Maninggar, 2019). Teknokentler, bulunduğu bölgedeki iş gücünü nitelikli hale getirerek istihdam yaratmakta ve yerel girişimciliği teşvik etmektedir (Leydesdorff, 2012). Özellikle son zamanlarda gelişmekte olan ülkelerde

teknokentler, ekonomik kalkınma politikalarının temel unsurlarından biri haline gelmiş, bu noktada önemli bir pozitif etki yaratmıştır.

**Teknoloji Transferini Kolaylaştırmak:** Teknokentler, teknoloji transferi süreçlerini hızlandırarak yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Bu transfer süreci, genellikle üniversitelerde üretilen bilginin ticarileştirilmesiyle gerçekleşmektedir (Rothaermel vd., 2007). Böylece akademik araştırmalar, toplumsal faydaya dönüşen inovasyonlar olarak hayat bulmakta, ekonomik sahada daha etkin kullanılarak nitelikli katma değere dönüştürülebilmektedir.

## 2. TEKNOKENTLERİN DİJİTAL DÖNÜŞÜMDEKİ ROLÜ

Dijital dönüşüm, son yıllarda ekonomilerin ve toplumların yeniden şekillenmesinde kritik bir faktör haline gelmiştir. Bu süreç, dijital teknolojilerin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve ekonomik katma değer yaratması yoluyla gerçekleşmektedir. Teknokentler, bu dönüşümde merkezi bir role sahip olarak ön plana çıkmaktadır. Araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, inovasyonun teşvik edilmesi ve dijital çözümler geliştiren start-up'lara sağlanan destekler, teknokentleri dijitalleşmenin anahtar unsurlarından biri yapmaktadır. Bu bağlamda, teknokentlerin dijital dönüşümdeki rolünün, dijital teknolojilerin geliştirilmesindeki katkıları, Ar-Ge çalışmaları ve inovasyonun teşvik edilmesi ile start-up'ların dijital çözümler üretmedeki önemleri çerçevesinde ele alınması yerinde olacaktır.

### 2.1. Dijital Teknolojilerin Geliştirilmesinde Teknokentlerin Önemi

Teknokentler, dijital teknolojilerin geliştirilmesi için son derece işlevsel ve etki kabiliyeti geniş bir ekosistem sunmaktadır. Dijital dönüşümün temel bileşenleri olan büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve blockchain gibi yenilikçi teknolojiler, büyük oranda bu merkezlerde geliştirilmektedir. Teknokentlerin sunduğu altyapı, üniversite-sanayi iş birliğini destekleyen yapısıyla bu teknolojilerin geliştirilmesi için gerekli sinerjiyi sağlamaktadır. Özellikle, teknokentlerin üniversitelerle yakın bir ilişki içinde olması, akademik bilginin ticari ürünlere ve hizmetlere dönüşmesini hızlandırmaktadır (Oborin, 2022).

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, teknokentlerin dijital teknolojilerin geliştirilmesine katkısı, ulusal kalkınma politikalarının bir parçası olarak şekillenmektedir. Örneğin, 2001 yılında çıkarılan Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu, teknokentlerin dijital inovasyon süreçlerindeki yerini güçlendirmiştir. Bu yasal çerçeve sayesinde, dijital teknolojilerin geliştirilmesi için hem yerel hem de uluslararası düzeyde iş birlikleri artırılmıştır (Canbulat, 2024). Teknokentlerin dijital teknolojilere katkısı yalnızca teknolojik altyapı sunmakla da sınırlı değildir. Aynı zamanda, bu alanlarda çalışan yetenekli bireyleri bir

araya getirerek dijital ekosistemi güçlendirmektedir. Bu durum, dijital dönüşüm süreçlerinin hızlanmasını sağlamaktadır. Özellikle, teknokentlerin sunduğu eğitim programları ve akademik bağlantılar, dijital teknolojilerde uzmanlaşmış bir iş gücünün oluşması noktasında da önemli katkıda bulunmaktadır (Sung, 2002).

## **2.2. Teknokentlerde Ar-Ge Çalışmaları ve İnovasyonun Teşvik Edilmesi**

Teknokentler, dijital dönüşümün önemli bir bileşeni olan Ar-Ge çalışmaları için ideal bir ortam sağlamaktadır. Teknokentlerde yer alan şirketler ve girişimciler, devlet desteklerinden ve üniversitelerin bilgi altyapısından faydalanarak dijital çözümler geliştirme şansı yakalamakta, Ar-Ge projeleri, dijitalleşmenin sunduğu fırsatların ekonomik çıktıya dönüştürülmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Ar-Ge faaliyetleri, teknokentlerin yalnızca teknoloji geliştirme değil, aynı zamanda yenilikçiliği teşvik etme misyonunu da desteklemektedir. Teknokentler, işletmelere vergi muafiyetleri, düşük maliyetli ofis alanları ve finansal teşvikler sunarak, Ar-Ge faaliyetlerinin önündeki engelleri azaltmaktadır (Babkin vd., 2020). Bu bağlamda, inovasyon faaliyetleri de teknokentlerdeki temel dinamiklerden biridir. Dijital dönüşüm süreçlerinde, yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması için sürekli bir inovasyon gereklidir. Teknokentler, bu inovasyonu teşvik ederek, dijital çözümlerin ekonomik değer yaratma potansiyelini artırmaktadır. Yapay zekâ tabanlı otomasyon sistemleri veya büyük veri analitiği araçları gibi dijital çözümlerin, teknokentlerdeki inovasyon süreçleri sayesinde oldukça büyük bir hızla geliştirilmesi, bu duruma örnek olarak verilebilir (Radosevic ve Myrzakhmet, 2009).

## **2.3. Start-up'ların Dijital Çözümler Geliştirmesi**

Start-up, genellikle yenilikçi bir fikirle hızla büyümeyi hedefleyen, erken aşamada ve yüksek riskli ancak yüksek getirili potansiyele sahip, çoğunlukla teknoloji odaklı girişim olarak tanımlanmaktadır (Tekin, 2021). Bu yapılar sınırlı kaynaklarla işe başlar, esnek organizasyon yapılarıyla belirsizliklere uyum sağlar ve yenilikçi çözümleriyle mevcut piyasa sorunlarına cevap üretmeye odaklanırlar. Bu yapılar ölçeklenebilir iş modelleri sayesinde kısa sürede hızlı büyüme hedeflerken, girişimcilik ekosisteminde dijitalleşme ve inovasyonun öncüsü olurlar (Özdemir vd., 2024). Bu noktada teknokentler, start-up ekosistemi için güçlü bir destek mekanizması sunmaktadırlar. dijital dönüşüm süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin öncüsü olarak önemli bir role sahip olan start-up'lar, teknokentlerin sağladığı olanaklardan faydalanarak hızlı bir şekilde büyüebilmektedir (Tutar ve Orbey, 2024).

Teknokentlerde bulunan start-up'lar, genellikle dijital çözümler geliştirmek için gerekli altyapı ve desteğe sahiptir. Bu şirketler, IoT, blockchain, yapay

zekâ ve siber güvenlik gibi alanlarda yenilikçi projeler geliştirerek, hem yerel hem de küresel düzeyde etki yaratmaktadır. Örneğin, akıllı şehir projeleri, çevre dostu teknolojiler ve dijital sağlık çözümleri, teknokentlerdeki start-up'ların odaklandığı önemli alanlardan bazılarıdır (Babkin vd., 2020). Teknokentlerin sunduğu ağlar ve iş birliği fırsatları da start-up'ların küresel piyasalara erişimini kolaylaştırmaktadır. Bu ekosistem, dijital girişimcilerin büyüme potansiyelini artırarak, dijital dönüşümün hızlanmasını sağlamakta, ayrıca, start-up'lara mentorluk, finansman ve iş geliştirme hizmetleri sunarak, girişimcilerin yenilikçi çözümler üretmesine olanak tanımaktadır (Radosevic ve Myrzakhmet, 2009).

### 3. TEKNOKENTLERİN İŞLETMELERE SUNDUĞU FIRSATLAR

Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği çağımızda, işletmelerin inovasyon kapasitelerini artırarak rekabet gücünü koruyabilmeleri kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda teknokentler, şirketlere Ar-Ge faaliyetleri, dijital ürün geliştirme ve küresel pazarlara entegrasyon gibi konularda geniş fırsatlar sunmaktadır. Teknokentlerin sağladığı destekler, genelden özele doğru incelendiğinde; vergi avantajları ve teşvik mekanizmaları, dijital ürün ve hizmetlerin hızlı prototiplenmesi ve işletmelerin küresel iş ağlarına entegrasyonu gibi temel unsurlar dikkat çekmektedir (Doğan, 2020).

Teknokentlerin işletmeler için en önemli avantajlarından biri, sundukları vergi muafiyetleri ve teşviklerdir (Canbulat, 2024). Türkiye özelinde ele almak gerekirse Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu kapsamında, teknokentlerde faaliyet gösteren şirketlere çeşitli finansal kolaylıklar sağlanmaktadır. Bu bağlamda, gelir ve kurumlar vergisi muafiyeti, Ar-Ge personeline yönelik gelir vergisi stopaj teşviki ve sosyal güvenlik prim indirimleri, işletmelerin maliyetlerini düşürerek inovasyon faaliyetlerine daha fazla kaynak ayırmalarını sağlamaktadır (Yıldız, 2015). Ayrıca, yazılım geliştirme gibi dijital ürünlerin geliştirilmesi süreçlerinde, KDV muafiyeti gibi avantajlar, girişimciler için büyük bir teşvik oluşturmakta, bu tür destekler, şirketlerin hem finansal sürdürülebilirliklerini artırır hem de yenilikçi projelere odaklanmalarını mümkün kılmaktadır (Maninggar, 2019).

Teknokentler, dijital ürün ve hizmetlerin hızlı prototiplenmesi için gerekli altyapı ve teknolojiye sahip olmalarıyla da öne çıkmaktadır. Prototipleme süreci, yeni bir ürün veya hizmetin geliştirilmesinde hayati bir aşamadır ve teknokentlerde sunulan laboratuvarlar, simülasyon araçları ve prototip üretim cihazları, bu süreci hızlanması noktasında önemli bir katkıda bulunmaktadır. Özellikle start-up'lar, teknokentlerde düşük maliyetli ve hızlı bir şekilde prototip geliştirme fırsatına sahip olmakta, bu sayede kısa sürede katma değer yaratabilme olanağına sahip olabilmektedirler (Babkin vd., 2020).

Teknokentlerin sunduğu bir diğer fırsat ise işletmelerin küresel pazarlara entegrasyonunu kolaylaştırmasıdır. Teknokentler, uluslararası iş ağlarına erişim, ihracat teşvikleri ve küresel etkinliklere katılım gibi imkânlar sunarak işletmelerin uluslararası düzeyde rekabet edebilir hale gelmesini sağlamakta, ayrıca, düzenlenen uluslararası konferans ve fuarlar vasıtasıyla işletmelerin dünya çapındaki şirketler ve yatırımcılarla bağlantı kurmasını kolaylaştırmaktadırlar (Sain ve Berber, 2024). Dijitalleşmenin etkisiyle, teknokentlerde geliştirilen dijital ürün ve hizmetler, işletmelerin küresel piyasalara erişimini hızlandırmakta, bu durum, işletmelerin sınır ötesi iş yapma kapasitelerini artırarak ekonomik büyümeye katkıda bulunmaktadır (Oborin, 2022). Dolayısıyla, işletmeler için teknokentler, vergi avantajları ve teşviklerden dijital ürün geliştirme süreçlerine ve küresel entegrasyona kadar çeşitli fırsatlar sunmakta, bu sayede de şirketlerin yenilikçi çözümler üretmesini ve rekabet avantajı elde etmesini mümkün kılarak stratejik bir rol üstlenmektedir.

#### 4. TEKNOKENTLERİN GELECEĞİ

Teknokentler, ekonomik kalkınma ve teknolojik yeniliklerin merkezinde yer alarak bilgi ekonomisine dayalı bir büyüme modeli için stratejik altyapılar oluşturmaktadır. Günümüzde dijital dönüşüm, sürdürülebilirlik ve küresel iş birliği gibi küresel dinamikler, teknokentlerin yapısının ve işlevlerinin yeniden tanımlaması gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Teknokentlerin geleceği, bu yapılar aracılığıyla teknolojik inovasyonların artırılması, yeşil teknolojilere odaklanması ve uluslararası entegrasyon gibi kritik alanlara bağlı olarak evrilmektedir. Bu nedenle teknokentlerin geleceği, teknokentlerin gelecekteki rolüne ve bu yapıları dönüştürecek temel dinamiklere odaklanılarak öngörülebilir olmaktadır.

##### 4.1. Dijital Dönüşüm ve Teknokentlerin Geleceği

Dijital dönüşüm, teknokentlerin geleceğini şekillendiren en önemli faktörlerden biridir. Yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri ve blockchain gibi dijital teknolojiler, teknokentlerin sunduğu inovasyon ekosisteminin merkezinde yer almaktadır. Teknokentlerin, dijital teknolojilerin geliştirilmesi için gerekli altyapı ve iş birliği ortamını sağlaması, işletmelerin ve girişimcilerin dijital çözümler üretmesini hızlandırmakta, bu yönüyle teknokentler hem dijital dönüşümü şekillendirmekte hem de şekillenen bu yeni düzene uyum sağlamak için değişmektedir (Oborin, 2022). Gelecekte teknokentlerin dijital dönüşümdeki rolünü artırması için birkaç stratejik yaklaşım öne çıkmaktadır. Bunlar;

***Dijital Teknokent Platformlarının Geliştirilmesi:*** Gelecekte teknokentler, sanal iş birliği platformları ve bulut tabanlı altyapılar aracılığıyla daha erişilebilir hale gelecektir. Bu platformlar, girişimcilerin ve araştırmacıların uzaktan iş

birliği yapmasını ve projelerini hızla hayata geçirmesini kolaylaştıracaktır. **Yapay Zekâ ve Veri Ekosistemleri:** Teknokentlerin, yapay zekâ uygulamaları için veri altyapısı sunması, yenilikçi çözümlerin hızla geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda, veri paylaşımı ve analitiği, teknokentlerin inovasyon kapasitesini artıran temel unsurlardan biri olacaktır (Babkin vd., 2020). **Sürdürülebilirliğin Artan Önemi:** Teknokentler, özellikle Toplum 5.0 anlayışının bir yansıması olarak ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda şekillenecek, daha yaşanabilir bir dünya için gerekli dönüşümün kaynağına dönüşecektir. Bu yönüyle teknokentlerin gelecekte sürdürülebilirliğe katkısı nedeniyle aynı zamanda sosyal mühendislik rolüne de sahip olması olasıdır (Durguter, 2019).

#### **4.2. Sürdürülebilirlik ve Yeşil Teknokentler**

Küresel iklim değişikliği ve çevresel sorunlar, teknokentlerin gelecekteki yönelimlerini belirleyen bir diğer önemli faktördür. Geleceğin teknokentleri, sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılığı temel alan yaklaşımlarla yeniden şekillenecektir. Bu bağlamda “yeşil teknokentler” kavramı, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve düşük karbon emisyonu hedeflerini ön planda tutacak bir yaklaşım olarak tanımlanabilir.

Bu noktada teknokentlerin sürdürülebilirliği artırma yolları olarak; yenilenebilir enerji entegrasyonu ve döngüsel ekonomi yaklaşımları önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji bağlamında teknokentlerin, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak karbon ayak izlerini azaltmaları beklenmekte, yine döngüsel ekonomi yaklaşımları bağlamında teknokentler, geri dönüşüm ve atık yönetimi uygulamalarıyla çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunacak, aynı zamanda, bu alanlarda yenilikçi çözümler geliştiren girişimlere destek sağlayacaktır (Radosevic ve Myrzakhmet, 2009).

#### **4.3. Uluslararası İş Birlikleri ve Küresel Entegrasyon**

Teknokentlerin geleceği, yalnızca yerel kalkınmayı destekleyen yapılar olarak değil, aynı zamanda uluslararası inovasyon ekosistemine entegre olmuş küresel aktörler olarak şekillenmektedir. Küreselleşme, ülkeler ve bölgeler arasındaki teknolojik ve ekonomik sınırları ortadan kaldırırken, teknokentlerin bu süreçteki rolü giderek daha kritik hale gelmektedir. Uluslararası iş birlikleri, teknokentlerin bilgi ve teknoloji paylaşımı, inovasyon süreçlerinin hızlanması ve küresel pazarlara erişim konularında önemli avantajlar sağlamasına olanak tanımaktadır. Teknokentlerin bu alanlarda etkinliklerini artırmaları, hem yerel girişimcilerin hem de uluslararası ortakların karşılıklı fayda sağlamalarını mümkün kılmaktadır.

Teknokentlerin uluslararası iş birlikleri ve küresel entegrasyon süreçlerindeki başarısı, bu yapıların gelecekteki etkisini belirleyecektir. Bilgi ve teknoloji paylaşımına dayalı uluslararası ağlar, küresel ölçekte rekabetçi ve sürdürülebilir inovasyon ekosistemlerinin oluşmasına katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda teknokentler, yalnızca yerel ekonomilere değil, küresel ekonomiye de önemli bir değer katmaya devam edecektir.

## 5. TÜRKİYE'DE TEKNOKENTLER

Teknoloji geliştirme bölgeleri veya teknokentler, teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi, girişimciliğin desteklenmesi ve üniversite-sanayi iş birliğinin güçlendirilmesi amacıyla dünya genelinde yaygınlaşan stratejik altyapılardır. Türkiye, küresel teknolojik dönüşümün bir parçası olma hedefiyle 2000'li yıllardan itibaren teknokentlerin kurulmasına ve yaygınlaştırılmasına önem vermiştir. Bahse konu bu sürecin kronolojisi bu başlık altında kapsamlı bir biçimde ele alınmaktadır.

### 5.1. Türkiye'de Teknokentlerin Tarihi ve Gelişimi

Teknokent kavramı, daha öncede ifade edildiği üzere ilk olarak 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır. Stanford Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı Frederick Terman, üniversite-sanayi iş birliğini teşvik eden bu modeli geliştirmiştir. Teknokent modeli, ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla 1970'ler ve 1980'lerde gelişmiş ülkelerde hızla yaygınlaşmış, 1990'lara gelindiğinde, dünya genelinde teknopark, teknopol, teknoloji parkı ve inovasyon parkı gibi farklı adlarla anılan, sıklıkla görülen, yaygın yapılara dönüşmüştür. Bu yapılar, yenilikçi bilgi ve teknolojilerin inovasyona dönüştürülmesinde üniversite-sanayi-devlet arasındaki iş birliğini sağlamada önemli araçlar haline gelmiştir.

Türkiye'de teknokent fikri, 1980'li yıllarda gündeme gelmiştir. 1985 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi ile Ticaret Odası iş birliğiyle ilk teknokent uygulaması başlatılmış ve 1986 yılında faaliyete geçmiştir. Ardından 1988 yılında İzmir Teknopark, 1990 yılında ODTÜ Teknokent ve 1999 yılında TÜBİTAK-MAM Teknopark kurulmuştur (Başalp ve Yazlık, 2006). Ancak bu teknoparkların tam olarak aktif hale gelmesi 2001 yılından sonra gerçekleşmiştir. Türkiye'de teknokentlerin yasal zemini, 2001 yılında yürürlüğe giren 4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu ile oluşturulmuştur. Bu kanun kapsamında, teknoparklarda faaliyet gösteren yönetici şirketlere, başta vergi istisnaları ve altyapı destekleri olmak üzere çeşitli teşvik ve muafiyetler sağlanarak teknoloji tabanlı şirketler ve yenilikçi girişimciler için teşvik mekanizmaları oluşturulmuştur (Canbulat, 2024).

## 5.2. Teknokentlerin Amaçları ve Türkiye’de Mevcut Durumu

Teknokentlerin temel amacı, üniversiteler ile sanayi kuruluşlarını bir araya getirerek, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerini desteklemek ve yenilikçi ürünlerin ticarileştirilmesini sağlamaktır. Bu bölgeler, yeni kurulan firmalara ticarileşme, altyapı hizmeti, müşteri ve pazar ile buluşma, patent alma konularında destek vermenin yanı sıra devlet desteklerine ek teşvik ve destekler sunmakta, ayrıca, faaliyet gösterdikleri bölge ve ülkelerin bölgesel ve ulusal kalkınması açısından da kritik öneme sahip olmaktadır. Bu noktada teknokentler faaliyet gösterdikleri endüstrinin yeniden canlandırılmasına yardım etmekte; istihdam, beyin göçü gibi sosyolojik sorunların çözümüne katkıda bulunmaktadır (Yusufoğlu, 2014).



Şekil 2. Türkiye teknokent dağılım haritası (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı verilerine göre, Türkiye’deki teknoloji geliştirme bölgelerinin sayısı Eylül 202 tarihi itibarıyla 104’e ulaşmıştır. Aktif olarak faaliyet gösteren bölge sayısı 91 olmakla birlikte; 13 bölgenin altyapı çalışmaları devam etmektedir. Türkiye’deki Teknoloji Geliştirme Bölgelerinde faaliyet göstermekte olan toplam firma sayısı 11 bin 86’dır. Bunun 484 tanesi yabancı ya da yabancı ortaklı firmadır. Kuluçka firma sayısı 3.060 iken 2.161 firma akademisyen ortaklıdır. Bu firmalarda toplam 115 bin 609 personel görev yapmakta olup; bu merkezlerde tamamlanan proje sayısı 62.036, devam den proje sayısı 16.186’dır. Firmaların ulaştığı toplam satış rakamı 633 milyar TL; toplam ihracat rakamı 11,8 milyar dolardır (Bkz: Tablo 1).



TEKNOLOJİ GELİŞTİRME BÖLGELERİ	
Firma Sayısı	11.086
Yabancı/Yabancı ortaklı Firma Sayısı	484
Kuluçka Firma Sayısı	3.060
Akademisyen Ortaklı Firma Sayısı	2.161
Toplam Personel Sayısı	115.609
Ar-Ge	99.858
Tasarım	1.251
Destek	7.468
Kapsam Dışı	7.032
Proje Sayısı (Devam Eden)	16.186
Proje Sayısı (Tamamlanan)	62.036
Toplam Satış (TL)	633 Milyar TL
Toplam İhracat (USD)	11,8 Milyar \$

**Tablo 1.** Türkiye’de teknokent istatistikleri (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024)

### 5.3. Türkiye’de Teknopark Faaliyetlerine Yönelik Teşvik ve Destekler

16.06.2001 tarihinde, 4691 Sayılı kanun ile (Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu) Türkiye’de kurulan teknopark girişimcileri (yönetici şirketler) ve bu girişimlerinde istihdam edilen personele yönelik önemli bir takım destekler yasal mevzuata kavuşmuştur. Bu noktada bahse konu muafiyet ve destekler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Akgün ve Güner, 2022; Barlas ve Ayberk, 2024).

1. Teknokentlerden, atık su arıtım tesisi işletmeleri durumunda, ilgili belediyelerce atık su bedeli alınmaz.
2. Yönetici şirketler, 4691 Sayılı Kanun uygulanması ile olarak düzenlenen kâğıtlar bakımından damga vergisi, harç vergisi ve faaliyet gösterdiği bölge sınırları içinde sahip oldukları taşınmazlardan doğan emlak vergisinden muafır.
3. Belirli bir teknokente faaliyet gösteren yönetici şirketlerin, “ilgili bölgede Ar-Ge ve yazılım faaliyetlerinden elde ettikleri kazançlar, 31.12.2028 tarihine kadar gelir ve kurumlar vergisinden muafır”.
4. Bakanlık izni olmak şartıyla, yönetici şirketler, “bölgede başlatıp sonuçlandırdıkları Ar-Ge ya da tasarım projelerinin sonucunda elde ettikleri teknolojik ürünlerin üretilebilmesi için gereken yatırımı, ilgili Bölge içinde yapabilirler”.
5. “Bölgelerde alt yapı, bina, makine, ekipman ve yazılımlar ile yönetici şirketlerce yürütülen Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri ile tasarım faaliyetleri ile ilgili giderler, yardım amacıyla Bakanlık bütçesine konulan ödenekle sınırlı olmak üzere karşılanabilir”.

6. “Desteklenecek program alanlarında en az lisans derecesine sahip Ar-Ge personeli” istihdam eden Teknoloji Geliştirme Bölgeleri firmalarının, ilgili ayda istihdam edilen toplam personel sayısının yüzde onunu geçmemek kaydıyla, “personelin her birine ödedikleri aylık ücretin o yıl için uygulanan asgari ücretin aylık brüt tutarı kadarlık kısmı, iki yıl süreyle Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bütçesine konulacak ödenekten karşılanır”.
7. Bölgelerde faaliyet gösteren firmalara, istihdam ettikleri doktora öğrencisi AR-GE personeli ve stajyer çalışanlar için Bakanlık bütçesine konulacak ödenekle sınırlı olmak üzere, Bakanlıkça yönetmelikle belirlenen şartlar çerçevesinde destek verilebilir.
8. Ar-Ge/tasarım merkezleri ve Teknoloji Geliştirme Bölgesinde yer alan işletmelerde, “gelir vergisi stopajı teşvikine konu edilen toplam çalışma sürelerinin yüzde 20’sini aşmamak kaydıyla ilgili personelin, bölge dışında geçirdikleri süreler de gelir vergisi stopajı teşviki kapsamında değerlendirilir”.
9. Bölgede çalışan Ar-Ge personelinin ve Ar-Ge personeli sayısının en fazla yüzde 10’u kadar destek personelinin “bu görevleri ile ilgili ücretleri üzerinden asgari geçim indirimi uygulandıktan sonra hesaplanan gelir vergisi; 31.12.2028 tarihine kadar verilecek muhtasar beyanname üzerinden tahakkuk eden vergiden indirilmek suretiyle terkin edilecektir”. Bu kapsamdaki ücretlere ilişkin düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden muaftır.

Bunların yanı sıra teknokentlere tanınan ayrıcalık kaynaklarından biri de 278 sayılı kanundur. 278 sayılı TÜBİTAK Kuruluş Kanunu 2. Maddesi, TÜBİTAK-1514: Girişim Sermayesi Destekleme Programı (Tech-Investr) ile “erken aşamadaki gelişme potansiyeli olan buluşların ticarileştirilmesi amacıyla faaliyet gösteren tüzel kişi ve fonları destekleme”; bu sayede sürdürülebilirliğe sahip bir girişimcilik ekosistemi oluşturmayı amaçlanmaktadır. Bu bağlamda erken aşama teknolojik tabanlı işletmelerin, girişimcilik ve şirketleşme, fikri-sınai hakların mülkiyetlenişi ve lisanslanma, tanıtım destekleme, sanayi-üniversite iş birliği bağlamında ihtiyaç duyulan sermaye desteği gibi çeşitli kalemlere ilişkin gereksinimler, girişim sermayesi fonları vasıtasıyla karşılanmaktadır. Bu noktada bağımsız fon yöneticilerince yönetilen girişim sermaye fonlarına Hazine ve Maliye Bakanlığı, Teknoloji Transfer Ofisleri, Teknoloji Geliştirme Bölgeleri ve yeterlik almış Araştırma Altyapıları ile diğer özel yatırımcılar sınırlı sorumlu ortak olarak katılmaktadırlar (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

#### 5.4. Teknokentlerin Türkiye Ekonomi ve Sosyolojisine Katkıları

Teknokentler, Türkiye'nin bilim ve teknoloji politikalarına önemli katkılar sağlamaktadır. Üçlü sarmal anlayışı ile üniversite, sanayi ve kamu arasındaki bağlantıları güçlendiren teknoparklar, firmalara sunduğu altyapı ve finansman olanakları ile Millî Teknoloji Hamlesi çerçevesinde izlenen bilim ve teknoloji politikalarının yürütülmesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, teknokentler, Türkiye için önemli bir istihdam kaynağıdır. Türkiye'nin dört bir yanındaki teknoparklarda, Eylül 2024 tarihi itibarıyla 11 binden fazla firma faaliyet göstermekte ve bu firmalar bünyesinde 115 binin üzerinde personel istihdam edilmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

Teknokentler, ekonomik büyüme ve yenilikçilik kapasitesinin artırılması açısından da önemli Türkiye için önemli bir role sahiptir. Örneğin, teknokentlerde faaliyet gösteren firmaların ihracat gelirleri, Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatına yaptığı katkılar açısından dikkat çekici büyüklüktedir. Yine teknokentlerde yürütülen Ar-Ge projeleri, üniversitelerden mezun olan nitelikli gençlerin istihdamını kolaylaştırmakta ve beyin göçünün önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Yusufoğlu, 2014).

Teknokentlerin sosyal etkileri de göz ardı edilemez. Bu bölgelerde yaratılan yenilikçi ekosistem, girişimcilik kültürünün yaygınlaşmasını desteklemiş ve dezavantajlı grupların teknoloji sektöründe daha aktif rol almasına olanak sağlamıştır. Ayrıca, üniversite-sanayi iş birliğinin güçlenmesi, akademik çalışmaların pratik uygulamalara dönüşme hızını artırmış, bu durum hem akademik gelişimi hem de bilginin değere dönüşümünü desteklemiştir.

#### 5.5. Türkiye'de Teknokentler İle İlgili Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Türkiye'de teknokentlerin gelişimi sırasında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklar arasında, firmaların sürdürülebilir bir Ar-Ge kültürü oluşturamaması, üniversite-sanayi iş birliğinin bazı bölgelerde yeterince gelişmemesi ve bölgesel eşitsizlikler sayılabilir. Özellikle Anadolu'daki teknokentlerin, büyük şehirlerdeki teknokentlerle kıyaslandığında daha az yatırım çektiği ve daha sınırlı kaynaklara sahip olduğu gözlenmektedir. Bu durum, teknolojik kalkınmanın tüm ülkeye eşit bir şekilde yayılmasını engellemektedir (Bilgin ve Işık, 2022). Bu zorluklar ve çözüm önerileri aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

**Üniversite-Sanayi İş Birliği Eksiklikleri:** Teknokentlerin temel amacı, üniversitelerde üretilen bilginin sanayiye aktarılmasıdır. Ancak Türkiye'de üniversite-sanayi iş birliği istenilen düzeyde gelişmemiştir. Akademisyenlerin teknoloji geliştirme süreçlerine katılımı sınırlı kalmakta, sanayi kuruluşları ise genellikle kısa vadeli kazanç hedefleriyle hareket etmektedir. Bu durum,

teknokentlerdeki inovasyon kapasitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, üniversitelerdeki araştırma faaliyetlerinin sanayinin ihtiyaçlarına yönelik olmaması, bilgi transferini zorlaştırmaktadır. Bu duruma çözüm önerisi olarak Üniversite-Sanayi İş Birliğinin Güçlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için üniversitelerdeki araştırma projelerinin sanayi ihtiyaçlarına göre yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Ortak Ar-Ge projeleri, teknoloji transfer ofislerinin etkinliği artırılarak desteklenebilir. Ayrıca, akademisyenlerin girişimcilik faaliyetlerine katılımını teşvik eden mekanizmalar oluşturulmalıdır.

**Finansman ve Kaynak Yetersizliği:** Türkiye’de teknokentler, özellikle başlangıç aşamasındaki girişimler için finansal kaynaklara erişimde sorun yaşamaktadır. Ar-Ge faaliyetleri yüksek maliyet gerektirirken, risk sermayesi ve girişim sermayesi yatırımları yetersiz kalmaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) bu finansman eksikliği nedeniyle projelerini sürdürmemekte ya da küresel pazarda rekabet edebilecek ürünler geliştirememektedir. Bu noktada teknokentlerdeki firmalar için risk sermayesi ve girişim sermayesi fonlarının artırılması önemlidir. Bu bağlamda kamu-özel sektör iş birliğiyle yenilikçi projeleri destekleyen finansal araçlar oluşturulabilir. Ayrıca, girişimcilerin küresel yatırımcılara erişimini kolaylaştıran platformlar geliştirilebilir.

**Bölgesel Eşitsizlikler:** Teknokentlerin büyük bir kısmı İstanbul, Ankara ve İzmir gibi metropollerde yoğunlaşmıştır. Anadolu’da yer alan teknokentler ise sınırlı kaynaklar, düşük nitelikli iş gücü ve düşük sanayi yoğunluğu gibi nedenlerle daha az gelişmiştir. Bu eşitsizlik, teknolojik kalkınmanın tüm ülkeye yayılmasını zorlaştırmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelinebilmesi için Anadolu’daki teknokentlerin gelişimini desteklemek amacıyla bölgesel kalkınma projelerine öncelik verilmelidir. Özellikle altyapı yatırımları artırılmalı ve bu bölgelerde sanayi-üniversite entegrasyonu teşvik edilmelidir. Devlet teşvikleri, bölgesel farklılıkları azaltacak şekilde yeniden düzenlenmelidir.

**Ar-Ge Kültürünün Yaygınlaşmaması:** Teknokentlerde faaliyet gösteren birçok firma, inovasyon ve Ar-Ge yerine kısa vadeli ticari kazançlara odaklanmaktadır. Türkiye’de teknoloji tabanlı girişimcilik kültürünün henüz olgunlaşmamış olması, teknokentlerin sürdürülebilirliğini tehdit eden önemli bir faktördür. Ayrıca, Ar-Ge yatırımları düşük düzeyde kalmakta ve yenilikçi projeler için gereken uzun vadeli planlama eksikliği dikkat çekmektedir. Bu sorun bağlamında Ar-Ge faaliyetlerini teşvik etmek için uzun vadeli stratejiler geliştirilmelidir. Bu noktada firmaların yenilikçi projelere yönelmesini sağlayan vergi avantajları ve teşvikler artırılabilir. Ayrıca, kamu ve özel sektör iş birliğiyle düzenlenen inovasyon yarışmaları ve girişimcilik etkinlikleri yaygınlaştırılmalıdır.

**Nitelikli İş Gücü Sorunları:** Teknokentlerde faaliyet gösteren firmalar, nitelikli iş gücüne erişimde sıkıntı yaşamaktadır. Türkiye’nin beyin göçü

sorunu, yüksek nitelikli mühendis ve araştırmacıların yurt dışına gitmesine neden olmakta ve teknokentlerin insan kaynağı havuzunu daraltmaktadır. Bu durum, teknoloji geliştirme süreçlerini yavaşlatmakta ve küresel rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Bu noktada beyin göçünü önlemek ve nitelikli iş gücü yetiştirmek için üniversite müfredatları, teknoloji odaklı becerileri geliştirecek şekilde yeniden düzenlenmelidir. Ayrıca, teknokentlerde çalışanlara yönelik sürekli eğitim programları ve sertifikasyon sistemleri oluşturulmalıdır.

**Yönetim ve Bürokrasi Sorunları:** Bazı teknokentler, yönetsel sorunlar ve bürokratik engeller nedeniyle etkin bir şekilde çalışmamaktadır. Bölge yönetimlerinin yeterli deneyime sahip olmaması, teknokentlerin stratejik planlama süreçlerini aksatmaktadır. Ayrıca, devlet teşviklerine erişim prosedürlerinin karmaşıklığı, firmaların motivasyonunu düşürmektedir. Bu noktada teknokentlerin etkin yönetimini sağlamak için yönetim kadrolarına uzman kişiler atanmalı ve bölge yönetimlerine yönelik eğitim programları düzenlenmelidir. Ayrıca, devlet teşviklerine erişimi kolaylaştıracak dijital platformlar geliştirilmeli ve bürokratik süreçler sadeleştirilmelidir.

## 6. TÜRKİYE'DEKİ BAŞARILI TEKNOKENT ÖRNEKLERİ

Teknoloji geliştirme bölgeleri, Türkiye'nin bilgi tabanlı ekonomiye geçişinde ve yenilikçi ürünler geliştirmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Ülke genelinde kurulan teknokentler arasında bazıları, sağladıkları ekonomik ve teknolojik katkılar, Ar-Ge projelerindeki başarıları ve girişimcilik ekosistemine olan etkileriyle ön plana çıkmıştır. Bu başarılı teknokentlerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

### 6.1. ODTÜ Teknokent (Ankara)

ODTÜ Teknokent, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde 2000 yılında Ankara'da kurulmuş ve Türkiye'nin ilk üniversite-teknoloji geliştirme bölgesi olarak hizmet vermeye başlamıştır. Türkiye'nin teknolojik gelişimine katkıda bulunmayı ve inovasyon ekosistemini güçlendirmeyi amaçlayan ODTÜ Teknokent, ulusal ve uluslararası düzeyde öncü bir teknoloji üssü olarak tanınmaktadır. ODTÜ Teknokent, Türkiye'nin teknoloji geliştirme bölgeleri arasında çeşitli parametrelerde lider konumdadır. Teknokent bünyesindeki firmaların yıllık Ar-Ge geliri 1 milyar TL'yi aşmakta, ayrıca patent başvuruları ve uluslararası ödüller ile dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra, girişimcilik ekosistemine sağladığı katkılar sayesinde Türkiye'nin teknoloji ve inovasyon sıralamalarında yükselmesine öncülük etmektedir (Çelik, 2011). Bu teknokentin kendine has başarı nedenlerinden bazıları şu şekildedir;

**Ar-Ge ve İnovasyon:** ODTÜ Teknokent, yaklaşık 400'den fazla teknoloji tabanlı firmaya ev sahipliği yapmaktadır. Bölgede geliştirilen projeler, özellikle

savunma sanayi, bilişim ve biyoteknoloji gibi yüksek katma değerli sektörlerle odaklanmaktadır.

**Uluslararası İş Birlikleri:** Teknokent, birçok uluslararası teknoloji firmasıyla iş birliği yapmakta ve global pazara yönelik çözümler sunmaktadır. Bu iş birlikleri sayesinde ODTÜ Teknokent'te üretilen ürünlerin ihracat kapasitesi artmıştır.

**Girişimcilik Ekosistemi:** Bölgede faaliyet gösteren kuluçka merkezleri ve hızlandırma programları, girişimcilerin inovasyon odaklı şirketler kurmasına olanak tanımıştır.

## 6.2. İTÜ ARI Teknokent (İstanbul)

İTÜ ARI Teknokent, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) öncülüğünde 2003 yılında kurulmuş bir teknoloji geliştirme bölgesidir. Türkiye'nin teknoloji ve inovasyon ekosisteminde önemli bir rol üstlenen ARI Teknokent, bilgi ekonomisini destekleyerek Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle mühendislik, yazılım, enerji ve biyo-teknoloji gibi stratejik sektörlerde faaliyet gösteren firmalarıyla ulusal ve uluslararası düzeyde rekabet gücünü artırmaktadır (Tunçalp, 2015). İTÜ ARI Teknokent'in başarısı, bir dizi faktörün bir araya gelmesiyle mümkün olmuştur. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

**Firmaların Çeşitliliği:** İTÜ ARI Teknokent, 300'den fazla teknoloji şirketine ev sahipliği yapmaktadır. Bu şirketler, enerji, sağlık, yazılım ve savunma gibi geniş bir yelpazede faaliyet göstermektedir. Teknokentte faaliyet gösteren firmaların büyük bölümü yüksek teknoloji alanında çalışmalar yürütmekte, Ar-Ge harcamalarına odaklanmaktadır. Özellikle savunma sanayi ve yazılım alanlarındaki yenilikçi projeler dikkat çekmektedir.

**Uluslararası Başarılar:** İTÜ ARI Teknokent, dünya genelinde prestijli teknoloji parkları arasında yer almakta ve özellikle girişimcileri destekleyen uluslararası programlarla öne çıkmaktadır. Bölgeden çıkan start-up'lar, global pazarlarda başarı elde etmiştir.

**Kuluçka ve Hızlandırıcı Programlar:** Teknokent, start-up'lar için uygun bir kuluçka ortamı sunarak fikir aşamasından uluslararası pazarlara erişime kadar her süreçte destek sağlamaktadır. İTÜ Çekirdek programı, küresel çapta tanınan girişimcilik hızlandırıcılarından biridir.

## 6.3. Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi (Bilkent Cyberpark - Ankara)

2002 yılında Bilkent Üniversitesi bünyesinde kurulan Cyberpark, üniversite-sanayi iş birliğini en etkin şekilde gerçekleştiren teknokentlerden biridir. Bünyesindeki ulusal ve uluslararası teknoloji firmalarıyla Türkiye'nin teknoloji üretimi ve ihracatındaki payını artıran Cyberpark, girişimcilik ve yenilikçilik

alanlarında lider bir model olarak dikkat çekmektedir. Ülkenin dijital dönüşümüne katkıda bulunan projeleri, girişimcilik ekosistemine sağladığı destek ve uluslararası pazardaki başarıları sayesinde Cyberpark, hem bölgesel hem de ulusal kalkınmada önemli bir kaldıraç etkisi yaratmaktadır (Inaltekin ve Gurakan, 2017). Bilkent Cyberpark'ın başarı faktörlerinden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

**Nitelikli İş Gücü Gelişimi:** Cyberpark, mühendislik, yazılım, savunma sanayi ve biyoteknoloji gibi stratejik sektörlerde istihdam yaratmakta ve nitelikli iş gücünün oluşumuna katkı sağlamaktadır.

**Ar-Ge Yoğunluklu Çalışmalar:** Teknokentte 250'den fazla Ar-Ge odaklı firma faaliyet göstermektedir. Özellikle savunma ve sağlık teknolojileri, yapay zekâ ve büyük veri gibi geleceğin teknolojilerine yönelik çalışmalar burada yoğunlaşmıştır.

**Uluslararası Tanınırlık:** Cyberpark, birçok uluslararası ödül kazanmış ve uluslararası iş birliği projeleriyle dikkat çekmiştir.

#### **6.4. İzmir Teknoloji Geliştirme Bölgesi (İzmir Teknopark)**

İzmir Teknoloji Geliştirme Bölgesi, kısa adıyla İzmir Teknopark, 2002 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) öncülüğünde kurulmuştur. Bu teknopark, Ege Bölgesi'nin bilimsel, teknolojik ve ekonomik potansiyelini harekete geçirerek Türkiye'nin teknoloji tabanlı kalkınma hedeflerine önemli katkılar sağlamaktadır. İzmir Teknopark, üniversite-sanayi iş birliği modelini başarıyla hayata geçirirken, yenilikçi çözümler üreten bir Ar-Ge ve inovasyon merkezi olarak öne çıkmaktadır (Hocaoğlu ve Altuğ, 2018). İzmir Teknopark'ın başarı faktörlerinden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

**Akademik Destek:** İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nün akademik birikimi, teknoparkın Ar-Ge ve yenilikçilik projelerinde bilimsel altyapı sağlamaktadır. Bu destek, bilimsel bilginin ticarileştirilmesini hızlandırmaktadır.

**Tematik Çalışma:** İzmir Teknopark, temiz enerji, çevre teknolojileri ve biyoteknoloji alanlarında uzmanlaşmıştır. Teknopark, biyoteknoloji, yenilenebilir enerji ve tarım teknolojileri gibi stratejik sektörlerde faaliyet göstermektedir. Bu çalışma anlayışı, belli bir alanda uzmanlığı beraberinde getirmekte ve bu alana yönelik yenilikçi çözümler üretilmesini sağlamaktadır.

**Uluslararası İşbirlikleri:** İzmir Teknopark, dünya çapındaki teknoparklar ve Ar-Ge merkezleriyle iş birliği yaparak küresel inovasyon ekosistemine entegrasyon sağlamaktadır. Bu işbirlikleri, yerli firmaların uluslararası pazarlara erişimini kolaylaştırmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Akgün, A. E., & Güner, M. (2022). Türkiye’de teknoparkların gelişimi ve önemi. *Millî teknoloji hamlesi içinde (ss. 239-261)*. *Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları*.
- Babkin, I., Smirnova, O., Asimov, P., & Byankin, A. (2020). Technopark organizational and economic structures: Classification and features. In *Proceedings of the 2nd International Scientific Conference on Innovations in Digital Economy* (pp. 1-8).
- Barlas, E., & Aybek, U. (2024). Teknoloji geliştirme bölgeleri yönetici şirketlerine sağlanan muafiyet ve istisnaların vergi mevzuatına göre değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Çalışmalar Dergisi*, 2(1), 1-19.
- Bilgin, O., & IŞIK, H. B. (2022). Türkiye’deki teknoloji geliştirme bölgeleri üzerine tekno-ekonomik araştırmalar: Makale ve tezler üzerine bir içerik analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (49), 341-362.
- Canbulat, A. (2024). *Teknoloji geliştirme bölgelerine uygulanan vergi teşvikleri: Türkiye ve seçilmiş AB ülkeleri örneği* (Master’s thesis, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Castells, M. (1994). European cities, the informational society, and the global economy. *New left review*, 18-18.
- Çelik, M. (2011). Şirketlerin İnovasyon yapma eğilimlerinde üniversite-sanayi işbirliğinin rolü ve ODTÜ Teknokent örneği (Master’s thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Çetin, M. (2006). Bölgesel kalkınmada sosyal ağların rolü: Silikon vadisi örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 1-25.
- Doğan, M. E. (2020). *Teknokentler ve girişimcilik ilişkisi üzerine bibliyometrik analiz çalışması* (Master’s thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Durguter, H. (2012). Kent modelleri ve sürdürülebilir kent yönetimi. *Electronic Turkish Studies*, 7(3).
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Görkemli, H. N. (2011). Bölgesel kalkınmada teknoparkların önemi ve Konya Teknokent örneği. Gztcom internet sitesi. <https://www.gzt.com/arama?q=c2lsaWtvbiUyMHZlZGlzaQ%3D%3D> (Erişim Tarihi: 15.10.2024).
- Hocaoğlu, A., & Altuğ, S. (2018). Teknoparkların inovasyon ekosistemindeki yeri ve inovasyon başarısına katkısı: Teknopark İzmir özelinde bilişim sektöründe bir şirket örneği. *Izmir Democracy University Social Sciences Journal*, 1(1), 70-86.
- Inaltekin, F., & Gurakan, I. (2017). A unique technopark from turkey: Bilkent cyberpark & Its value-added services’ results. *University-Industry Links: Coproducing Knowledge, Innovation & Growth*, 485.
- Leydesdorff, L. (2012). The triple helix, quadruple helix,..., and an N-tuple of helices: explanatory models for analyzing the knowledge-based economy?. *Journal of the knowledge economy*, 3, 25-35.
- Link, A. N., & Scott, J. T. (2003). The growth of research triangle park. *Small business economics*, 20, 167-175.
- Luger, M. I., & Goldstein, H. A. (2000). *Technology in the garden: research parks and regional economic development*. Univ of North Carolina Press.
- Maninggar, N. (2019). Accelerating Economic Development through Technopark: The staging of National Science-Technopark Formation Process in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 328. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/328/1/012047>.
- Oborin, M. (2022). Experience And Prospects For The Development Of Technoparks In The Regions Of Russia. *Transbaikal State University Journal*. <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2022-28-2-92-100>.
- Özdemir, Y. (2018). Teknoparklar üzerine bir değerlendirme: ODTÜ Teknokent firmalarının etkinlik analizi. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 9(35), 133-158.
- Özdemir, S., Arslan, S., & Özdemir, F. (2024). Türkiye’de Start Up Girişimlerine Bakış: Çanakkale İlinde Bir Vaka Analizi. *Alanya Akademik Bakış*, 8(2), 533-550.



- Phan, P. H., Siegel, D. S., & Wright, M. (2005). Science parks and incubators: observations, synthesis and future research. *Journal of business venturing*, 20(2), 165-182.
- Radosevic, S., & Myrzakhmet, M. (2009). Between vision and reality: Promoting innovation through technoparks in an emerging economy. *Technovation*, 29(10), 645-656.
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and corporate change*, 16(4), 691-791.
- Sain, K., & Berber, Ş. (2024). Küresel Rekabette Yükseköğretimin Artan Önemi: Türkiye ve Diğer OECD Ülkeleri Üzerine Panel Eşbütünleşme Analizi. *Yükseköğretim Dergisi*, 14(2), 71-92.
- Sorenson, O. (2024). Silicon Valley. In *The Palgrave Encyclopedia of Private Equity* (pp. 1-4). Cham: Springer International Publishing.
- Sung, T. K. (2002). Knowledge and technology transfer in technoparks development. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 2(3), 240-259.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2024). Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü, İstatistik raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/istatistik/TGBIstatistikiBilgiler2024V10.pdf>
- Tekin, E. (2021). Türkiye’de start-up ekosistemi üzerine bir değerlendirme. *Econder International Academic Journal*, 5(1), 33-48.
- Tunçalp, D. (2015). Dynamic Capabilities of Business Incubators for Technology Start-Ups: The Case of ITU ARI Teknokent in Turkey. In *Conference on Engineering And Technology Management GCETM-2015* (p. 277).
- Tutar, İ., & Orbey, Ö. (2024). Start-up Değerlemesi: Yeni bir Yöntem Önerisi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 549-574.
- Yıldız, T. (2015). *Teknokentlerde kümelenmenin yenilik üzerine etkisi: Türkiye’deki teknokentler üzerine bir uygulama* (Doctoral dissertation, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yusufoğlu, A. (2014). *Teknoloji geliştirme bölgeleri kapsamında teşvik uygulamaları ve ekonomiye katkısının değerlendirilmesi* (Master’s thesis).

# ÜRETİM SİSTEMLERİ DÖNÜŞÜMÜ

Selen Uygungil Erdoğan<sup>1</sup>, Elif Köksoy<sup>2</sup>

## ÖZET

Üretim, sonsuz insan gereksinimlerini karşılamak için çeşitli girdilerin belirli aşamalardan geçirilerek bir ürün hâline dönüştürülmesidir. Üretimin girdiler, işlemler ve çıktılar olmak üzere üç önemli unsuru bulunmaktadır. Girdi olan ham madde, malzemeler, işçilikler, makine, teçhizat, sermaye vb. unsurlar süreç içerisinde işlem den geçerek çıktı şeklinde mamul ve hizmete dönüştürülmektedir. Üretim kavramı yalnızca ortaya bir ürün çıkartılmasını değil, aynı zamanda ürüne değer katmak için yapılan uygulamaları da kapsamaktadır. İnsan, ekonomik olduğu kadar sosyal bir varlık olduğu için, üretim insan neslinin varlığını devam ettirebilmek için verdiği yaşamsal savaşın bir parçası olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla üretimin hem ekonomik hem de sosyal bir aktivite olduğunu ileri sürmek yanlış olmayacaktır. Üretimin temelinde insanların çeşitli ihtiyaçlarının giderilmesi bulunmaktadır. Bu temel açıdan yaklaşıldığında bir girişimin üretim olarak değerlendirilmesi için muhakkak ortak bir amaca hizmet etmeleri ve belirli ihtiyaçları gidermesi gerekmektedir. İlkel insanlar üretim faaliyetlerini sadece kendi ihtiyaçlarını karşılamak için gerçekleştirirlerken, daha sonraları ürettikleri ürünün miktarının artması ile başka bireylerin ihtiyaçlarına göre de üretmeye başlamışlar ve böylelikle üretmek ekonomik bir faaliyet hâline gelmiştir. Marx'a göre üretim faaliyetleri dünyaya dair belli bir algı ve bilgi içermektedir. Bu durum toplumun bir ürünüdür. Her yapılan üretim şekli özel bir bilim şeklini ve kendine has toplum ihtiyaçlarına uygun bir sistemi ortaya çıkartmaktadır. Buna bağlı olarak emek süreci; üretici gücü elinde bulunduranlar ile toplumsal ilişkilerin ve dünyanın zihinsel algılarının bir birlikteliği olarak ele alınmalıdır.

Bu bölümde üretim kavramına ilişkin genel bilgiler verilerek, üretimin zaman içerisindeki değişime yönelik kapsamlı bir çerçeve çizilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle üretim kavramına, ardından gelişiminin izlediği

<sup>1</sup> Doç.Dr., Osmaniye Korkut Ata Üni., suyungilerdogan@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7916-1709

<sup>2</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Kafkas Üniversitesi, e.d36@hotmail.com, ORCID: 0009-0008-4691-2183

kronolojiye ve son olarak Türkiye'nin bu gelişimin neresinde olduğu konularına değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim, Endüstriyel Gelişim, Dijitalleşme, Üretim Modelleri, Üretim Dönüşümü.

## 1. GİRİŞ

Üretim sistemleri, insanlık tarihinin her döneminde, toplumların refah düzeyini artırmak ve sürdürülebilir bir ekonomik yapı oluşturmak amacıyla kritik bir rol oynamıştır. İlk çağlarda sınırlı kaynaklarla yürütülen bu faaliyetler, teknolojik ilerlemeler ve toplumsal dönüşümlerle birlikte sürekli bir gelişim göstermiştir. Özellikle 18. yüzyıl Sanayi Devrimi, üretim sistemlerini yalnızca birer ekonomik faaliyet olmaktan çıkarak, toplumların gelişim dinamiklerini yeniden şekillendiren bir araç haline gelmesini sağlamıştır. Marx'ın ifade ettiği gibi, “üretim faaliyetleri, toplumsal yapıyı ve insanlığın dünyaya bakışını biçimlendiren temel bir unsurdur” (Clark, 2012).

Modern çağda üretim sistemleri, dijitalleşme, otomasyon ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojilerle donatılarak daha karmaşık ve güçlü hale gelmiştir. Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bu dönemde üretim; verimlilik, hız ve esneklik kavramlarını yeni bir seviyeye taşımaktadır. Nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ ve robotik sistemler gibi teknolojiler, üretim sürecinin her aşamasını optimize ederken, aynı zamanda üretim faaliyetlerinin daha sürdürülebilir ve çevre dostu olmasına olanak tanımaktadır (Schwab, 2017). Günümüzde üretim sistemleri, yalnızca ürün sunmanın ötesinde, toplumsal refahı artırmak, çevresel sorumlulukları yerine getirmek ve teknolojik bağımsızlığı sağlamak gibi çok boyutlu işlevler üstlenmektedir (Yin vd., 2018).

Türkiye, bu küresel dönüşüme uyum sağlama amacıyla özellikle “Milli Teknoloji Hamlesi” kapsamında stratejik adımlar atmaktadır. Dijital dönüşüm, biyoteknoloji, yapay zekâ ve ileri malzeme teknolojileri gibi alanlarda geliştirilen projelerle, ülkenin hem teknolojik hem de üretim kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda Türkiye, Ar-Ge ve inovasyon ekosistemini geliştirerek, yerli üretimi desteklemekte ve dışa bağımlılığı azaltmaya yönelik somut adımlar atmaktadır. TÜBİTAK'ın öngörülerine göre, bu hamleler yerli üretim kapasitesini yükseltmekle kalmayacak, aynı zamanda Türkiye'nin küresel rekabet gücünü de önemli ölçüde artıracaktır (Yıldırım, 2022).

## 2. ÜRETİM SİSTEMİ NEDİR?

Üretim sistemi, bir işletmenin üretim faaliyetlerinin planlama, yönetim ve kontrolünü sağlayan organizasyonel yapı, süreçler, kaynaklar ve teknolojilerin bütünüdür. Bu sistem bir ürünün ortaya konulabilmesi için gerekli olan insan, malzeme, enerji, bilgi, emek ve parasal araçları bir araya getirerek

değer yaratılmış bir çıktıya dönüştüren bir sistemdir (Chryssolouris, 2006). Dolayısıyla bu sistem ürün, süreç, ekipman, organizasyon ve insan faktörlerini bir arada optimum düzeyde çalıştırmayı amaçlamaktadır.

Bir ürünün değer yaratması için çeşitli süreç ve aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Bu süreçte değer yaratan bir ürünün elde edilebilmesi; işleme, montaj, test etme, taşıma, depolama, toplama, dağıtma, tasnif etme ve paketleme olarak sınıflandırılabilen çok sayıda faaliyetin doğru bir şekilde yerine getirilmesi ile mümkün olmaktadır (Arnold vd., 2009). Bu sürecin önemli parçalarından biri insan, diğeri ise ekipmandır. Üretim sistemi bu iki öge tarafından gerçekleştirilir ve desteklenir.

Üretim sistemi sayesinde ürünlerin üretim aşamaları yönetilerek hammadde ve işgücü kaynakları etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilir. Böylelikle üretim maliyetleri düşürülerek, ürün kalitesi artırılabilir. Bu nedenle bu sistem işletme faaliyetlerinde hayati öneme sahiptir. Zira üretim sistemleri sayesinde ortaya konulan ürünlerdeki verimlilik, ürünün karlılığına etki etmektedir. Dolayısıyla iyi tasarlanmış bir üretim sistemi, işletmenin müşteri taleplerine zamanında ve doğru şekilde yanıt vermesini sağlamanın yanında, ürünün üretim sürecinin tam olarak hangi aşamada olduğunu göstererek, geleceğe yön verebilme kabiliyetine sahiptir (Özdemir ve Yıldırım, 2020).

Üretim sistemleri, farklı özellikleri göz önünde bulundurarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Melcher, Khouja & Booth, 2002);

- **Üretim sürecinin tipine göre:** Sürekli üretim sistemleri (Düzenli ve kesintisiz üretim), yarı-sürekli üretim sistemleri (Üretim işlemleri belirli bir zaman diliminde yapılır ve daha sonra duraklatılır), toplu üretim sistemleri (Belirli bir süre boyunca benzer ürünlerin üretilmesi) bunlara birer örnektir.

- **Üretim esnekliğine göre:** Esnek üretim sistemleri hızlı bir şekilde değişen müşteri taleplerine cevap verebilmek için üretim hattının yeniden yapılandırılabildiği sistemlerdir. Sabit üretim sistemleri ise belirli bir ürün veya ürün grubu için tasarlanan, değişiklik yapılması zor olan sistemlerdir.

- **Üretim özelliklerine göre:** Yüksek hacimli üretim sistemleri (Aynı ürünlerin büyük miktarda üretilmesi), düşük hacimli üretim sistemleri (Farklı ürünlerin küçük miktarlarda üretilmesi), karmaşık üretim sistemleri (Farklı parçaların birleştirilmesi veya özel işlemlerin yapılması) örnek olarak verilebilir.

- **Üretim teknolojilerine göre:** Geleneksel üretim sistemleri (Elle-geleneksel yöntemlerle yapılan üretim), otomatik üretim sistemleri (Otomatik makinelerin kullanılması), dijital üretim sistemleri (Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması) birer örnektir.

Literatürde farklı sınıflandırmalar da görülmektedir (Groover, 2020);

**Üretim hacmine göre sınıflandırma:** Günlük veya yıllık üretim miktarına göre üretim sistemlerinin sınıflandırılmasıdır. Bu kapsamda, küçük ölçekli, orta ölçekli ve büyük ölçekli üretim sistemleri gibi farklı sınıflandırma tipleri mevcuttur.

**Ürün çeşitliliğine göre sınıflandırma:** Üretim sistemlerinde üretilen ürün çeşitliliğine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmanın, tek tip üretim sistemleri ve çoklu üretim sistemleri gibi farklı tipleri bulunmaktadır.

**Üretim türüne göre sınıflandırma:** Üretim sürecinde kullanılan teknolojiye ve işleme yöntemine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmanın, sürekli üretim sistemleri, kesikli üretim sistemleri ve özel üretim sistemleri gibi farklı tipleri söz konusudur.

**Otomasyon düzeyine göre sınıflandırma:** Üretim sürecindeki otomasyon düzeyine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada, tam otomatik, yarı otomatik ve manuel üretim sistemleri gibi farklı sınıflandırma tipleri bulunmaktadır.

**Üretim hızına göre sınıflandırma:** Üretim hızına göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada yüksek, orta ve düşük hızlı üretim sistemleri gibi sınıflandırma tipleri yer almaktadır.

**Üretim planlama ve kontrol düzeyine göre sınıflandırma:** Üretim sürecinde kullanılan planlama ve kontrol sistemlerine göre sınıflandırma söz konusudur. Geleneksel üretim sistemleri ve modern üretim sistemleri gibi sınıflandırma tipleri bulunmaktadır.

### 3. ÜRETİM SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ

Üretim sistemlerinin kronolojik sıralamasında bazı önemli olaylar öne çıkmaktadır. Tarihsel süreçte, bazı mimari örnekleri de üretim sistemleri tarihinde bir başlangıç olarak kabul edilmektedir. Örneğin Hopp ve Spearman'ın yaptığı incelemede tarihçe MÖ 4000'de başlamakta, bu tarihlerde inşa edilen mısır piramitleri üretim sistemlerinin başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. James Watt buhar makinesini sanayi devriminin başlangıcında icat etmiştir. Çok kolay ve basit bir tasarıma sahip olan bu makinenin tekstil, madencilik, ulaşım ve diğer endüstrilerde ciddi ilerleme ve keşiflere yol açtığı, aynı zamanda insan gücünün yerine de geçtiği için tarihsel süreçte oldukça önemli bir yere sahip olduğu kabul edilmektedir. Sadece makinalar değil, farklı bilimsel gelişmeler de bu dönemde önemli bir yere sahiptir. Örneğin Adam Smith'in 18. yy. sonlarına doğru Ulusların Zenginliği kitabını yayınlaması ve Henry Ford'un 20. yy. başlarında ilk hareketli otomotiv montaj hattını kurması gibi. Ayrıca, yakın geçmişte Taiichi Ohno'nun 1978'de Toyota Üretim Sistemi

üzerine yayımladığı “Toyota Seisan Hoshiki” adlı kitap, üretim sistemlerinin tarihçesinde önemli bir yer tutmaktadır (Hopp ve Spearman, 2001).

*Üretimin Tarihsel Gelişim süreci aşağıdaki gibi özetlenebilir:*

- Henry Ford 1913’te ilk kez hareketli araç montaj hattı oluşturmuştur.
- F.W Harris 1915 yılında ekonomik stok miktarları üzerine araştırmalar yapmıştır.
- Walter Shewhart 1931 yılında ürün kalitesindeki istatistiksel dağılımlar ve kalite kontrol grafiklerini geliştirmiştir.
- P.M.S. Blacket İkinci Dünya Savaşı’nda yöneylem araştırmasını uygulamıştır.
- Sperry Univac tarafından ticari hesaplamalar yapabilen geniş boyutlu dijital bilgisayarlar 1951’de geliştirilmiştir.
- Kalite ve malzeme ihtiyaç planlamaları 1960’larda geliştirilmiştir.
- Tam Zamanında Üretim (JIT) felsefesi 1970’li yıllarda Toyota tarafından geliştirilmiştir.
- Goldratt optimum üretim teknolojisi olan Kısıtlar Teorisini geliştirmiştir.
- 1990’larda toplam kalite yönetimi, yalın üretim ve çevik üretim sistemleri yaygın bir biçimde uygulanmaya başlanmıştır.
- Günümüzde e-üretim, e-ticaret, robotik sistemler, kurumsal kaynak planlaması, esnek imalat sistemleri, tam zamanlı üretim, yapay zekâ, endüstri 4.0 gibi konular önem kazanmıştır.

#### **4. TEMEL ÜRETİM KAVRAMLARI**

Üretim yönetimi, işletmelerin mevcut insan, para, hammadde, makine-teçhizat, teknoloji vb. kaynaklar ile belirli miktardaki ürün veya hizmetin beklenen kalite, zaman ve maliyetle üretimini sağlayacak biçimde organize edilmesi faaliyetidir. Üretim yönetimiyle birlikte ürünün üretiminde kullanılan kaynakların etkili bir biçimde kullanılması, giderlerin en aza indirilmesi ve ürünün kalite yönünden maksimum seviyede olması hedef alınır. Üretim yönetiminin detayları incelendiğinde bir hayli geniş ve faaliyet hacmi çok yönlü bir organizasyonun ögesi olduğu görülmektedir (Özarlan, 2021).

Üretim yönetiminde verimlilik ve etkinlik önemli kavramlardır. Verimlilik bir işi optimum koşullarda doğru yapmak olarak kabul edilirken etkinlik doğru iş ve zaman ayarlaması yapmak olarak tanımlanmaktadır. Üretim yönetiminin temel görevi belirlenen plana göre hareket ederek üretim sistemlerini başarılı ve etkin bir şekilde yönetmektir (Özdemir, 2021).

Üretim süreci, mevcut girdilerin çıktıya dönüşmesinde zaman, yer, şekil ve sahiplik üzere dört ana fayda sağlamaktadır (Şahin ve Şahin, 2024). Şekil

faydası, girdinin gerçek biçiminin değiştirilerek son kullanıcıya faydalı olacak bir şekilde dönüştürülmesidir. Yer faydası, üreticinin mal ya da hizmetlerini müşteriye ulaştırması veya müşteriyi istenilen yere getirmesi, diğer bir ifade ile ortak bir noktada buluşulmasının sağlanmasıdır (Kamacı ve Samancı, 2020). Ulaşım araçları yer faydasında önemli bir yere sahiptir. Zaman faydası; ürünün, doğru zamanda sunulması ile ortaya çıkan bir değerdir. Örneğin yaz meyve ve sebzelerinin saklanabilmesi için soğuk hava depolarının ilgili zamanlarda faaliyetine başlaması zaman faydası ile ilgilidir. Sahiplik faydası ise, tüketicinin talep ettiği miktardaki ürünün mülkiyetini elde etmesi şeklinde açıklanabilir. Bu faydaların sağlanması için üretim sürecinde verimlilik, etkinlik, kapasite ve esneklik gibi temel unsurlar işletmenin performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Söz konusu unsurlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

**Verimlilik;** çıktının girdiye oranı olarak kısaca ifade edilebilir. Verimliliğin artırılmasının en temel yolu girdi miktarı sabitlenirken, çıktı miktarını arttırmak veya girdi miktarı azaltırken çıktı miktarını sabit tutmaktır.

**Etkinlik;** doğru zamanda doğru işi yapmak olarak tanımlanmaktadır. Dolayısı ile etkinlik, işletme amaç ve hedeflerinin ne derece gerçekleştirildiğini belirtmektedir.

**Kapasite;** üretim sistemlerinde sağlanabilecek optimum üretimin miktarı olarak tanımlamak mümkündür. Kapasitede eksiklik olması arz-talep dengesinde bozulmaya, taleplerin karşılanamamasına neden olur. Kapasite fazlası söz konusu ise, artık kapasiteye başka bir deyişle yüksek maliyete neden olarak ürünün doğru fiyatlarla piyasada bulunmasına engel olur.

**Esneklik;** ise üreticinin değişken talep koşullarına cevap verebilmesi yeteneğidir. İşletmelerin farklı ve çeşitli ürün üretimini müşteri taleplerine göre yapabilme becerisidir.

## 5. ÜRETİMİN SİSTEMLERİNİN TEMEL İŞLEVI

İşletmelerde temel üretim işlevi kapsamının belirlenmesinde büyüklük, üretim yönetimi politikaları, organizasyonu, üretim sistemleri çeşitleri, hitap ettiği sektörler, üretim miktarları, üretim teknolojileri gibi çok sayıda faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Dima & Modrák, 2013). Müşterilerin beklediği ürün miktarı, ürünün özellikleri gibi bilgiler tespit edildikten sonra, bunları tedarik etmeye yönelik gerekli teknik bilgiler, makine ve insan güçlerindeki olanakları belirlemek üretim dalının ana işlevleri arasındadır. İşletmelerde üretim tiplerine, ürün çeşitliliklerine ve üretim miktarlarına bağlı makine ve teçhizatların belirlenerek bunların ne şekilde kullanılacağı, öz kaynaklarla üretilip üretilmeyeceği, hangilerinde dış kaynak kullanımına gidileceği, kapasite arttırımına gerek olup olmadığı gibi önemli kararlar verilmesi gerekmektedir (Colledani & Tolio, 2012). Bunun yanı sıra,

üretimde kullanılan makine ve teçhizatların fabrika içi ya da üretim sahasında iş akışını bozmayacak şekilde yerleşimi ve düzeni de çok önemlidir. Kısaca, üretimde kullanılacak alet, malzeme, hammaddenin üretim öncesinde temin edilerek hazır bulundurulması ile makine ve teçhizatların belirlenen ürünün üretimine uygun olup olmadığının tespitinden, gereken farklı niteliklerdeki iş gücüne kadar üretim ile ilgili tüm konular üretim öncesinde belirlenmelidir (Melcher vd., 2002).

Üretim planlaması genel olarak iş akışının planlanması ve üretimin nasıl yapılacağına dair yol haritası olarak değerlendirilebilir. Üretim yönetiminin kontrol aşamasında üretim amacı ile belirlenerek atanan emek, sermaye, işgücü, yer temini gibi tüm üretim faktörlerinin planlanarak imkânlar dâhilinde uygulanmasına katkı sağlayacak faaliyetleri yürütmek, uygulama esnasında ortaya çıkabilecek herhangi bir sorunu ilgili birimlere bildirmek, gözlemleyerek sorun ile ilgili rapor tutmak esastır. Üretim faaliyetlerinin iş emirlerinin gerekliliğine uygun biçimde yürütülmesine dair bilgiler, programda meydana gelen çarpıklıkların nedenleri ve muayene sonucuna göre gelen raporların incelenerek yapılması gereken hesaplamalar yapıldıktan sonra, genellikle günlük olarak yapılmak üzere, üretim, imalat raporlarının hazırlanması da üretim yönetiminin sorumluluk alanına girmektedir (Colledani & Tolio, 2012).

## 6. ÜRETİM SİSTEMLERİ ve TÜRLERİ

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) gibi sistemler genel olarak askeri konular ve uzay bilimine dayalı projelerin ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmiştir. İlk CAD sistemi Amerikan hava savunma projesi için 1947'de geliştirilmiş ve Semi Automatic Ground Environment (SAGE) ismi verilmiştir. Dünyanın ilk süper bilgisayarı TX, uzay çalışmaları için 1951'de geliştirilmiştir. Patrick Hanratty 1957 yılında (PRONTO) ilk ticari amaçlı CNC programlama sistemlerini geliştirmiştir. IBM ve Lockheed Aircraft gibi firmaların destekleri ile iki ve üç boyutlu vektörleri destekleyen yazılımlar 1960'lı yıllarda geliştirilmiştir. IBM bilgisayar destekli tasarımları büyük ölçekte kullanılabilir duruma 1980'li yıllarda getirmiştir. 1990'lı yıllarla birlikte bilgisayarlar 3 boyutlu PC destekli tasarım paketlerini çalıştırabilecek yetkinliğe erişmiştir (Erozan, 2017).

Bu sistemlere olan ihtiyaç özellikle II. Dünya Savaşı sırasında başlamış ve sonrasında devam etmiştir. Yürütülen çalışmalar ile birlikte çeşitli ifadeler literatüre girmeye başlamıştır. Bu ifadeler kısaca aşağıda değerlendirilmektedir:

**Material Requirements Planning (MRP):** Üretimin ihtiyacına göre üretilen veya satın alınan ürünlere göre öncelik veren sipariş planlamasıdır (Kabakçı ve Ocak, 2019).



**AS-RS (Automated Storage-Retrieval System):** Ürünleri bilgisayar desteğiyle depolayarak ve gereklilik durumunda depodan alarak işleyen otomatik depolama sistemlerini açıklamaktadır. (Ulusoy, 2019).

**Bilgisayar Destekli Mühendislik (CAE):** Kullanıcı tasarım ve üretiminde kullanılan tüm bilgisayar destekli teknikler olarak ifade edilebilir (Aşçı vd., 2020).

**Computer Aided Inspection (CAI):** Üretim sürecindeki makinaların veya malzeme depolanmasında ve taşınmasındaki makinelerin bilişim sistemleri tarafından denetlenmesinde bilgisayar kullanımını ifade eder (Akkuş ve İzci, 2018)

**Bilgisayar Destekli İş Planlama (CAPP/CAP):** Üretim işlemlerinin sistematik olarak planlanmasında ve yönlendirilmesinde otomasyondan yararlanarak bilgisayar kullanımını ifade etmektedir.

**Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol (CAQ/CAQA):** Ürünlerin tasarıma uygunluğunun belirlenmesinde alana yönelik kullanılan bilgisayar programıyla, ürünün imalat kalitesinin program yardımıyla güvence altına alınmasıdır (Meran, 2020).

**Computer Aided Robotics (CAR):** Üretim ve montajda bu hatlar üzerinden programlanabilir sayısal denetimli araçların (robot) kullanımı ifade edilmektedir

**Bilgisayar Destekli Deneme (CAT):** Tasarlanan elektronik devrenin denenmesinin bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilmesi.

**Bilgisayar Bütünleşik Üretim (CIM):** Üretim faaliyetinde bulunan bir işletmede ürün imal çeşidine göre kullanılan tüm bilgisayar destekli otomasyon, makine, teçhizat sistemleri işlerin bütünleştirilmesinde kullanılan tüm bilgisayar programlarını ifade eder (Arıkan, 2020).

**Numerical Control (NC):** Makinelerin sayısal denetimlerini yani denetimi sayısal olarak yapılan tüm makine ve cihazlar için kullanılan genel terimdir

**Computerized Numerical Control (CNC):** Üretim bandında veya tezgâhta denetimi sağlaması için kurulan sayısal kontrol yapan bir bilgisayarın bulunduğu sistemdir.

**Direct Numerical Control (DNC):** Bir dizi sayısal kontrol ve bu kontrolü yapan bilgisayar tezgâhlarının birbirine bağlandığı ve sıralı biçimde sayısal kontrol programlarının merkez yerleşimli bir bilgisayarda saklanarak tezgâhların oradan denetlendiği kontrol sistemidir (Zeng, 2020).

**Grup Teknolojisi (GT):** PC destekli veya PC desteksiz yapılan bir çalışmada, tasarım ya da üretim arasında benzerlik bulunan parçaların ayrıştırılarak o yönde üretimin gerçekleştirilmesidir.

**Manufacturing Resource Planning (MRP):** Üretimde stratejik planlamadır. MRP II ise İşletmenin mali işlemleri ve hesap sistemlerinin stratejik planlama

sistemleriyle birleştirildiği, geri bildirimlerin de bulunduğu üretim ve stok sistemleridir.

**Programmable Logic- Control (PC/PLC):** Süreç denetiminde kullanılan mikro işlemci temelli aygıttır.

## 7. KRONOLOJİK GELİŞİMİ BAKIMINDAN ÜRETİM

### 7.1. Zanaatkârlık Dönemi (yaklaşık 1200-1800)

Bu dönem, el işçiliğinin ve zanaatkârlığın hüküm sürdüğü bir dönemdir. Üretim işlemleri genellikle günümüzde faaliyet gösteren küçük ölçekli, atölye bazlı ve el yapımı ürünlerin üretildiği işletmelere benzemektedir. Burada kısıtlı şartlarda üretilen ürünler genellikle kişiye özel olarak tasarlanır ve üretilirdi. Bu dönemde, malzeme tedariki ve üretim süreci üreticinin kontrolü altındaydı. Kişiselleştirilmiş ve elde üretilmiş ürünün, işçilik kalitesi de yüksekti. Ancak, zanaatkârlık dönemi üretim süreci, büyük ölçekli üretim ihtiyaçlarını karşılamak için yetersiz kalmış, insanların genel gereksinimlerini karşılamadığı için yerini makineleşmeye ve seri üretimlere bırakmıştır. Zanaatkârlık dönemi, el işçiliği ile üretim sürecinin nadir ve özel ürünlerin üretimi için kullanıldığı günümüzde de hala varlığını sürdürmektedir (Yin vd., 2008)

### 7.2. Sanayi Devrimi (18. yüzyıl sonu- 19. yüzyıl)

Zanaatkârlık döneminin bitmesi ile başlayan bir dönem olarak bilinmektedir. Bu dönemin oluşmasına neden olan önemli olayların başında nüfus, tarım ürünlerinin üretimi, yaşam kalitesindeki artış, sömürgecilik, kapitalizm, bilimin ön planda tutulması, mekanikteki ilerlemeler ve makinelerle olan ilginin artması sayılabilir. Bu dönemde özellikle buhar gücüyle çalışan makineler başta olmak üzere diğer mekanik ekipmanların kısmen de olsa insanın yerini aldığı ve toplumun ihtiyaçlarının önemli bir kısmına cevap verdiği görülmektedir (Topçuoğlu vd., 2023). Sanayi devrimi, öncelikle, yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve mevcut olanların geliştirilmesi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu teknolojik ilerleme, tekstil makineleri, buhar motorları, demiryolu ve telgraf gibi birçok karmaşık işi yapabilen yenilikçi icatları içermektedir. Bu dönemin üretimde çığır açan gelişmeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

**Mekanik Teknoloji:** Buhar motoru sanayi devriminin sembolü olarak kabul edilmiştir. James Watt tarafından geliştirilen bu motor, işletmelerin daha verimli çalışmasına ve aynı zamanda taşımacılık (demiryolu, denizyolu vb.) sektörünün de gelişmesine yol açmıştır. Başka bir örnek olarak Joseph Bramah tarafından geliştirilen hidrolikpres ise sanayi ürünlerinin (demir, çelik içerikli ham maddelerin vb.) üretilmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir (Clark, 2012).

**Tekstil:** Dokuma makineleri, dokuma işlemini hızlandırmak ve işgücü maliyetlerini azaltmak için kullanılmıştır. Dokuma tezgâhı ve iplik makinesi, Edmund Cartwright tarafından geliştirilmiştir (O'brien, 1997).

**Ulaşım:** Demiryolu, taşımacılık sektöründe bir devrim olarak nitelendirilmektedir. Demiryolu, daha hızlı ve daha güvenli taşımacılık sağladı ve mal ve insan taşımacılığındaki maliyetleri azaltarak, ekonomik büyümeye katkıda bulunmuştur. Bu dönemde ulaşımın en önemli kısmı buharlı lokomotifler tarafından gerçekleştirilmiştir (Cannadine, 1984).

**İletişim:** Samuel Morse tarafından geliştirilen telgraf, haberleşme teknolojisinde bir devrim yaratmıştır. Bu alet sayesinde iletişim hızlı ve güvenilir bir hal almıştır. 1844'te ilk telgraf mesajı Morse tarafından Washington, D.C.'den Baltimore, Maryland'e gönderilmiştir. Daha sonraları 1866'da Amerika Birleşik Devletleri'nden Avrupa'ya uzanan bir telgraf hattı oluşturulmuştur.

**Tarımsal Üretim:** Sanayi devriminde kimya biliminin de ilerlemesiyle kimyasal gübreler ve besleyici gübreler geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, tarımın verimliliğini artırdı ve gıda üretiminde büyük artış sağladı (Jacobsen, 2006).

**Demir, Çelik ve Kömür Üretimi:** Sanayi devrimi, demir ve çelik üretimi için de bir dönüm noktası olmuştur. Henry Bessemer tarafından geliştirilen modern çelik üretim süreci, çeliğin daha hızlı, daha ucuz ve daha verimli bir şekilde üretilmesine olanak sağlamıştır. Sanayi devrimi, madencilik ve metalürji endüstrilerindeki büyük gelişmelerle desteklenmiştir. Yeni teknolojiler sayesinde, kömür ve demir gibi değerli kaynaklar daha verimli ve büyük ölçekte üretilerek, ürün oluşturmada kullanılmıştır (DeVries, 2010).

**Ticaret:** Özellikle İngiltere'de, fabrikaların kurulması ile birlikte ürünler daha geniş çapta üretilmiştir. Üretilen bu ürünler ulaşım ağının genişletilmesiyle daha fazla sayıda insana ulaşmış ve onlar tarafından tüketilmiştir. Bu durum ürün ticaretini ve ürün pazarlamasında uygulanan yöntemleri değiştirmiştir. Ürünlerin gösterimi için gerekli olan mağazalar ülkelerin en büyük şehirlerinde kuruldu ve ürünler genellikle tüketicinin en yakın ulaşabileceği noktaya kadar götürülmüş ve tüketicinin üreticiden doğrudan ürün alması amaçlanmıştır. Bu durum insanların yaşam kalitesinde değişimlere sebebiyet vermiştir. Tüketicilere ürünü ulaştırılabilmesi için ticaret rotaları genişlemeye başlamış ve ürünler uluslararası pazara açılmıştır. Bu dönemde özellikle deniz ticareti yaygınlaşmıştır ve Avrupa'da ve Kuzey Amerika'da hizmet veren bazı limanlar yeni sisteme uygun bir şekilde getirilmeye çalışılmıştır. Daha fazla ürünün daha fazla tüketici ile buluşabilmesi için daha büyük gemiler inşa edilmiştir. Bu sayede Asya, Afrika ve Latin Amerika gibi kıtalarla ticari bağlantılar kurulabilmiştir. Üretilen ürünlerin halka satışı ile birlikte yüksek gelirler elde edilmiş ve bu durum bankacılık ve finans sektörünün gelişmesini beraberinde

getirmiştir. Özellikle üretim yapan büyük şirketler, hisse senetleri ve tahviller gibi çeşitli finansal araçlar kullanarak sermayelerini arttırmış ve bu durum daha fazla yatırım yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu dönemde üreten ve ürettiğini satabilen şirketler ve ülkeler ciddi ekonomik büyüme göstermiştir. Ticaretin artması, endüstriyel üretim için daha büyük bir talep yaratmanın yanında daha fazla fabrika ve makinaların üretilmesine de yol açmıştır (Kennedy, 2010).

**İş Gücü:** İnsanların tarım yerine sanayi işlerinde çalışmak için kentlere göç etmesiyle ortaya çıkan büyük işgücü havuzu, fabrikaların büyümesini ve üretimin artmasını mümkün kılmıştır. Sanayi Devrimi öncesinde, çoğu insan tarım ve hayvancılık ile ilgilenmekteydi ve el işçiliğine dayalı üretim yapılmaktaydı. Ancak, fabrikaların ortaya çıkmasıyla birlikte insanlar bu bölgelere göç etmiştir. Sanayi üretiminde işçiler, belirli bir görevi yerine getirmek için bir makinenin yanında duruyor ve bu makineyi çalıştırıyordu. Bu nedenle, işçilerin beceri seviyelerinin artması gerekmiyordu. Bu değişim, işçi sınıfının ortaya çıkmasına da neden olmuştur (Erdoğan, 2023). Fabrika sahipleri, daha fazla üretim yapmak için işçileri yoğun şekilde çalıştırmaya başladılar ve bu durum işçilerin çalışma koşullarının kötüleşmesine yol açtı. İşçiler, uzun saatler boyunca ve düşük ücretlerle çalışmak zorunda kaldılar. Ayrıca, fabrikalarda iş kazaları da sık sık meydana geldi (Mokyr, 2018)

### **7.3. Kitlesele Üretim Dönemi (20. yüzyıl başı- 1970'ler)**

Kitlesele üretim, endüstri devrimi sonrası gelişen üretim sürecidir ve 20. yüzyılın başlarında ABD'de yaygınlaşmıştır. Bu dönemde, seri üretim ve standartlaştırma teknikleri kullanılarak, büyük miktarlarda mal üretilmeye başlanmıştır. Bu süreçte, üretim bandı, işçilerin ürünü birbirine aktardığı bir sistem olarak kullanılmıştır. Bu süreç, üretim maliyetlerini düşürerek, daha fazla mal üretilmesine olanak sağlamıştır. Kitlesele üretim döneminin en önemli özelliklerinden biri, ölçek ekonomisinden faydalanarak, düşük maliyetli üretim yapmaktır. Üretim sürecinde, tekrar eden işlemlerin makine ve işgücü ile yapılması yerine, üretim hatları kurulmuştur. Bu hatlarda işçiler, belirli bir işlemi yaparak ürünü bir sonraki işleme aktarmaktadır. Bu sayede, üretim süreci daha hızlı ve daha verimli hale getirilmiştir. Örneğin Henry Ford'un araba üretimi esnasında kullandığı hareketli montaj hattı bu dönemin en güzel örneklerinden biridir (Womack vd., 2007).

Ayrıca, kitlesele üretim dönemi, ürünlerin standartlaştırılmasıyla birlikte, seri üretimi mümkün hale getirmiştir. Böylece, herhangi bir ürünün yüzlerce, hatta binlerce kopyası aynı anda üretilebilmektedir. Standartlaştırma aynı zamanda, ürünlerin kalitesinin kontrol edilmesine de yardımcı olmuştur. Ürünlerin aynı özellikleri paylaşması, hataların daha kolay bir şekilde tespit edilmesini sağlamıştır.

Kitlesel üretim dönemi, otomotiv sektörü başta olmak üzere birçok sektörde kullanılmıştır. Bu süreç, milyonlarca aracın üretimine ve dağıtımına olanak sağlamıştır. Ayrıca, bu dönemde, tüketici mallarının üretiminde de büyük bir artış yaşanmıştır. Bu, tüketici mallarının daha yaygın ve daha ucuz bir şekilde erişilebilir hale gelmesine neden olmuştur. Bu dönemde üretimde meydana gelen önemli gelişmeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

**Seri Üretim:** Kitlesel üretim dönemi, seri üretimin yaygınlaşmasıyla başlamıştır. Seri üretim, aynı özellikleri taşıyan ürünlerin büyük miktarlarda üretilmesidir. Bu, üretim sürecinde standartlaştırma ve ölçek ekonomisinden yararlanmayı mümkün kılmıştır (Mokyr ve Strotz, 1998).

**Montaj Hattı:** Montaj hattı, seri üretimi mümkün hale getiren bir tekniktir. Montaj hattında, üretim sürecinde her bir işlem belirli bir aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamada orada görevli olan işçiler ürünün üzerinde olması gereken parçaların montajını yapar veya işlemleri gerçekleştirirler ve bir sonraki aşamaya geçilerek süreç devam ettirilir (Landes, 2003).

**İşgücü Bölümleme:** Kitlesel üretim dönemi, işgücü bölümleme tekniklerinin yaygınlaşmasıyla birlikte gelişmiştir. İşgücü bölümleme, her bir işlemi belirli bir işçi grubuna atama ve görevlerin bölümlendirilmesidir. Bu sayede, işçilerin belirli bir işleme odaklanarak daha verimli hale gelmeleri sağlanmıştır (Braverman, 1998).

**Standartlaştırma:** Kitlesel üretim dönemi, ürünlerin standartlaştırılmasıyla birlikte gelişmiştir. Standartlaştırma, ürünlerin belirli özelliklere sahip olmasını sağlamanın yanında kaliteyi de arttırmıştır. Ürünlerin üretim sürecindeki tekrarlanabilirliğini sağlamak için parça, bileşen ve ürünlerin ölçüleri, kalitesi ve diğer özellikleri açısından belirlenen standartlara uygun olması hem verimliliği hem de ürünün kullanılabilirliğini arttırmıştır. İlâveten uygulanan standartlar sayesinde ürünlerin tutarlılığı ve kullanılabilirliği artarken ürün maliyetleri ise düşmüştür (Allen, 2017).

**Makineleşme:** Sanayi devrimi makinaların devrimi olarak kabul edilmektedir. Bu dönemde ihtiyacı karşılamaya yönelik makinaların geliştirilmesi ve bu geliştirilen makinaları kullanacak kişilerin yetiştirilmesi yönünden oldukça önemlidir. Makinalar işçilerin yapacağı işin en ağır ve riskli kısımlarını gerçekleştirilmesiyle birlikte işçilik maliyetleri düşerken işçilerin yaşam kalitelerinde de gözle görülür bir artış oluşmuştur. Oluşan bu durum ile birlikte üretim süreci daha sağlıklı bir hal almaya başlamıştır (Allen, 2009).

**Pazarlama:** Sanayi devrimi döneminde çok sayıda veya miktarda mal üretilmiştir. Üretilen bu mallar üretim fazlası olarak değerlendirilmiş ve farklı coğrafyalara gönderilme ihtiyacı doğurmuştur. Dolayısıyla bu dönemde ortaya çıkan pazarlama faaliyetleri, üreticilerin ürünlerini daha geniş kitlelere

ulaştırmalarını sağlamıştır. Bu durum, üreticilerin daha fazla müşteriye ulaşmalarını sağlamış ve bu da üretim hacimlerini artırmıştır. Pazarlama faaliyetleri ile birlikte, üreticiler müşterilerinin ihtiyaçlarını daha iyi anlayarak, ürünlerini buna göre geliştirmişlerdir. Bu durum müşteri memnuniyetini arttırmış ve marka sadakatini sağlamıştır (Jones, 2005).

#### **7.4. Esnek Üretim Dönemi (1980'ler - günümüz)**

Esnek üretim modeli, üretim sürecindeki değişiklikleri kolayca karşılayabilen bir üretim sistemidir. Bu sistem, üretim sürecindeki değişiklikleri hızlı bir şekilde adapte edebilen, verimli, kaliteli ve maliyet-etkin bir üretim yöntemidir. Bu modelde, üretim hattı ve iş gücü esneklikleri sağlanarak, üretim sürecindeki herhangi bir değişiklik için hızlı bir şekilde adapte edilebilirler. Esnek üretim modeli, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için uygundur. Çünkü bu işletmeler genellikle, büyük üretim hacimlerine sahip olmadıklarından, üretim sürecindeki değişikliklere hızlı bir şekilde adapte olabilmek için esnek bir üretim modeline ihtiyaç duyarlar (Geçgin, 2024).

Esnek üretim modeli, modüler üretim (Üretim süreci, modüler bir yapıya sahip olacak şekilde tasarlanır. Bu sayede, farklı bileşenlerin kolayca değiştirilmesi mümkün hale gelir), esnek üretim hatları (üretim hatları, farklı ürünlerin üretimine uygun olarak değiştirilebilir. Bu sayede, farklı ürünlerin üretimi için ayrı üretim hatları kurmaya gerek kalmaz.), çok amaçlı işçiler (İşçiler, farklı işlerde çalışabilecek şekilde eğitilirler. Böylece, işçiler farklı üretim hatlarına kolayca geçiş yapabilirler.) ve esnek üretim programları (Üretim programları, talep ve müşteri ihtiyaçlarına göre kolayca değiştirilebilir) gibi unsurları içermektedir (Upton, 1994). Bu dönemin önemli gelişmeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

**Bilgisayar teknolojisi:** Esnek üretimde süreç bilgisayar teknolojisinin kullanımı ile başlamaktadır. Bu dönemde bilgisayar teknolojisi hızla gelişti ve üretim sürecinde kullanılan yazılım ve donanımlar sayesinde bilgisayarlar ve üretim süreçleri daha da özgün bir hal almış ve birbirlerinden ayrılmaz birer parça olmuşlardır.

**Robotik teknolojisi:** Robotlar, bilgisayarlardaki ilerleme ile birlikte kullanılabilir bir hal almışlardır. Robotlar, bilgisayarlar tarafından verilen komutları yerine getirerek ürünün üretimine destek olmaktadır. Günümüzde esnek üretim modelinde oldukça önemli bir yere sahip olan robotlar bu konuda gelecek vaat etmektedirler.

**Just-in-time (JIT) üretim sistemi:** Toyota tarafından geliştirilen JIT üretim sistemi, üretim sürecinde daha az stok tutulmasını ve daha hızlı üretim yapılmasını önceliklendirmektedir.

**Üretim hatlarının esnekliğinin artması:** Üretim hatları esnek hale getirilerek, farklı ürünlerin üretimine imkân sağlanmıştır.

**İşgücü eğitimi ve geliştirilmesi:** Ürünlerin daha etkin ve verimli bir şekilde üretilmesi, hataların azaltılması, iş ve işçi sağlığı gibi konuların önemsenmesi nedeniyle işçilerin eğitilmesi ve böylelikle ürün kalitesinin artırılması esasına dayanmaktadır.

**Küreselleşme ve rekabetin artması:** İletişim, ulaşım gibi konuların çözülmüş olması ve aynı olaya hizmet eden ürün çeşitliliğinin artması şirketleri daha esnek ve verimli üretim yapmaya zorladı. Bu da esnek üretim modelinin daha da yaygınlaşmasına yol açtı (Singh ve Ahuja, 2012).

## 8. ENDÜSTRİYEL GELİŞİM DÖNEMLERİNE GÖRE ÜRETİM

### 8.1. Endüstri 1.0 ve Üretim Sistemleri

İngiliz Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan bir döneme denk gelmektedir. Bu dönem, 18. yüzyılın sonlarında başlayarak 19. yüzyılın ortalarına kadar sürmüştür. Bu dönemde, insanlar ve hayvanlar yerine buhar gücü gibi yeni enerji kaynakları kullanılarak fabrikaların kurulması ve seri üretim yöntemlerinin kullanılması ile birlikte endüstriyel üretimde büyük bir atılım yaşanmıştır (Clark, 2012).

Endüstri 1.0, fabrikaların ortaya çıkması, su gücü ve insan gücüne göre daha verimli bir enerji kaynağı olarak kullanılan buhar gücü, makineleşmenin artması ve seri üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ile ilişkilendirilmektedir. Bu dönemde, tekstil üretimi, demir-çelik üretimi, madencilik ve ulaşım sektörleri gibi birçok sektörde büyük bir değişimler yaşanmıştır. Bu dönemin en önemli özellikleri arasında “toplu üretim, standartlaştırma ve tek tek işlemlerin birleştirilmesi” yer alır (O’Brien, 1997).

Endüstri 1.0, dünya ekonomisinde ve toplumsal yapıda büyük değişimlere yol açmanın yanında ürün ve üretim maliyetleri düştüğü bir döneme de karşılık gelmektedir. Bu dönemde daha az hammadde ile daha fazla katma değerli ürün üretmek mümkün hale gelmiştir. Bu durum insanların ihtiyaçlarını daha uygun fiyatlarla karşılamalarına olanak sağlamıştır. Bununla birlikte, bu dönemde işgücü-işçi sınıfı da oluşmuştur. Ancak oluşan bu sınıfın çalışma şartlarındaki belirsizlikler onların yaşamlarında bazı zorlukları da beraberinde getirmiştir (Mokyr, 2018).

### 8.2. Endüstri 2.0 ve Üretim Sistemleri

İkinci endüstri devrimi, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika’da olmak üzere, sanayi üretiminde büyük değişikliklere yol açmıştır. Bu dönemde, birinci endüstri devriminde kullanılan teknolojiler daha da geliştirilmiş ve yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. İkinci endüstri devrimi döneminin en önemli özelliğinin

başında elektrik enerjisi gelmektedir. Elektrik enerjisi ile birlikte elektriğin etki ettiği tüm sektörler ilerleme göstermiştir. Elektrik enerjisi sayesinde üretim süreçleri daha otomatik hale gelmiştir ki bu duruma otomasyon adı verilmiştir. Otomasyon ile birlikte insan gücüne daha az ihtiyaç duyulmuş ve üretim daha verimli hale gelmiştir. Bu dönemde artan enerji ihtiyacının bir kısmı ise fosil yakıtlar (Petrol) ile elde edilmeye çalışılmıştır. Petrol ve petrokimya ürünleri bu dönemde üretilen en önemli ürünlerin arasında sayılmaktadır. Petrolden elde edilen akaryakıt (diesel, benzin vb.) ile birlikte özellikle ulaşım ve ulaştırma sektörü önemli bir ivme kazanmıştır. Enerjiye çok fazla ihtiyaç duyulduğu bu dönemde üretim de yüksek miktarlarda gerçekleştirilmiştir. Bu durum bugün hala çoğunun faaliyetine devam ettiği büyük şirketlerin kurulmasına yol açmıştır. İkinci endüstri devrimi, birinci endüstri devriminin temelleri üzerine inşa edilmiş ve sanayi üretiminin daha da gelişmesine neden olmuştur. Bu dönemin etkileri günümüzde de hala hissedilmektedir. İkinci endüstri devrimi, teknolojik ve ekonomik açıdan büyük bir değişimi beraberinde getirmiştir (Landes, 2003).

### 8.3. Endüstri 3.0 ve Üretim Sistemleri

1980'lerden günümüze kadar süren Endüstri 3.0 dönemi, özellikle elektronik endüstrisi üzerinde büyük etkisi olan analogdan dijitale geçiş gibi teknolojik yenilikleri içermektedir. Aynı yıllarda küresel rekabet ve ürün çeşitliliğine yönelik tüketici talepleri, kitle özelleştirmenin ilerlemesine yol açmıştır. Üreticiler ürünün temel bileşenlerini oluşturarak, çeşitli seçenekler sunmuşlardır. Bu sayede müşteriler en çok tercih ettikleri bileşenleri seçme özgürlüğüne sahip olmuşlardır. Bu şekilde olan bir üretimde, tek ürün hattı ürün çeşitliliğine ve kombinasyonlarına yetiştirme olasılığı oldukça düşüktür (Schuh vd., 2004).

Bu gibi durumlarla mücadele edebilmek için 1980'li yıllarda CNC (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol) diye bilinen bir teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknoloji müşteri ihtiyaçlarındaki değişim problemini çözmeye yardımcı olmaya destek olmuştur. CNC destekli bu üretim sistemi esnek üretim sistemleri (FMS) olarak tanımlanabilir. Ürün gamının planlanması, üreticilere belirli ortak bileşenleri ekosistemdeki diğer benzer ürünlerde kullanma imkânının oluşması ile sonuçlanmıştır.

Elektronik ürünlerin üretiminde bütünsel yapılardan çok modüler yapılar tercih edilmiştir ki bu durum ortalama ürün ömürlerinde kayda değer bir azalma yaşanmasına neden olmuştur. Sanayi 3.0 döneminde ürünlere olan talep, hacim, çeşitlilik ve teslimat süresi önemli bir durum olarak değerlendirilmektedir. Ürünlere olan bu talep ortamı dalgalı piyasa olarak adlandırılmaktadır. Örneğin bir araç üreticisi olan Toyota, dalgalı piyasa nedeniyle akış ve üretim (TPS) hatlarında çeşitli problemlere yol açmıştır. Bu durumu önlemek amacıyla



üreticiler Esnek İmalat Sistemleri (FMS) ve SERU gibi tedarik yaklaşımlarını kullanmaya çalıştılar. Üçüncü endüstri devrimi, dijital teknolojilerin ve otomasyonun hızlı bir şekilde benimsenmesiyle iş süreçlerinin dijitalleştirilmesi, veri kullanımının artması ve internetin yaygınlaşması ile birlikte yaşanan bir dönüşümdür. Bu dönüşüm, üretim, iletişim, taşımacılık ve enerji gibi alanlarda köklü değişiklikler getirmiştir. Bu devrimle birlikte üretim süreçleri daha verimli hale gelmiş, otomasyon sayesinde insan gücüne olan ihtiyaç azalmıştır. Aynı zamanda internet sayesinde dünya genelinde bağlantılar artmış, iletişim daha hızlı ve kolay hale gelmiştir.

#### **8.4. Endüstri 4.0 ve Üretim Sistemleri**

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimi, yeni bir endüstri devrimi dönemine işaret etmektedir. Dördüncü endüstri devrimi olarak adlandırılan bu dönemde, otomasyon, yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve diğer teknolojiler gibi birçok yenilik bir arada kullanılmaktadır. Bu yenilikler, üretim süreçlerinde büyük değişiklikler yaratmakta ve toplumların sosyoekonomik yapısını etkilemektedir. Dördüncü endüstri devrimi, diğer endüstri devrimlerine göre daha hızlı ve daha kapsamlı bir değişim getirmektedir. Yapay zekâ, öğrenme algoritmaları ve robotik sistemler sayesinde, işletmelerde ve üretim tesislerinde daha verimli ve esnek üretim yapılması mümkün hale gelmektedir. Nesnelerin interneti ile birlikte, cihazlar arasında iletişim kurulması ve veri paylaşımı kolaylaşarak, endüstride dijital bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bununla birlikte, dördüncü endüstri devrimi, iş yapma ve çalışma biçimlerinde de köklü değişiklikler getirmektedir. Artan otomasyon ve robotik sistemler, birçok meslek dalında işsizlik riskini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, çalışanların yeteneklerini geliştirmeleri ve teknolojik yeniliklere adapte olmaları gerekmektedir. Dördüncü endüstri devrimi, diğer yandan, sağlık, eğitim, enerji ve diğer sektörlerde de büyük fırsatlar sunabilmektedir. Yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler, sağlık sektöründe daha iyi tedavi yöntemleri ve tıbbi cihazlar geliştirmeyi mümkün kılmaktadır. Eğitim sektöründe, dijitalleşme sayesinde öğrencilerin daha fazla kaynak ve öğrenme imkânına sahip olması sağlanmaktadır (Schwab, 2017).

Endüstri 4.0, otomasyon, veri değişimi ve dijital teknolojilerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan bir dönüşüm sürecidir. Bu dönüşüm süreci, üretim sektöründe büyük bir etkiye sahip olmuştur. Endüstri 4.0, üretim sistemlerini daha akıllı ve verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Endüstri 4.0'ın temel amacı, üretim sistemlerindeki verimliliği artırmaktır. Bu amaçla, üretim süreçlerindeki tüm verilerin toplanması, işlenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Böylece, üretim sistemlerindeki hataların tespit edilmesi ve düzeltilmesi mümkün olacak ve üretim verimliliği artacaktır. Ayrıca, Endüstri 4.0 ile üretim sistemleri daha esnek ve özelleştirilebilir hale getirilebilir. Bu

sayede, müşteri taleplerine daha hızlı ve etkili bir şekilde cevap verilebilir (Koşan ve Geçgin, 2011). Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde insan etkisini azaltmayı hedeflemektedir. Bu nedenle, robotik sistemlerin ve yapay zekâ teknolojilerinin daha yaygın bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu sayede, insanlar daha zorlu, tehlikeli veya tekrarlayıcı görevlerden kurtulacak ve daha yaratıcı işlere odaklanabileceklerdir. Üretim sistemleri açısından, Endüstri 4.0'ın en önemli etkilerinden biri, üretim hatlarının daha otomatik ve akıllı hale getirilmesidir. Bu sayede, üretim süreçleri daha hızlı ve daha verimli hale gelecek, aynı zamanda ürünlerin kalitesi de artacaktır. Bunun yanı sıra, Endüstri 4.0'ın bir diğer etkisi de, üretim süreçlerindeki enerji tüketimini azaltmasıdır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir (Zhang vd., 2018). Bu dönemin üretim anlayışını ortaya koyan bazı üretim modelleri aşağıdaki gibidir:

**Özel Üretim Hatları (Dedicated Production Lines):** Belirli bir ürün veya ürün grubunun özel olarak tasarlanmış, yapılandırılmış ve donatılmış bir üretim hattıdır. Bu üretim hattı, belirli bir müşteri veya müşteri grubunun spesifik taleplerine göre tasarlanmıştır ve bu müşteri veya müşteri grubuna özel ürünlerin üretimi için kullanılır. Özel üretim hatları, diğer üretim hatlarından farklı olarak, genellikle sınırlı sayıda veya tek bir ürünün üretimi için kullanılır ve ürünün özelliklerine ve müşterinin ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir. Özel üretim hatları, özellikle yüksek teknoloji, yüksek katma değerli ve karmaşık ürünlerin üretimi için kullanılır ve ürünlerin üretiminde yüksek hassasiyet ve kalite standartlarına sahip olmak önemlidir. Bu nedenle, özel üretim hatları genellikle yüksek maliyetli olabilir ve genellikle uzun vadeli müşteri ilişkilerine dayalı olarak tasarlanır ve inşa edilir. Bu üretim stratejisi ağırlıklı olarak Amerika Birleşik Devletleri tarafından benimsenmiştir. Bu stratejinin kökeninde II. Dünya Savaşı'nda oldukça verimli ve etkili görülen Henry Ford'un "*Hareketli Montaj Hattı*" yatmaktaydı. Özel üretim hatlarında herhangi bir üründen çok sayıda üretilir. Üretilen bu ürünler ağırlıklı olarak parça talebi yüksek olan ürünleri kapsamaktadır. Bu hatlar üreticiye yüksek karlılık sunarken, üretim yapan personele de bazı kolaylıkları sunmaktadır. Özel üretim hatlarında üretilen çok sayıda üründe küresel rekabet oldukça fazladır. Bu nedenle bu hatlar günümüzde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Renna, 2010).

**Esnek Üretim Sistemleri (Flexible Manufacturing Systems):** Esnek üretim sistemi (EÜS), üretim sürecinde hızlı bir şekilde değişen ihtiyaçlara cevap verebilen, modüler bir üretim sistemidir. Bu sistemler, ürünlerin üretimindeki farklılıkların karşılanması ve üretim hattında ürünlerin hızlı bir şekilde değiştirilmesi için tasarlanmıştır. EÜS, farklı üretim tiplerini bir arada barındıran ve genellikle otomasyon teknolojisi ile entegre edilen bir sistemdir. Esnek üretim sistemleri, üretim sürecinde esneklik sağlayarak,

ürünlerin tasarım, üretim ve dağıtımında maliyet tasarrufu ve verimlilik artışı sağlarlar. Bu sistemler, otomasyon teknolojisi sayesinde insan müdahalesini minimize ederler ve üretim hattında gerçek zamanlı verilerin toplanması ile üretim sürecinin daha verimli bir şekilde yönetilmesine olanak tanır. Esnek üretim sistemleri, otomotiv, elektronik, ilaç, gıda ve tüketim malları sektörleri farklı endüstriyel sektörlerde kullanılır. EÜS, küçük partilerdeki üretim için idealdir ve üretim hattındaki ürünlerin çeşitliliği arttıkça, EÜS'nin avantajları da artar 2000'li yıllara yaklaşırken müşterilerin ürünlere ve ürün çeşitliliğine olan taleplerinde ciddi artışlar kaydedilmiştir. Bu durum üreticilerin kitle özelleştirme (mass customization) uygulamasının gelişmesine yol açmıştır. Artan talep çeşitliliği ve bu talebe verilen üretici cevabı neticesinde, ürün çeşitliliğinde önemli artışlar olmuştur. Araç marka ve modellerinde görülen kayda değer ilerleme bu durumun en önemli örneklerinden biridir. Her markanın altında çok sayıda model geliştirilmiştir. Geliştirilen ve piyasaya sürülen bu modellerdeki ekipman ve parça farklılıkları daha farklı üretim hatlarının oluşturulması ile mümkün kılınmıştır. Bu ortamda hayata geçen esnek üretim sistemleri kullanıcıların talepleri doğrultusunda üreticiler tarafından çok sayıda karmaşık ürün modeli hızlı ve kolay bir şekilde üretilmiştir. Bu durum ise doğru tasarlanmış bir üretim sistemi ile birlikte hem rekabeti hem de karlılığı artırmıştır. Bazı durumlarda EÜS etkili olamayabilir. Örneğin beklenmedik bir ürünün üretilmesi gerektiği durumlarda, EÜS'nin bu duruma adapte olabilmesi (hammadde, işçi vs.) zaman alabilir. Bunun nedeni EÜS'nin yapısal değişiklikler için tasarlanmamış olması ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle günümüz koşullarında oluşabilecek ani veya acil bir malzeme talebini karşılayabilmek EÜS'nin verimli bir şekilde yapılandırılmasının önemli bir ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır.

**Yeniden yapılandırılabilir üretim sistemleri (Reconfigurable manufacturing system):** Üretim hattını hızlı bir şekilde yeniden yapılandırabilen ve farklı ürün tipleri için optimize edilebilen bir üretim sistemidir. Bu sistem, modüler bir yapıya sahiptir ve üretim sürecinde ihtiyaç duyulan farklı modüllerin bir araya getirilmesiyle oluşturulur. Bu sistem, üretim sürecindeki değişen müşteri ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde cevap verebilir. Farklı ürünlerin üretiminde aynı üretim hattını kullanarak, üretim sürecindeki maliyetleri düşürür ve ürünlerin daha hızlı bir şekilde piyasaya sürülmesini sağlar. Yeniden yapılandırılabilir üretim sistemleri, özellikle özelleştirilmiş ürünlerin üretiminde kullanılacak esnek bir üretim sistemi olarak görülmektedir. Müşterilerin özelleştirilmiş ürünleri, yeniden yapılandırılabilir üretim sistemleri kullanılarak hızlı bir şekilde üretilir (Koşan ve Geçgin, 2013). Bu sistemler, farklı sektörlerde kullanılabilir ve özellikle orta ölçekli üretim işletmeleri için uygun bir seçenektir. Ayrıca, bu sistemler üretim esnekliğini artırırken üretim

hattındaki ekipman ve kaynakların kullanımını optimize ederek işletmelerin verimliliğini artırabilir. İnternet, analiz yazılımları ve 3D baskı gibi araçlar sayesinde ve gelen müşteri taleplerine göre ürünler kişiselleştirilebilmektedir. Üreticiler müşterilerinden gelen talepler doğrultusunda bazı yenilikçi ürünleri tasarlayıp üretebilirler. Üretici ile müşterinin ortak geliştirme süreci, müşterilerin açık ürün mimarisi, talep üzerine üretim sistemleri ve uyumlu siber-fiziksel sistemler aracılığıyla hızlı bir şekilde müşteri ihtiyaçlarına ve tercihlerine yanıt veren tasarım, ürün modelleme ve simülasyon, imalat ve montaj süreçlerine dahil olmalarını sağlar. Ancak müşterilerden gelen taleplerdeki çeşitlilik daha fazla ürünü daha az sayıda sunmaya neden olmuştur (Rahman, 2020).

### **9. TÜRKİYE’NİN 2023 TEKNOLOJİ STRATEJİLERİ ve ÜRETİM SÜRECİ**

TÜBİTAK tarafından geliştirilmiş ‘Üretim Süreç ve Teknolojileri Stratejisi Vizyon 2023’ Projelerinde çeşitli teknoloji tabanlı öngörülerde bulunulmuş dolayısıyla bu kapsamda yeni bir vizyon ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bunları kısaca özetlersek;

- Çok etmenli imalat sistemleri, işbirlikçi imalat, sanal imalat, bilgisayar destekli mühendislik programları, bilgisayar bütünlüklü imalat, paralel zamanlı mühendislik programları gibi ileri tasarım ve üretim sistemlerinde modelleme yapılabilmesi için metotların geliştirilmesi,
- Üç boyutlu katı modelleme sistemleri, sonlu elemanların analiz ve raporlama gibi tekniklerle test uygulamalarının başlatılması
- Akıllı üretim sistemleri üzerine yapılan çalışmalar, Web tabanlı uzaktan imalat çalışmaları internet ortamında stratejik iş birlikleri geliştirerek bunların verimli hale gelmesini destekleyecek yazılımlar geliştirilmesi ve sınai uygulamaları
- İleri düzey üretim sistemleri ile ilgili nihai ve sınai araştırmaların yapılması
- Üretimde simülasyon yazılımları geliştirilmesi
- Akıllı fabrikaların işleyiş ve süreci ile ilgili uygulamalı araştırmaların başlatılması
- Yüksek kalitede hız ölçümlü CNC üretim süreçlerinin PC destekli matematiksel modelleme ve simülasyonlarının optimizasyonları konusunda araştırmaların başlatılması,
- CAD-CAM bilgisayar destekli otomasyon programlarıyla entegre bir şekilde üretim süreçlerinin simülasyonlarının yazılımlar ile geliştirilmeye başlanması,
- Esnek ve çevik üretim süreçleri için etkin araştırmaların başlaması CNC makinalarında ki verimin ve işleyiş süreçlerinin izlenmesi ve kontrol

amaçlı yeni sensörler ile takibin yapılması için sensörlerin geliştirilmesi ve zeki üretim sistemleri üzerinde gerekli araştırmaların yoğun bir şekilde yapılması,

- İleri CAD-CAM programlarıyla entegre proses simülasyon paketlerinin geliştirilmesi. Web tabanlı uzaktan imalat süreçleri ve ürün takip konularında temel çalışmaların yapılmasıdır (Seo et al., 2006).

Türkiye'nin teknoloji stratejileri ve üretim süreci, son yıllarda sürdürülebilir ekonomik büyüme, rekabet gücünün artırılması ve yerli üretimin teşvik edilmesi amacıyla önemli gelişmeler göstermektedir. Türkiye, teknoloji alanında Ar-Ge yatırımlarını artırarak yenilikçi ürün ve hizmet geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu stratejiler, özellikle "Milli Teknoloji Hamlesi" olarak adlandırılan ve savunma sanayisi, enerji, tarım, sağlık ve bilgi teknolojileri gibi sektörlerde yerli üretimi teşvik eden bir çerçeve sunmaktadır. Türkiye, teknoloji alanında bağımsız bir ekosistem kurarak, ithal ürünlere olan bağımlılığı azaltmayı ve stratejik sektörlerde kendine yeterlilik sağlamayı amaçlamaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2018). Bu doğrultuda, Türkiye'nin teknoloji politikaları Ar-Ge yatırımlarına öncelik vererek yüksek katma değerli üretim süreçlerine odaklanmaktadır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından uygulamaya konulan "2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi," dijital dönüşüm, yapay zekâ, biyoteknoloji ve ileri malzeme teknolojileri gibi alanlara yönelik teşvikler sunmaktadır. Ayrıca, Teknoparklar, Ar-Ge merkezleri ve üniversite-sanayi işbirlikleri ile teknoloji üretim sürecine katılım sağlanmakta, girişimcilik ve inovasyon ekosistemi desteklenmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020).

Türkiye'nin teknoloji stratejilerinin üretim süreçlerine etkisi, verimlilik artışı, maliyetlerin düşürülmesi ve ürün kalitesinin artırılması şeklinde kendini göstermektedir. Yerli teknoloji üretimi sayesinde ihracat kapasitesinin yükseltilmesi ve yüksek teknoloji ürünlerinde rekabet avantajının elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin teknoloji odaklı stratejik adımları, üretim süreçlerinde dijitalleşme ve inovasyon odaklı çözümlerle küresel pazarda daha güçlü bir konuma ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

## 10. SONUÇ

Üretim sistemleri, insanlığın gelişim yolculuğunda hem toplumsal hem de ekonomik dinamikleri şekillendiren güçlü bir unsur olmuştur. İlk çağlardan itibaren yalnızca bireysel ihtiyaçları karşılamaya yönelik olan üretim, Sanayi Devrimi'yle birlikte endüstriyel boyuta taşınmış; daha sonra gelen dijital dönüşümle hız, esneklik ve verimlilik açısından çağdaş ihtiyaçlara uyum sağlayan bir yapıya evrilmiştir. Günümüzde Endüstri 4.0 ile birlikte üretim süreçlerinde nesnelere interneti, yapay zekâ ve otomasyon gibi ileri teknolojilerin etkin kullanımı, üretimi sadece bir ekonomik faaliyet olmaktan

çıkartıp çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği içeren çok boyutlu bir yapı haline getirmiştir. Bu dönüşüm, küresel pazarlarda rekabet gücünü artırmak ve toplumların refah düzeyini yükseltmek için gerekli olan temel yapı taşlarını sunmaktadır (Schwab, 2017).

Modern üretim modellerinin getirdiği bu esneklik, işletmelere hızlı değişimlere uyum sağlama yeteneği kazandırırken, aynı zamanda yüksek kaliteli ürünlerin daha düşük maliyetle üretilmesine olanak tanımaktadır. Dijitalleşmenin sunduğu yenilikler, yalnızca verimliliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda üretim süreçlerinin çevre dostu ve sürdürülebilir olmasını da mümkün kılmaktadır. Bu noktada işletmelerin dijital dönüşümü benimsemesi, maliyet avantajı sağlamanın ötesinde, toplumsal ve çevresel sorumlulukları da kapsayan bir üretim anlayışını gerektirmektedir (Yin vd., 2018).

Nitekim üretim sistemlerinin evrimi, teknolojinin getirdiği yeniliklerle birlikte sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı olarak önemini korumaktadır. Bu süreçte dijitalleşme ve inovasyon, hem küresel rekabette avantaj sağlayacak hem de toplumların geleceğe yönelik ihtiyaçlarına yanıt verecek çözümler sunacaktır. Gelecekte, üretim sistemleri üzerine yapılan yatırımlar ve bu sistemlerin sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle entegrasyonu, ekonomik büyümenin yanı sıra çevresel ve toplumsal faydaları da artırarak üretim sistemlerini daha kapsayıcı hale getirecektir.

## KAYNAKÇA

- Akkuş, B., & İzci, N. A. (2018). Sistem Yaklaşımı, Kavramları ve Yönetim. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 223-237.
- Allen, R. C. (2009). *The British industrial revolution in global perspective*. Cambridge University Press.
- Allen, R. C. (2017). *The industrial revolution: A very short introduction* (Vol. 509). Oxford University Press.)
- Ankan, B. A. (2020). *İşletme 2.0: İşletmecilikte Yeni Trendler*. Hiperlink Eğit. İlet. Yay. San. Tic. Ve Ltd. Şti
- Arnold D, Furmans K. (2009). *Materialfluss in Logistiksystemen*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. p. 396.
- Asçı, Y., Polat, A., Lüle, F., Yarsı, G., Başaran, K., Tümsek, F., ... & Aslay, F. (2020). *Mühendislik Bilimlerinde Akademik Çalışmalar*.
- Braverman, H. (1998). *Labor and monopoly capital: The degradation of work in the twentieth century*. NYU Press.
- Cannadine, D. (1984). The present and the past in the English Industrial Revolution 1880–1980. *Past & Present*, 103(1), 131-172.
- Chryssolouris G. *Manufacturing System: Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag; 2006. p. 606.
- Clark, G. (2012). A review essay on the enlightened economy: An economic history of Britain 1700–1850 by Joel Mokyr. *Journal of Economic Literature*, 50(1), 85-95.
- Colledani, M., & Tolio, T. (2012). Integrated quality, production logistics and maintenance analysis of multi-stage asynchronous manufacturing systems with degrading machines. *CIRP annals*, 61(1), 455-458.
- De Vries, J. (2010). The limits of globalization in the early modern world. *The Economic History Review*, 63(3), 710-733.
- Dima, I. C., & Modrák, V. (2013). The Management of Basic Production Functions. In *Industrial Production Management in Flexible Manufacturing Systems* (pp. 110-175). IGI Global.
- Erdoğan, S. U. (2023). Yönetim alanındaki işe yabancılaşma makalelerinin bibliyometrik analizi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 111-139.
- Erozan, İ. (2017). *Geleneksel ve Modern Üretim Sistemleri*. Kütahya: Monopol Kitapevi.
- Geçgin, E. (2024). Liselerin yiyecek içecek hizmetleri bölümünde gıda israfı eğitiminin değerlendirilmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 13(2), 760-775.
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons
- Gupta, D., & Buzacott, J. A. (1989). A framework for understanding flexibility of manufacturing systems. *Journal of manufacturing systems*, 8(2), 89-97.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2001). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Chicago: Irwin/McGraw-Hill.)
- Jacobsen, E. K. (2006). JCE Resources for Chemistry and the Home. *Journal of Chemical Education*, 83(10), 1444.
- Jones, G. (2005). *Multinationals and global capitalism: From the nineteenth to the twenty first century*. Oxford University Press on Demand.)
- Kabakçı, A., & Necati, O. C. A. K. (2019). *Yazılım Sistemleri İçerisinde Depo Yönetimi*. Hiperlink Eğit. İlet. Yay. San. Tic. Ve Ltd. Şti.
- Kalkınma Bakanlığı (2018). On Birinci Kalkınma Planı (2019–2023) Kadının Kalkınmadaki Rolü Özel İhtisas Komisyonu Raporu. <https://dspace.ceid.org.tr/items/3f90f20a-b92d-48f2-b9eb-2a6e4535657b> (Erişim Tarihi: 07.11.2024).
- Kamacı, K., & Samancı, T. H. (2020). *Pazarlamada Lojistik Faaliyetler ve Maliyetler*. Hiperlink Eğit. İlet. Yay. San. Tic. Ve Ltd. Şti.
- Karakuş, F. (2020). *Endüstri 4.0 Sürecinde Lojistiğin Yiyecek ve İçecek Endüstrisine Etkisi* (Master's Thesis, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Kennedy, P. (2010). *The rise and fall of the great powers: economic change and military conflict from 1500 to 2000*. Vintage.)
- Koşan, L., & Geçgin, E. (2011). Müşteri Beklentisi Ve Maliyet Yönetimi Hedef Maliyet Sistemi Ve Örnek Bir Uygulama. *Mali Çözüm Dergisi*, 106, 53-68.
- Koşan, L., & Geçgin, E. (2013). Hedef maliyetleme sisteminin menü analizinde kullanılması: bir yiyecek içecek işletmesinde yapılan uygulama ve sonuçları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler*

- Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 391-410.
- Landes, D. S. (2003). *The unbound Prometheus: technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge University Press.
- Landes, D. S. (2003). *The unbound Prometheus: technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge University Press.).
- Meran, İ. (2020). *İletken Endüstrisinde Faaliyet Gösteren Bir Firma İçin Kalite İyileştirme Çalışması* (Master's Thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Mokyr, J. (Ed.). (2018). *The Economics of the Industrial Revolution* (Routledge Revivals). Routledge.).
- Mokyr, J., & Strotz, R. H. (1998). *The second industrial revolution, 1870-1914*. Storia dell'economia Mondiale, 21945(1).
- Melcher, A. J., Khouja, M., & Booth, D. E. (2002). Toward a production classification system. *Business Process Management Journal*, 8(1), 53-79.
- O'brien, P. (1997). The micro foundations of macro invention: the case of the reverend edmund cartwright. *Textile History*, 28(2), 201-233.).
- Özarslan, Ö. (2021). *Uluslararası Ticarette Lojistik ve Maliyet Faktörleri*.
- Özdemir, A. (2021). *Organizasyon ve İş Etüdü* (Vol. 3). Ali Özdemir.
- Özdemir, M., & Yıldırım, Ş. (2020). Medya ve Gerçeklik İlişisini Küresel Biyo politik Dijital Çağda Yeniden Düşünmek. *Erciyes İletişim Dergisi*, 7(1), 507-532.
- Rahman, A. (2020). *Revolution of production system for the Industry 4.0*. In Mass Production Processes. IntechOpen.)
- Renna, P. (2010). Capacity reconfiguration management in reconfigurable manufacturing systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 46, 395-404.
- Sanayi, T. C. (2020). TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2020-2024 Stratejik Planı. <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/stratejik-planlar/mu2112012102> (Erişim Tarihi:08.11.2024).
- Schuh, G., Harre, J., Gottschalk, S., & Kampker, A. (2004). Design for changeability (DFC)–Das richtige Maß an Wandlungsfähigkeit finden. *wt Werkstattstechnik online*, 94(4), 100-6.).
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Currency.
- Seo, Y., Kim, D. Y., & Suh, S. H. (2006). Development of web-based CAM system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28, 101-108.
- Shivanand, H. K. (2006). *Flexible manufacturing system*. New Age International.
- Singh, G., & Ahuja, I. S. (2012). Just-in-time manufacturing: literature review and directions. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, 3(1), 57-98.)
- Şahin, B., & Şahin, Y. (2024). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yeşil Finans Alanında Yapılan Çalışmaların Yazın Taraması. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(2), 414-426.
- Topcuoglu, E., Kobanoğlu, M. S., Kaygın, E., Karafakıoğlu, E., Erdogan, S. U., Torun, B. T., & Oktaysoy, O. (2023). The Improving Role of Digital Leadership in the Impact of Social Loafing on Job Performance. *International Journal of Organizational Leadership*, 12(1).
- Ulusoy, G. (2019). *Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma* (Doctoral Dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Upton, D. M. (1994). The management of manufacturing flexibility. *California management review*, 36(2), 72-89.).
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.)
- Yıldırım, S. H. (2022). Uzayda Millî Teknoloji Hamlesi. *Millî Teknoloji Hamlesi Toplumsal Yansımaları ve Türkiye'nin Geleceği*, editör Mehmet Fatih Kacı, Muzaffer Şeker, ve Mürsel Doğrul. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi, 485-96.
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861.
- Zeng, H. (2020, Ağustos). CNC İşleme Teknolojisine Dayalı Makine Mühendisliği Geliştirme ve Uygulama Araştırması. *Gelen Fizik Journal: Konferans Serisi* (., Cilt 1607, No: 1, S 012.023). IOP Yayıncılık.
- Zhang, J., Ding, G., Zou, Y., Qin, S., & Fu, J. (2019). Review of job shop scheduling research and its new perspectives under Industry 4.0. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30, 1809-1830)



# SAĞLIK SEKTÖRÜ DİJİTAL DÖNÜŞÜM: DOĞAL DİL İŞLEME TEKNOLOJİSİ ÖRNEĞİ

Nimet Yaman<sup>1</sup>

## ÖZET

Sağlık sektörü, veri yoğun yapısıyla her gün büyük miktarda yapılandırılmamış bilgi üretmekte, tıbbi kayıtlar, hasta notları ve laboratuvar sonuçları gibi veriler genellikle analize uygun yapılandırılmamış formatlarda saklanmaktadır. Bahse konu bu durum, veri-bilgilerin etkin bir şekilde işlenmesini ve kullanılmasını büyük bir soruna dönüştürmektedir. İnsan dilini bilgisayarların anlayabileceği, analiz edebileceği ve işleyebileceği hale getiren bir yapay zekâ alanı olarak tanımlanabilecek Doğal Dil İşleme (DDİ) teknolojileri, bu tür verilerden anlamlı bilgiler çıkarma ve yapısal veri haline dönüştürme yeteneğiyle bu zorluğu aşmada etkili bir araç olma potansiyeline sahiptir. Özellikle DDİ'nin sağlık sektöründe kullanımının yaygınlaşmasıyla, özellikle elektronik sağlık kayıtlarının analizi, hastalık teşhisi, ilaç geliştirme ve hasta destek sistemlerinin iyileştirilmesi gibi uygulama alanlarında çığır açıcı gelişmelerin meydana gelmesi söz konusudur. Sağlık sektörüne oldukça geniş etkileri olan DDİ, elektronik sağlık kayıtlarının analizi yoluyla, hastalık teşhis ve tedavi planlamasında daha hızlı ve doğru kararlar alınabilmesi, özellikle salgın vakalarında büyük veri kümelerinin analiz edilerek, etkin süreç yönetiminin yapılabilmesi, hasta destek sistemleri vasıtasıyla edinilen bilgilerle önleyici tedbirlerin alınabilmesi gibi çok çeşitli alanlarda sağlık hizmetlerinde niteliğin artmasına aracılık etmektedir. Ancak tüm bu avantajlara rağmen, sağlık sektöründe DDİ'nin uygulanması bazı teknik ve etik zorlukları beraberinde getirmektedir. Tıbbi verilerin karmaşıklığı, terminolojik çeşitlilik, uygulamadan kaynaklı bağlam farklılıkları, veri gizliliği ve güvenliği gibi nedenler, modellerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için ek çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir.

<sup>1</sup> Arş.Gör., Kafkas Üniversitesi, [nimet.ure@kafkas.edu.tr](mailto:nimet.ure@kafkas.edu.tr), ORCID: 0000-0002-5019-9762.

Bu çalışmanın amacı, sağlık sektöründe hızla artan yapılandırılmamış veri yığınlarının anlamlandırılmasında doğal dil işleme teknolojilerinin sunduğu yenilikçi çözümleri ve bu teknolojilerin sektöre olan etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektir. Çalışma, elektronik sağlık kayıtlarının analizi, klinik karar destek sistemleri, hasta destek hizmetleri, ilaç geliştirme ve halk sağlığı izleme gibi kritik alanlarda DDİ'nin potansiyelini ortaya koymayı hedeflemektedir. Ayrıca, DDİ uygulamalarının karşılaştığı teknik ve etik zorluklar ele alınarak, sağlık sektöründe bu teknolojilerin daha etkin bir şekilde benimsenmesine yönelik stratejik öneriler sunulması amaçlanmaktadır. Böylelikle, sağlık hizmetlerinin daha verimli, erişilebilir ve hasta odaklı hale getirilmesi için DDİ'nin nasıl bir dönüşüm gücü taşıdığına ışık tutulması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ, Dijitalleşme, NLP, Dijital Dönüşüm, Sağlık Sektörü.

## 1. GİRİŞ

Sağlık sektörü, küresel ölçekte bilgi ve veri yoğun bir alan olarak her gün devasa miktarda yeni bilgi üretmektedir. Tıbbi kayıtlar, doktor notları, hasta geri bildirimleri, tahlil sonuçları ve diğer sağlık verileri genellikle yapılandırılmamış metinler halinde saklanır. Bu nedenle, bu veri yığınına analiz edip anlamlandırmak oldukça zordur. Doğal Dil İşleme (DDİ) teknolojisi, bu yapılandırılmamış metinlerden anlamlı bilgiler çıkarma konusunda önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. DDİ'nin gücü, insan dilini anlayarak veriyi yapısal hale getirme ve klinik karar destek sistemlerine katkı sağlama kapasitesine dayanır (Iroju ve Olaleke, 2015). DDİ'nin sağlık sektörü üzerindeki etkisi, tıp dünyasında yaşanan büyük veri devrimi ile daha da artmıştır. Artık doktorlar ve sağlık araştırmacıları, elektronik sağlık kayıtlarından (ESK) hastalık teşhislerini otomatikleştirmek, hasta destek sistemleri geliştirmek ve hatta halk sağlığı çalışmalarını iyileştirmek için DDİ tekniklerinden faydalanmaktadır. Örneğin, Wieland-Jorna ve arkadaşları (2024), ESK'lardan günlük yaşam aktiviteleri hakkında bilgi çıkarmanın, hasta bakımı süreçlerini daha iyi planlamada nasıl yardımcı olduğunu vurgulamaktadır. Bu tür uygulamalar, sağlık hizmetlerinin verimliliğini artırırken, aynı zamanda maliyetleri düşürme ve hasta güvenliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Sağlık verilerinin karmaşıklığı, çeşitli bağlamlar ve terminolojiler içermesi nedeniyle, doğal dil işleme modellerinin bu verileri doğru bir şekilde anlamasını zorlaştırmaktadır. Sağlık profesyonelleri genellikle serbest metin notlarını tercih etmektedir, çünkü bu notlar hastaların durumunu daha ayrıntılı ve doğru bir şekilde yansıtabilmektedir. Ancak, yapılandırılmamış bu veriler, geleneksel analiz yöntemleriyle kolayca işlenemez (Wieland-Jorna vd., 2024). Bu bağlamda, yapay zekâ ve derin öğrenme tabanlı modellerin geliştirilmesi, sağlık sektöründeki bu zorlukları aşmada önemli bir çözüm sunmaktadır.

DDİ'nin sağlık sektöründe yaygın olarak kullanıldığı başlıca alanlar arasında hasta teşhisi, ilaç önerileri, hastalık riski analizleri ve hasta memnuniyeti değerlendirmeleri yer alır. Tanvir Alam ve Schmeier (2021), derin öğrenme ve makine öğrenmesi modellerinin, tıbbi metin madenciliğinde nasıl devrim yarattığını ve hastalık semptomlarının daha doğru analiz edilmesini sağladığını belirtmektedir. Örneğin, kronik hastalıklara yönelik erken teşhis modelleri, hasta geçmişi ve tıbbi notları analiz ederek doktorların hastalara daha etkili tedavi sunmasına yardımcı olabilmektedir. Özetle, Doğal Dil İşleme, sağlık sektöründe hasta bakımını iyileştirme ve tıbbi karar süreçlerini hızlandırma gibi birçok avantaj sunar. Ancak bu teknoloji, aynı zamanda veri güvenliği, etik endişeler ve model performansı gibi zorlukları da beraberinde getirir. Bu bölümde, DDİ'nin sağlık sektöründeki yenilikçi uygulamaları ve çözümleri detaylı bir şekilde ele alınacak, aynı zamanda bu teknolojilerin sunduğu fırsatlar ve karşılaşılan zorluklar tartışılacaktır.

### **1.1. Doğal Dil İşleme Nedir?**

Doğal Dil İşleme, insan dilinin bilgisayarlar tarafından anlaşılması, yorumlanması ve üretilmesi için geliştirilen bir yapay zekâ ve dil bilimi alanıdır. Bu teknoloji, insan dilindeki kelimelerin ve cümlelerin anlamlarını, bağlamlarını ve dilsel yapılarını analiz ederek bilgisayarların dil üzerinde işlem yapmasını sağlamaktadır. DDİ, özellikle yapılandırılmamış metinlerden bilgi çıkarımı yaparak, bu verileri anlamlandırmak ve insan diline dayalı sorunları çözmek için geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır (Zhou vd., 2022).

DDİ'nin temel amacı, insanların günlük dilini (örneğin, Türkçe veya İngilizce gibi) bilgisayarlar için anlaşılabilir hale getirmektir. İnsan dili, yapısal karmaşıklığı ve bağlama dayalı değişkenliği nedeniyle bilgisayarlar için zorlayıcı bir unsur olmuştur. Bu nedenle, DDİ, dilin anlamını daha iyi kavrayabilmek için istatistiksel yöntemlerden, makine öğrenmesi algoritmalarından ve derin öğrenme modellerinden yararlanır. Örneğin, bir metin içindeki kelimelerin ilişkilerini analiz ederek anlam çıkarmak, DDİ'nin en sık kullanılan işlevlerinden biridir (Alam ve Schmeier, 2021).

DDİ, kelimeleri ve cümleleri anlamlandırmak için çeşitli teknikler kullanır. Kelime yerleştirme (word embedding) yöntemleri, kelimeleri sayısal vektörler halinde ifade ederek, kelimeler arasındaki anlamsal benzerlikleri modellemede kullanılır. Bu yöntemler, kelimelerin bağlama dayalı olarak anlamlarını belirlemeye yardımcı olur. Derin öğrenme tabanlı modeller ise metin verilerini analiz ederek karmaşık dil yapılarını anlamlandırabilir. Özellikle sağlık sektörü gibi büyük ve karmaşık veri içeren alanlarda, DDİ'nin bu güçlü algoritmaları büyük faydalar sağlar (Wieland-Jorna vd., 2024).

DDİ'nin bir diğer önemli özelliği, dilin bağlamını analiz edebilmesidir. İnsan dilinde kelimeler, buldukları cümlede farklı anlamlar kazanabilir. Bu nedenle, DDİ algoritmaları, bağlama dayalı olarak kelimelerin doğru anlamını belirleyerek dilin karmaşıklığını çözmeye çalışır. Örneğin, "ağır" kelimesi bir cümlede fiziksel ağırlığı ifade ederken, başka bir cümlede duygusal bir yoğunluğu tanımlayabilir. DDİ'nin bu bağlamsal anlama yeteneği, sağlık sektöründe hasta raporları ve doktor notları gibi metinlerde doğru bilgi çıkarımı yapmak için kritik öneme sahiptir (Locke vd., 2021).

## 1.2. Doğal Dil İşlemenin Sağlık Sektöründeki Rolü

Sağlık sektörü, dünya çapında en hızlı büyüyen ve en karmaşık bilgi sistemlerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Tıbbi veriler, yapılandırılmış (örneğin, laboratuvar sonuçları, reçeteler) ve yapılandırılmamış (örneğin, doktor notları, hasta hikâyeleri) olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılabilir. Yapılandırılmamış veriler, sağlık sistemlerinin büyük bir kısmını oluşturmakla birlikte, bu verilerin doğru analiz edilmesi ve anlamlandırılması, hasta bakımını ve tedavi süreçlerini iyileştirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Doğal dil işleme, bu karmaşık ve yapılandırılmamış verileri işleyerek, sağlık sektörü için güçlü bir araç haline gelmiştir (Wieland-Jorna vd., 2024).

DDİ'nin en önemli rollerinden biri, elektronik sağlık kayıtlarındaki (ESK) büyük veri yığınlarını anlamlı bilgilere dönüştürmektir. Bu dönüşüm, klinik karar destek sistemlerine veri sağlayarak doktorların daha hızlı, isabetli ve etkili kararlar almasına olanak tanımaktadır. Jain ve Prajapati (2021), DDİ'nin ESK'lardaki tıbbi metinleri analiz etme kapasitesini vurgulayarak, hasta geçmişinin anlaşılmasından teşhis süreçlerine ve tedavi planlarının optimize edilmesine kadar birçok kritik alandaki faydasını öne çıkarmaktadır (Jain ve Prajapati, 2021) Örneğin, hasta geçmişi ve semptomlarının DDİ ile analiz edilmesi sayesinde, olası risk faktörleri belirlenebilmekte ve hasta için uygun tedavi planları geliştirilebilmektedir. Bu süreç, tedavi başlangıcını hızlandırarak hasta sonuçlarını iyileştirmektedir.

DDİ'nin bir diğer önemli kullanım alanı, halk sağlığı izleme ve yönetimidir. Yapılandırılmamış sosyal medya verilerinin analizi yoluyla salgın hastalıkların yayılımını izlemek ve önleyici tedbirler geliştirmek için erken uyarı sistemleri oluşturulabilir. Tanvir Alam ve Schmeier (2021), DDİ'nin epidemiyolojik verileri analiz ederek halk sağlığı stratejilerini daha etkin hale getirme kapasitesini vurgulamaktadır. Örneğin, COVID-19 pandemisi sırasında, sosyal medya ve sağlık sistemlerinden elde edilen verilerin DDİ teknikleriyle işlenmesi, salgının yayılımını anlamada ve önlemlerin alınmasında kritik bir rol oynamıştır. Bu tür proaktif yaklaşımlar, sağlık hizmetlerinin daha etkili ve erişilebilir hale gelmesine olanak sağlamaktadır (Alam ve Schmeier, 2021).

Bunun yanında, DDİ, sağlık sektörüyle bağlantılı idari süreçlerde de yenilikçi çözümler sunmaktadır. Elektronik Sağlık Kayıtları sistemlerinde DDİ'nin uygulanması, doktorların önemli verileri hızlıca çıkarabilmesini ve tekrarlayan transkripsiyon süreçlerine harcanan zamanı azaltmasını sağlamıştır. Örneğin, ses tanıma araçları, doktorların dokümantasyon süreçlerini hızlandırmış ve daha yüksek kaliteli hasta kayıtlarının tutulmasını mümkün kılmıştır. Bu tür yenilikler, sadece hasta bakımını değil, aynı zamanda sağlık sektörünün genel verimliliğini de artırmıştır (Goss vd., 2019). Doğal dil işleme teknolojisi, hasta verilerinin analiz edilmesinden halk sağlığı yönetimine, klinik destek sistemlerinden idari süreçlerin iyileştirilmesine kadar geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Sağlık sektöründe DDİ'nin doğru kullanımı, tıbbi hataların azaltılmasından tedavi sürecinin hızlanmasına kadar birçok alanda dönüşüm sağlamış ve hem hasta bakımında hem de sağlık hizmetlerinin organizasyonunda yenilikler getirmiştir.

## 2. DOĞAL DİL İŞLEMENİN TEMEL TEKNOLOJİLERİ

### 2.1. Metin Madenciliği

Günümüzde internetin ve kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla birlikte, hızla büyüyen doküman yığınları ortaya çıkmaktadır. Bu yığınlar arasında önemli bilgilerin kaybolma riski artarken, kritik verilere ulaşmak için dokümanların içeriğinin etkin bir şekilde belirlenmesi ve sorgulanabilmesi gerekliliği giderek daha önemli hale gelmiştir. Metin madenciliği, bu ihtiyaca cevap veren bir teknoloji olarak, yapılandırılmamış metinlerden anlamlı ve nitelikli bilgilerin çıkarılmasını sağlayan bir süreçtir (Oğuz vd., 2007).

Metin madenciliği, genellikle belirli bir formatta olmayan metinlerde gizli bilgileri keşfetmek ve verileri analiz edilebilir hale getirmek için kullanılan yöntemler bütünü olarak tanımlanır. Kostoff ve arkadaşları (2001), metin madenciliğini “bilginin teknik literatürden çıkarılması” olarak tanımlamış ve bu sürecin bilgi erişimi, bilgi işleme ve bilgi entegrasyonu olmak üzere üç temel bileşeni olduğunu ifade etmişlerdir. Bu süreçte, erişilen belgelerdeki örüntüler çıkarılır, ilgili belgeler analiz edilir ve elde edilen bilgiler anlamlı sonuçlar oluşturacak şekilde birleştirilir (Kostoff vd., 2001).

Losiewicz ve arkadaşları (2000), metin madenciliğini, metin koleksiyonlarından bilgiye erişim, bireysel metinlerden bilgi çıkarımı, veri tabanlarından bilgi keşfi, bilgi yönetimi ve bilginin görselleştirilmesi süreçlerini bir araya getiren kapsamlı bir mimari olarak tanımlamıştır. Bu süreç, özellikle sağlık sektörü gibi veri yoğun alanlarda, hasta kayıtlarının analiz edilmesi, semptom ve hastalık ilişkilerinin belirlenmesi gibi uygulamalarda önemli katkılar sağlamaktadır (Losiewicz vd., 2000).

Metin madenciliği süreci genel olarak beş temel adımdan oluşmaktadır. Bahse konu bu adımlar:

1. **Metin Toplama:** İlgilenilen konularda bilgi erişim sistemleri kullanılarak metin koleksiyonu oluşturma sürecidir. Bu süreç, internet üzerinden bilgi erişim sistemleri kullanılarak gerçekleştirilir. Sağlık sektöründe ise metin toplama genellikle PubMed gibi çevrim içi veri tabanlarından yapılır (Losiewicz vd., 2000).
2. **Metin Ön İşleme:** Metnin dilsel analizlerini içeren bu aşamada, kelimeler köklerine ayrılır, gereksiz kelimeler temizlenir ve metin anlamlı hale getirilir. Örneğin, metindeki kelimelerin isim, fiil veya sıfat gibi kategorilere ayrılması, metin içindeki ilişki örüntülerinin belirlenmesine yardımcı olur (Kostoff vd., 2001).
3. **Özellik Seçimi:** Ön işleme aşamasından sonra, metindeki kritik kelimeler ve özellikler belirlenir. Bu süreçte yalnızca anlamlı ve analize uygun veriler bırakılarak metin daha sade bir forma dönüştürülür.
4. **Veri Madenciliği:** Yapılandırılmış format hale getirilen metinler, karar ağaçları, kümeleme ve yapay sinir ağları gibi veri madenciliği teknikleri kullanılarak analiz edilir. Bu aşamada, metinlerden bilinmeyen bilgiler ve ilişkiler ortaya çıkarılır. Hem veri madenciliğinde hem de metin madenciliğinde gizli bilgilere bakılmakta ve genel yapay zekâ, makine öğrenme ve istatistik algoritmaları kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde yapılandırılmış numerik veri kullanılırken metin madenciliği yapılandırılmamış metinlerle ilgilidir (Konchady, 2006).
5. **Görselleştirme:** Elde edilen verilerin anlamlı bir şekilde sunulmasını sağlayan aşamadır. Sağlık sektöründe, bu aşama sonuçların klinisyenler veya araştırmacılar için daha anlaşılır hale getirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

## 2.2. Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme

Makine öğrenimi algoritmaları ve yapay zekâ, doğal dil işleme (DDİ) ve metin analitiği süreçlerinde metin belgelerinin anlamını tanımlamak ve anlamak için kullanılır. Makine öğrenimi, DDİ'nin temel işlevlerini hızlandırarak, iyileştirerek ve otomatikleştirerek büyük miktarda yapılandırılmamış veriyi anlamlı ve kullanılabilir hale getirmede önemli bir rol oynamaktadır (Priya vd., 2021)

Makine öğrenimi ve DDİ, metin özetleme, metin sınıflandırma, duygu analizi ve konuşma tanıma gibi işlemler için sıklıkla birlikte çalışır. Özellikle makine öğrenimi modelleri, eğitim verilerinden öğrenerek kendilerini güncelleyebilir ve böylece analiz süreçlerini sürekli iyileştirebilir. Bu süreçte, ontolojiler,

bilgi tabanları ve diğer bilgi kaynakları sistemlerin doğruluğunu artırmak için kullanılmaktadır.

Bir DDİ tabanlı sistem genel olarak dört ana bileşenden oluşur. Bahse konu bu bileşenler:

- 1. Makine Öğrenimi (ML):** Eğitim verilerinden öğrenerek metinlerden öngöründe bulunma, tavsiye oluşturma ve kişiselleştirme işlemlerini gerçekleştirir.
- 2. Doğal Dil İşleme (DDİ):** Metin özetleme, metin sınıflandırma ve duygu analizi gibi temel işlevleri yerine getirir.
- 3. Bilgi Tabanları (KB):** Ontolojiler, semantik aramalar ve ilişkisel bilgilerle sistemlerin doğruluğunu ve bağlam farkındalığını artırır.
- 4. Kullanıcı Arayüzü (UI):** Kullanıcıların konuşma veya metin girişi yapabildiği ve bu girdilerin analiz sonuçlarına ulaşabildiği etkileşimli platformlar sunar.

Bu bileşenlerin uyumlu çalışması sayesinde, kullanıcıdan alınan metin veya konuşma girişleri analiz edilerek anlamlandırılır ve uygun çıktılar sunulur.

Derin öğrenme, yapay zekânın bir alt dalı olarak, bilgisayarların insan dilini anlamasına, işlemesine ve yorumlamasına olanak tanır. Doğal dil işleme alanında geliştirilen hesaplama algoritmaları, insan dillerinin analiz edilmesi ve temsil edilmesi için makine öğrenimi ve algoritmik yaklaşımlar kullanır. Derin öğrenme, DDİ'deki problemlerin çözümünde geleneksel makine öğrenimi algoritmalarının sınırlarını aşarak daha gelişmiş çözümler sunmaktadır. Bu süreçte sinir ağları, derin öğrenmenin temelini oluşturur ve insan dilinin karmaşıklıklarını anlamlandırmada kritik bir rol oynamaktadır (Priya vd., 2021).

### **2.3. Derin Öğrenmenin DDİ Uygulamaları**

Son yıllarda, derin öğrenme mimarileri ve algoritmaları, bilgisayarla görme ve desen tanıma gibi alanlarda etkileyici ilerlemeler kaydetmiştir. Bu eğilim, doğal dil işleme araştırmalarına da yön vererek, dil tabanlı problemlerin çözümünde derin öğrenme yöntemlerinin kullanımını artırmıştır. Derin öğrenme tabanlı DDİ, metin analizi, bilgi çıkarımı ve kullanıcı etkileşimleri gibi birçok alanda önemli avantajlar sunmaktadır. Aşağıda derin öğrenme tabanlı DDİ'nin bazı önemli uygulama alanlarına yer verilmiştir:

#### **2.3.1. Metin sınıflandırma ve kategorilendirme**

Metin sınıflandırma, büyük veri setlerini anlamlandırmak ve kategorilere ayırmak için temel bir araçtır. Bu teknoloji, web aramaları, e-posta spam filtreleme ve dil tanımlama gibi birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Derin öğrenme algoritmaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha doğru ve hızlı

sınıflandırma sonuçları sunmaktadır. Örneğin, Kim (2014), konvolüsyonel sinir ağlarının (CNNs) kısa metinlerin sınıflandırılmasında üstün performans sergilediğini göstermiştir. CNN tabanlı modeller, metindeki kelime gruplarını analiz ederek dilin bağlamsal ilişkilerini daha iyi anlamlandırır. Ayrıca, BERT gibi transformer tabanlı modellerin de metin sınıflandırmada yüksek doğruluk oranlarına ulaştığı belirtilmiştir (Devlin vd., 2019).

Metin sınıflandırma ayrıca sağlık sektöründe hasta geri bildirimlerinin analiz edilmesi, tıbbi makalelerin sınıflandırılması ve elektronik sağlık kayıtlarının kategorilere ayrılmasında önemli rol oynamaktadır. Örneğin, Huang ve arkadaşları (2020), transformer tabanlı modellerin hasta şikayetlerinin otomatik sınıflandırılmasında %92'nin üzerinde doğruluk sağladığını bildirmiştir (Huang vd.,2020).

### 2.3.2. Adlandırılmış varlık tanıma (NER)

Bilgi çıkarımı ve varlık sınıflandırması için ilk adım olan Adlandırılmış Varlık Tanıma (NER), bir metindeki kişi isimleri, yer adları, organizasyonlar veya diğer belirli varlıkları tanımlamayı amaçlamaktadır(Perera vd., 2020). Derin öğrenme tabanlı NER algoritmaları, metindeki varlıkları daha yüksek doğrulukla tespit edebilir ve kategorize edebilir.

Derin öğrenme tabanlı NER algoritmaları, özellikle biyomedikal ve finans gibi özel alanlarda kritik bilgiler sunmaktadır. Örneğin, Lample ve arkadaşları (2016), sıralı verilerle çalışan bir RNN tabanlı model kullanarak NER görevlerinde yüksek doğruluk elde etmiştir. Bu model, kelimelerin bağlamını dikkate alarak dilin karmaşıklıklarını çözümlenmektedir. Sağlık sektöründe, biyomedikal metinler üzerinde çalışan BioBERT (Lee vd., 2020), gen ve protein adlarının tanımlanmasında büyük bir başarı sağlamıştır. BioBERT, biyomedikal literatürden öğrenilen bağlamsal kelime temsillerini kullanarak NER görevlerini optimize etmektedir. Örneğin, genetik mutasyonlar veya ilaç-yan etki ilişkileri gibi hassas veriler, BioBERT tabanlı algoritmalar sayesinde daha yüksek doğruluk oranlarıyla çıkarılabilmektedir.

### 2.3.3. Soru cevaplama

Doğal Dil İşleme araştırmalarının en önemli uygulamalarından biri, soru-cevap sistemleridir. Soru-cevaplama (Question Answering, QA), insanların doğal dilde sorduğu sorulara otomatik olarak yanıt verme sürecidir. QA, makinelerin doğal dili anlamasını ve yanıtları çıkarım yoluyla oluşturmasını gerektirir. Bu uygulama, özellikle arama motorları için büyük bir zorluk olmaya devam etmektedir. Derin öğrenme tabanlı DDİ, bilgisayar ile insan arasında etkileşimli bir ara yüz oluşturarak, kullanıcının belirli bir soruya verilen metin içinden cevap bulmasını sağlar. Bu teknoloji, web sitelerindeki otomatik sohbet sistemlerinin performansını artırmada önemli bir rol oynamaktadır.



Derin öğrenme tabanlı modeller, soru-cevaplama sistemlerinin doğruluğunu ve etkileşim kalitesini artırmaktadır. Bugüne kadar sağlık sektörü için geliştirilen QA sistemleri, bilgi erişimi tabanlı QA sistemlerinden hibrit QA sistemlerine evrilmiştir (Liu vd., 2018) Hibrit QA sistemleri, hem bilgi erişimi hem de bilgi tabanlı yöntemleri birleştirerek daha etkili ve doğru sonuçlar sunmaktadır.

Soru-cevaplama sistemlerinin yanı sıra, insan ve makine arasında interaktif bir etkileşim sunan diyalog sistemleri de geliştirilmiştir. Akıllı sağlık hizmetlerinde yaygın olarak kullanılan diyalog sistemleri, iki temel kategoriye ayrılmaktadır:

- **Görev Odaklı Diyalog Sistemleri:** Bu sistemler, belirli bir görev veya işlemi gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Örneğin, hasta randevu planlaması veya ilaç hatırlatıcıları gibi işlevler için kullanılmaktadır (Shim vd., 2021).
- **Görev Odaklı Olmayan (Sohbet Odaklı) Diyalog Sistemleri:** Bu sistemler, kullanıcılarla genel sohbet veya duygusal destek sağlamak için geliştirilmiştir (Kawata vd., 2017). Özellikle, uzun süreli hasta bakımında veya psikolojik destek hizmetlerinde önemli bir rol oynamaktadır

Soru-cevaplama ve diyalog sistemleri, akıllı sağlık hizmetlerinde kullanıcılarla daha doğal ve etkili bir etkileşim kurulmasını sağlayarak hasta memnuniyetini ve hizmet kalitesini artırma potansiyeline sahiptir.

#### 2.4. Duygu Analizi ve Dil Modelleme

Duygu analizi, metinlerde ifade edilen duyguları otomatik olarak belirlemeyi amaçlayan bir doğal dil işleme (NLP) alanıdır. Bu süreçte, metinlerin olumlu, olumsuz veya nötr olarak sınıflandırılması hedeflenir. Geleneksel yöntemler, makine öğrenmesi algoritmaları ve sözlük tabanlı yaklaşımlar üzerine kuruludur. Ancak, son yıllarda derin öğrenme ve önceden eğitilmiş dil modellerinin kullanımıyla duygu analizinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Gohil vd., 2018).

Önceden eğitilmiş dil modelleri, geniş veri kümeleri üzerinde eğitilerek dilin yapısını ve anlamını öğrenir. Bu modeller, duygu analizi gibi spesifik görevler için ince ayar yapıldığında yüksek performans sergiler. Örneğin, BERT, RoBERTa ve BERTweet gibi modeller, duygu analizi görevlerinde başarılı sonuçlar elde etmiştir. Yürütücü ve Demir (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, COVID-19 ile ilgili tweet'ler üzerinde BERT, RoBERTa ve BERTweet modelleri kullanılarak duygu analizi gerçekleştirilmiş ve bu modellerin performansları karşılaştırılmıştır (Yürütücü, 2023).

Türkçe metinlerde duygu analizi üzerine yapılan çalışmalarda da benzer yaklaşımlar benimsenmiştir. Tokcaer (2021), Türkçe metinlerde duygu analizi literatürünü inceleyerek, literatürde sıklıkla kullanılan yöntemler,

açık kaynaklı kütüphaneler ve veri tabanlarını ortaya koymuş ve araştırmaya açık konuları irdelemiştir (Tokcaer, 2021). Büyük dil modellerinin yükselişi, duygu analizinde klasik yöntemlerle karşılaştırıldığında önemli avantajlar sunmaktadır. Karabıyık ve arkadaşları (2023), klasik yöntemler ve büyük dil modellerinin duygu analizi problemindeki başarılarını karşılaştırmış ve büyük dil modellerinin üstün performansını ortaya koymuştur.

### 2.5. Makine Çevirisi

Makine çevirisi, bir dili diğerine otomatik olarak çevirmek için kullanılan bir teknoloji olup, hem sağlık sektörü hem de diğer alanlarda bilgiye erişim ve iletişim kolaylığı sağlamaktadır. Bu teknoloji, özellikle dil engellerini aşarak hasta-doktor iletişimini desteklemek için kullanılır (Sivarethinamohan vd., 2021). Örneğin, çocuk yoğun bakım ünitesinde İngilizce bilmeyen ebeveynlerin karmaşık tıbbi terimleri anlaması için makine çevirisi kullanılarak sağlık hizmetlerine erişim kolaylaştırılabilir. Bununla birlikte, tıbbi terimlerin doğru şekilde çevrilmesi, hasta güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Yanlış çeviriler, tedavi süreçlerinde ciddi sorunlara yol açabileceğinden, makine çevirisinin çıktılarının insan çevirmenler tarafından doğrulanması önerilmektedir (Wang vd., 2022).

### 2.6. Metin Özetleme

Metin özetleme ise uzun metinlerin ana fikirlerini ve önemli noktalarını kısaltarak bilgiye hızlı erişim sağlar. Özellikle sağlık sektöründe, hasta raporları, tıbbi araştırmalar ve klinik notlar gibi belgelerin özetlenmesi, sağlık profesyonellerinin daha verimli çalışmasına olanak tanır (Hossain vd., 2023). Metin özetleme iki temel yaklaşıma sahiptir: çıkarımsal yöntemler, orijinal metinden doğrudan önemli bölümleri seçerken; soyutlayıcı yöntemler, metni yeniden yapılandırarak ana fikirleri özgün bir şekilde ifade etmektedir (Abro vd., 2023). Uygulama alanlarının arasında, klinik araştırmaların özetlenmesi, doktorların hızlıca doğru bilgilere erişmesini sağlar ve karar verme süreçlerini hızlandırmaktadır (Rohil ve Magotra, 2022). Ancak tıbbi metinlerin karmaşıklığı, özetleme algoritmaları için zorluk teşkil etmektedir. Anlam kaybı veya yanlış yorumlama riskini azaltmak için, otomatik özetlerin insan denetimiyle doğrulanması gereklidir.

## 3. SAĞLIK SEKTÖRÜNDE NLP UYGULAMA ALANLARI

Doğal Dil İşleme'nin sağlık sektöründeki geniş uygulama yelpazesi, verilerin analiz edilmesi, klinik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi ve hasta memnuniyetinin artırılması gibi birçok alanı kapsamaktadır. Bu kullanım alanları, hastalık teşhisinden tedavi planlarının optimize edilmesine kadar uzanmaktadır. Söz konusu kullanım alanlarından bazıları bu başlık altında ifade edilmeye çalışılmıştır.

### 3.1. Elektronik Sağlık Kayıtlarının İşlenmesi

Klinik dokümantasyon, hasta temaslarının, teşhislerin, tedavilerin ve sonuçların ayrıntılı bir kaydını sağlamaktadır ve bu yönüyle sağlık sisteminin temel yapı taşını oluşturmaktadır. Sağlık sektöründe doğal dil işleme, çığır açan bir teknoloji olarak ortaya çıkmış ve tıbbi kayıtlar içerisinde yer alan büyük hacimli metin verilerinden klinik bilgilerin çıkarılması, özetlenmesi ve kullanılması süreçlerinde köklü değişiklikler meydana getirmiştir (Geron, 2022).

DDİ araçları, yapılandırılmamış klinik anlatılardan anlamlı bilgilerin çıkarılmasını mümkün kılmaktadır. Bu tür anlatılara doktor notları, radyoloji raporları ve patoloji raporları gibi belgeler dâhil olmaktadır. Geleneksel veri erişim yöntemleri genellikle zaman alıcı ve hata yapma riskine açık olan manuel inceleme süreçlerini içermektedir. Buna karşın, DDİ, gelişmiş algoritmalar kullanarak ilgili bilgileri otomatik olarak tanımlamakta ve çıkarmaktadır, böylece sağlık çalışanlarının iş yükü büyük ölçüde azalmaktadır.

DDİ algoritmaları, semptomlar, teşhisler, ilaçlar ve tedavi planları gibi önemli klinik unsurları tanımlayabilmektedir. Bu algoritmalar, doğal dilin karmaşıklığını anlama ve işleme yeteneğine sahip olmaları sayesinde, hasta verilerinin büyük yığınlarından anlamlı içgörüler elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum, bireysel sağlık profillerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini ve toplum sağlığı eğilimlerinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır (Hosseinzadeh vd., 2022).

### 3.2. Hasta Destek Sistemleri

Tıbbi chatbotlar ve sanal asistanlar, DDİ teknolojileri sayesinde hasta sorularına yanıt verebilir, randevu hatırlatmaları yapabilir ve acil durumlarda öneriler sunabilir. Jain ve Prajapati (2021), bu tür hasta destek sistemlerinin, sağlık hizmetlerini daha erişilebilir hale getirdiğini ve hasta memnuniyetini artırdığını vurgulamaktadır. Özellikle hasta takibi ve tedavi yönetiminde bu uygulamalar önemli bir rol oynamaktadır.

Doğal dil işleme teknolojisiyle çalışan sanal sağlık asistanlarının benimsenmesi, sağlık teknolojilerinde büyük bir adımı temsil etmektedir. Bu yenilik, hasta katılımını artırmayı ve sağlık bilgilerine erişimi kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. DDİ algoritmalarını kullanan bu sanal asistanlar, doğal dildeki sorguları anlayarak yanıt verebilme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, hastaların sağlık sistemleriyle daha kullanıcı dostu ve sezgisel bir şekilde etkileşim kurmaları mümkün hale gelmektedir (Jain ve Prajapati, 2021). DDİ ile donatılmış sanal sağlık asistanları, tıbbi sorunlar, tedavi seçenekleri ve genel sağlık bilgileriyle ilgili sorulara anında yanıt vererek hasta eğitimine ve güçlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu teknoloji, hastaların sağlık

kaynaklarına hızlı ve kolay bir şekilde erişmesini sağlamanın yanı sıra, kendi sağlık durumlarını daha iyi yönetmelerine ve tedavi programlarına uyum sağlamalarına yardımcı olmaktadır.

Konuşma tabanlı ve etkileşimli bir yapıya sahip olan sanal sağlık asistanları, kişiselleştirilmiş ve ilgi çekici bir sağlık deneyimi sunarak hasta sonuçlarını ve memnuniyetini artırmaktadır. Bu yenilik, hastaların sağlık hizmetlerinden daha fazla fayda sağlamasını ve sağlık sistemlerine olan bağlılıklarını güçlendirmektedir (Loizou, 2007). Bickmore ve arkadaşları, sağlık hizmetlerinde konuşma ajanlarının (conversational agents) kullanılmasını incelemiş ve bu NLP tabanlı arayüzlerin empatiye dayalı etkileşimleri simüle edebileceğini göstermiştir. Bu durum, hasta iletişimini geliştirme ve tedavi planlarına uyumu artırma potansiyelini gözler önüne sermektedir. Bu çalışma, NLP'nin daha kişiselleştirilmiş ve ilgi çekici sağlık hizmetleri deneyimleri oluşturmadaki rolünü güçlü bir şekilde desteklemektedir (Bickmore vd., 2025).

### 3.3. Klinik Araştırmalar

DDİ, klinik araştırmalarda büyük miktarda tıbbi literatürü taramak ve analiz etmek için de kullanılmaktadır. Tanvir, Alam ve Schmeier (2021), DDİ'nin tıbbi araştırmalarda bilgi madenciliği, literatür taraması ve veri çıkarımı gibi işlemleri hızlandırarak araştırmacılara zaman kazandırdığını ifade etmektedir. Bu, yeni tedavi yöntemlerinin ve tıbbi buluşların hızla geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Tıbbi araştırmalar, gen-gen ve protein-protein ilişkilerinin tanımlanması, ilaç etkilerinin analiz edilmesi ve semptom-hastalık bağlarının keşfi gibi alanlarda metin madenciliğinden faydalanmaktadır. Örneğin, Swanson'ın çalışması, migren ile magnezyum eksikliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için MEDLINE'da yapılan aramaları analiz etmiş ve ARROWSMITH programı aracılığıyla önemli hipotezler üretmiştir. Bu tür çalışmalar, tıbbi araştırmalarda metin madenciliğinin yenilikçi ve keşif odaklı bir araç olduğunu kanıtlamaktadır.

### 3.4. Hastalık tanımlama ve Teşhis

Hastalıkların tanımlanması ve teşhis süreçlerinde Doğal dil işleme teknolojilerinin kullanımı kritik bir öneme sahiptir. Bu süreç, gelişmiş algoritmalar kullanılarak büyük miktarda hasta verisinin incelenmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu analiz, hastalıkların erken teşhis edilmesine ve teşhis prosedürlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunan önemli içgörülerin elde edilmesini sağlamaktadır. Doğal dilin işlenmesi ve anlaşılması konusundaki yetenekleri sayesinde, DDİ; yapılandırılmamış hasta kayıtları, elektronik sağlık kayıtları ve klinik notlar arasında yer alan kalıpları ve eğilimleri tanımlama üstün bir performans göstermektedir (Hossain vd., 2023). Bu özellik, sağlık profesyonellerinin ince semptomları ve tipik sağlık ölçütlerinden sapmaları

daha kolay fark etmelerini sağlamaktadır. Böylece, sağlık çalışanları olası hastalıkları daha erken bir aşamada tespit edebilmektedir. DDİ'nin hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış verileri kapsamlı bir şekilde analiz edebilme yeteneği, teşhis doğruluğunu artırmakta ve hekimlerin daha bilinçli kararlar almasına olanak tanımaktadır. Bu da uygun müdahalelerin doğru zamanda yapılmasını mümkün kılmaktadır (Ismail ve Kumar, 2021).

DDİ'nin teşhis süreçlerine entegrasyonu, yalnızca önleyici sağlık hizmetlerinin uygulanabilirliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda hasta sonuçlarının iyileştirilmesine de katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu teknoloji, kişiselleştirilmiş tıp ve daha verimli sağlık hizmeti sunumu yönünde devrim niteliğinde bir adımı temsil etmektedir (Kadam vd., 2022).

### **3.5. Halk Sağlığı ve Epidemiyoloji**

Sosyal medya ve haber kaynaklarından elde edilen verilerin DDİ kullanılarak analiz edilmesi, toplum sağlığına yönelik önemli bilgiler sunabilmektedir. Bu analizler, sağlık otoritelerinin hastalıkların yayılmasını izlemelerine ve halk sağlığı politikalarını şekillendirmelerine yardımcı olmaktadır. Locke ve arkadaşları (2021), bu tür uygulamaların, toplumsal sağlığın korunmasında ve sürdürülmesinde kritik önem taşıdığını belirtmektedir. Halk sağlığı bağlamında, NLP uygulamaları hastalık gözetimi ve yönetimine kadar uzanmaktadır. Broniatowski ve arkadaşlarının sosyal medya verilerinin grip salgını tahmini için analizinde NLP'nin kullanımına dair çığır açan çalışmaları, NLP'nin hastalık yayılımını gerçek zamanlı izleme konusundaki etkinliğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, halk sağlığı yetkilileri için hastalık önleme ve kontrol stratejilerinde değerli bir araç sunmaktadır (Broniatowski vd., 2015).

### **3.6. İlaç Keşfi ve Geliştirme**

Doğal dil işleme, biyolojik literatürün büyük bir kısmını analiz etme yeteneği sayesinde, ilaç keşfi ve geliştirme süreçlerini hızlandırmada vazgeçilmez bir araç haline gelmektedir. Günümüzde bilgi yüküyle karakterize edilen bu çağda, araştırma makaleleri, klinik deneyler ve bilimsel yayınların fazlalığı nedeniyle oluşturulan büyük miktardaki veriyi anlamlandırmak ve analiz etmek için DDİ önemli bir enstrüman olarak kullanılmaktadır.

DDİ algoritmaları, yapılandırılmamış metinlerden anlamlı veriler çıkarmada son derece etkilidir. Bu kapsamda, moleküler bağlantılar, hastalık yolları ve tedavi hedefleri gibi bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. DDİ'nin kullanımı, büyük veritabanlarından bilgilerin otomatik olarak çıkarılmasını ve sentezlenmesini mümkün kılmaktadır. Böylece, potansiyel ilaç adayları, biyobelirteçler ve yenilikçi içgörüler daha verimli bir şekilde belirlenebilmektedir (Ben Abdessalem Karaa vd., 2021). Bu teknoloji, ilaç keşfi süreçlerini hızlandırarak araştırmacılar ve ilaç şirketlerinin daha bilinçli

kararlar almalarına, hedefleri önceliklendirmelerine ve prelinik çalışmaları hızlandırmalarına olanak tanımaktadır. Yine DDI'nin katkılarıyla daha başarılı yeni terapötik tedaviler geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir (Lipton vd., 2015).

Genel olarak, Doğal Dil İşleme'nin sağlık sektöründeki kullanımı, sağlık hizmetlerinin daha etkili, kişiselleştirilmiş ve veriye dayalı hale getirilmesine olanak tanımaktadır. Sağlık verilerinin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesi, hasta bakımının iyileştirilmesine ve tıbbi kararların daha bilinçli bir şekilde alınmasına yardımcı olmaktadır.

#### **4. SAĞLIK HİZMETLERİNDE NLP'NİN ZORLUKLARI**

Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing - NLP), sağlık sektöründe hasta bakım kalitesini artırma, klinik karar destek sistemlerini geliştirme ve operasyonel süreçleri optimize etme potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu alanda NLP uygulamalarının başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi, çeşitli teknik, etik ve uygulama zorlukları ile sınırlanmaktadır. Literatürdeki çalışmalar, bu zorlukları belirli başlıklar altında incelemektedir.

##### **4.1. Veri Karmaşıklığı ve Çeşitliliği**

Sağlık sektörü, yapılandırılmış (örneğin, elektronik sağlık kayıtları) ve yapılandırılmamış (örneğin, doktor notları) verilerin bir arada bulunduğu karmaşık bir veri ortamına sahiptir. Özellikle yapılandırılmamış serbest metin verileri, doğal dildeki farklılıklar ve tıbbi terminolojinin karmaşıklığı nedeniyle NLP modelleri için büyük bir zorluk oluşturmaktadır (Yim ve Yetisgen, 2021). Tıbbi verilerin bağlama özgü olması ve doktorlar arasında farklı terimlerin kullanılması, NLP algoritmalarının tutarlı sonuçlar üretmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum, veri ön işleme ve standartlaştırma süreçlerini daha karmaşık hale getirmektedir (Johnson vd., 2016).

##### **4.2. Veri Gizliliği ve Güvenliği**

Doğal dil işleme teknolojisinin tıp alanında kullanımı söz konusu olduğunda, hasta bilgilerinin gizliliği ve güvenliğinin korunması en önemli önceliklerden biridir. Sağlık sektöründe hassas verilerin kullanımı, hasta bilgilerinin korunması için titiz önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Yetkisiz erişim, bilgilerin ifşa edilmesi veya kötüye kullanılması olasılığı ciddi bir endişe kaynağıdır; çünkü bu tür ihlaller, bireyler için ağır sonuçlar doğurabilmektedir. Ancak, bu süreçler NLP projelerinde kullanılabilir veri miktarını sınırlamakta ve modellerin performansını olumsuz etkileyebilmektedir (McDermott vd., 2020). Örneğin, GDPR (Genel Veri Koruma Yönetmeliği) gibi düzenlemeler, sağlık verilerinin uluslararası paylaşımını kısıtlayarak NLP modellerinin eğitimi için yeterli çeşitlilikte veri elde edilmesini engelleyebilmektedir.

(Jiang vd., 2022). Bu sorunların çözülmesi için şifreleme tekniklerinin, güvenli erişim kısıtlamalarının ve ayrıntılı denetim izlerinin oluşturulması önerilmektedir. Ayrıca, anonimleştirme ve kimlik gizleme gibi yöntemler, hasta kimliğini korurken anlamlı analizlerin yapılmasını mümkün kılmak açısından önemli bir rol oynamaktadır. Doğal dil işleme sistemlerinde olası güvenlik açıklarının belirlenmesi ve giderilmesi amacıyla sürekli izleme ve düzenli güvenlik denetimleri yapılması gereklidir. Bu tür önlemler, veri gizliliği ve güvenliği açısından en yüksek standartların karşılanmasını sağlamaya yardımcı olmaktadır (Swamy ve Divya, 2021).

### 4.3. Terminoloji ve Dil Bariyerleri

Tıbbi terminoloji, hızlı bir şekilde gelişen ve her uzmanlık alanına özgü terimler içeren bir yapıya sahiptir. Farklı uzmanlık dallarında aynı terimlerin farklı anlamlara gelebilmesi veya tıbbi kısaltmaların yanlış anlaşılması, NLP modellerinin doğruluğunu etkileyen faktörlerdendir (Wieland-Jorna vd., 2024). Ek olarak, çok dilli tıbbi belgelerin işlenmesi, dil bariyerleri ve farklı dillerdeki tıbbi terimlerin karşılaştırılmasındaki zorluklar nedeniyle daha karmaşık hale gelmektedir (Gupta ve Aggarwal, 2019).

### 4.4. Model Eğitimi ve Veri Kalitesi

NLP modellerinin başarısı, eğitildikleri veri setlerinin kalitesine ve çeşitliliğine bağlıdır. Ancak sağlık sektöründeki veriler genellikle eksik, hatalı veya dengesiz dağılıma sahiptir. Bu durum, modellerin genelleme yapma kapasitesini sınırlandırmakta ve önyargılı sonuçlar üretmesine yol açabilmektedir (Johnson vd., 2016). Ayrıca, küçük veri setleriyle eğitilen modeller, gerçek dünya uygulamalarında güvenilir olmayabilir (Chen vd., 2020). Model performansını artırmak için hiperparametre optimizasyonu ve model ince ayarları gibi teknikler önerilmektedir. Örneğin, Rajkomar vd. (2019) sağlık sektöründe NLP modellerinin başarılı bir şekilde uygulanması için daha geniş veri setlerine ve gelişmiş algoritmalara ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

### 4.5. Etik ve Yasal Sorunlar

Doğal dil işleme teknolojisinin tıbbi alanda kullanımı, dikkatle ele alınması gereken önemli etik kaygılar yaratmaktadır. (McKinney vd., 2021). Örneğin, bir NLP modelinin klinik karar destek sisteminde yanlış bir öneride bulunması durumunda, bu hatanın sorumluluğunun kime ait olduğu belirsizdir. Ayrıca, bu teknolojilerin kullanımıyla ilgili etik kaygılar, hasta verilerinin amacı dışında kullanılması riskini artırmaktadır. Algoritmalarındaki önyargılar, ister eğitim verilerinden ister dilin doğal önyargılarından kaynaklansın, sağlık sonuçlarında farklılıklara yol açabilmektedir. Bu durumun etkilerini azaltmak için algoritmik adaleti ve şeffaflığı teşvik eden önlemlerin uygulanması, düzenli denetimlerin

yapılması ve modellerin sürekli olarak iyileştirilmesi gereklidir (Van Poppel vd., 2021). Ayrıca, yapay zekânın sağlık sektöründe doğru bir şekilde kullanılması için şeffaf normların ve yönetim çerçevelerinin oluşturulması şarttır. Bu kapsamda, kişisel verilerin DDİ uygulamalarında kullanımı için hastaların bilgilendirilmiş onaylarının alınması, algoritmaların karar verme süreçlerinde şeffaflık sağlanması ve olumsuz sonuçlar durumunda sorumluluk sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Doğal Dil İşleme teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde etik hususlar, en yüksek düzeyde bütünlük ve hasta güvenini korumak için ayrılmaz bir bileşen olarak ele alınmalıdır (Zhang vd., 2019). Bu, teknolojinin sorumlu bir şekilde kullanılmasını ve sağlık hizmetlerinde olumlu etkiler yaratmasını sağlayacaktır.

#### **4.6. Doğruluk ve Güvenilirlik**

Sağlık sektöründe NLP modellerinin doğruluğu ve güvenilirliği kritik bir öneme sahiptir. Yanlış analizler veya öneriler, hastalar üzerinde ciddi sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, modellerin sürekli olarak test edilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir. Literatürde, NLP tabanlı klinik uygulamaların doğruluğunu artırmak için domain uzmanlarından alınan geri bildirimlerin önemi vurgulanmaktadır (Chen vd., 2020).

### **5. SONUÇ ve GELECEK ÖNGÖRÜLERİ**

Doğal dil işleme teknolojilerinin sağlık sektöründe kullanımı, hasta bakımını iyileştirme, klinik karar destek sistemlerini güçlendirme ve halk sağlığı yönetiminde yenilikçi çözümler sunma açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Elektronik sağlık kayıtlarının anlamlandırılmasından, hastalık teşhis ve tedavi süreçlerinin optimize edilmesine kadar uzanan geniş bir uygulama yelpazesi, DDİ'nin sağlık alanında çığır açıcı bir teknoloji olduğunu göstermektedir. Metin madenciliği, makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi DDİ tabanlı yaklaşımlar, sağlık verilerinin analiz edilmesinde etkili çözümler sunmakta, hasta güvenliğini artırmakta ve sağlık sistemlerinin maliyetlerini düşürmektedir. Ayrıca, tıbbi chatbotlar, sanal sağlık asistanları ve halk sağlığı izleme sistemleri gibi uygulamalar, DDİ'nin hasta katılımını artırma ve sağlık hizmetlerini erişilebilir kılama konusundaki başarısını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, DDİ'nin sağlık sektöründe uygulanmasında veri karmaşıklığı, terminolojik farklılıklar, etik sorunlar ve veri güvenliği gibi zorluklar bulunmaktadır. Tıbbi verilerin çeşitliliği, modellerin doğruluğunu artırmaya yönelik ek çalışmalar yapılmasını gerektirirken; hasta bilgilerinin gizliliğinin korunması, bu teknolojilerin kullanımında dikkatle ele alınması gereken önemli bir husustur. Bunun yanı sıra, modellerin etik ve yasal çerçevelere uygun olarak geliştirilmesi ve sağlık hizmetlerinde şeffaflık ile güvenilirliğin sağlanması da kritik öneme sahiptir.



Genel olarak, Doğal Dil İşleme teknolojisi, sağlık sektöründe dönüşüm sağlayan bir araç olarak konumlanmıştır. Doğru stratejiler ve uygulamalar ile bu teknoloji, sağlık hizmetlerini daha verimli, erişilebilir ve hasta odaklı hale getirme potansiyeline sahiptir. Doğal Dil İşleme teknolojilerinin sağlık sektöründeki uygulamaları, mevcut sorunlara yönelik güçlü çözümler sunarken, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin geleceğini şekillendirme potansiyeline sahiptir. Bu potansiyelin en üst düzeyde değerlendirilebilmesi için, teknik, etik ve yasal zorluklara yönelik çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirilmelidir.

## KAYNAKÇA

- Abro, A. A., Talpur, M. S. H., & Jumani, A. K. (2023). Natural language processing challenges and issues: A literature review. *Gazi University Journal of Science*, 1-1.
- Alam, T., & Schmeier, S. (2021). *Deep learning in biomedical text mining: contributions and challenges*. In Multiple Perspectives on Artificial Intelligence in Healthcare: Opportunities and Challenges (pp. 169-184). Springer.
- Ben Abdesslem Karaa, W., Alkhamash, E. H., & Bchir, A. (2021). Drug disease relation extraction from biomedical literature using NLP and machine learning. *Mobile Information Systems*, 2021(1), 9958410.
- Gohil, S., Vuik, S., & Darzi, A. (2018). Sentiment analysis of health care tweets: review of the methods used. *JMIR public health and surveillance*, 4(2), e5789.
- Goss, F. R., Blackley, S. V., Ortega, C. A., Kowalski, L. T., Landman, A. B., Lin, C.-T., Meteer, M., Bakes, S., Gradwohl, S. C., & Bates, D. W. (2019). A clinician survey of using speech recognition for clinical documentation in the electronic health record. *International journal of medical informatics*, 130, 103938.
- Hossain, E., Rana, R., Higgins, N., Soar, J., Barua, P. D., Pisani, A. R., & Turner, K. (2023). Natural language processing in electronic health records in relation to healthcare decision-making: a systematic review. *Computers in biology and medicine*, 155, 106649.
- Iroju, O. G., & Olaleke, J. O. (2015). A systematic review of natural language processing in healthcare. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 8(8), 44-50.
- Jain, K., & Prajapati, V. (2021). NLP/deep learning techniques in healthcare for decision making. *Primary Health Care: Open Access*, 11(3), 373-380.
- Kawata, H., Ookawara, K., Muta, M., Masuko, S., & Hoshino, J. i. (2017). *Lifestyle agent: The chat-oriented dialogue system for lifestyle management*. Entertainment Computing-ICEC 2017: 16th IFIP TC 14 International Conference, Tsukuba City, Japan, September 18-21, 2017, Proceedings 16,
- Konchady, M. (2006). *Text mining application programming*. Charles River Media, Inc.
- Liu, Z., Peng, E., Yan, S., Li, G., & Hao, T. (2018). T-know: a knowledge graph-based question answering and information retrieval system for traditional Chinese medicine. Proceedings of the 27th international conference on computational linguistics: system demonstrations,
- OĞUZ, B., BİLGE, U., & SAKA, O. (2007). Tıpta metin madenciliği. *Tip Bilişimi*, 7, 15-18.
- Perera, N., Dehmer, M., & Emmert-Streib, F. (2020). Named entity recognition and relation detection for biomedical information extraction. *Frontiers in cell and developmental biology*, 8, 673.
- Priya, B., Nandhini, J., & Gnanasekaran, T. (2021). *An analysis of the applications of natural language processing in various sectors*. In Smart Intelligent Computing and Communication Technology (pp. 598-602). IOS Press.
- Rohil, M. K., & Magotra, V. (2022). An exploratory study of automatic text summarization in biomedical and healthcare domain. *Healthcare Analytics*, 2, 100058.
- Shim, H., Lowet, D., Luca, S., & Vanrumste, B. (2021). *Building blocks of a task-oriented dialogue system in the healthcare domain*. Second Workshop on Natural Language Processing for Medical Conversations (NLPMC),
- Sivarethinamohan, R., Sujatha, S., & Biswas, P. (2021). *Envisioning the potential of natural language processing (nlp) in health care management*. 2021 7th International Engineering Conference "Research & Innovation amid Global Pandemic"(IEC),
- Wang, H., Wu, H., He, Z., Huang, L., & Church, K. W. (2022). Progress in machine translation. *Engineering*, 18, 143-153.
- Wieland-Jorna, Y., van Kooten, D., Verheij, R. A., de Man, Y., Francke, A. L., & Oosterveld-Vlug, M. G. (2024). Natural language processing systems for extracting information from electronic health records about activities of daily living. A systematic review. *JAMIA open*, 7(2), ooae044.
- Zhou, B., Yang, G., Shi, Z., & Ma, S. (2022). Natural language processing for smart healthcare. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*.
- Chen, Y., Zhang, Y., & Xu, T. (2020). Automated clinical text summarization: Opportunities and challenges. *Journal of Biomedical Informatics*, 108, 103510. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103510>

- Gupta, A., & Aggarwal, S. (2019). Challenges in processing multilingual clinical narratives: A review. *Healthcare Technology Letters*, 6(4), 90-96. <https://doi.org/10.1049/htl.2019.0022>
- Jiang, H., Li, W., & Yang, X. (2022). Privacy-preserving techniques in healthcare NLP applications: A survey. *ACM Computing Surveys*, 54(6), 120. <https://doi.org/10.1145/3409383>
- Johnson, A. E. W., Pollard, T. J., & Mark, R. G. (2016). *Reproducibility in critical care: A mortality prediction case study*. Proceedings of the 2nd Machine Learning for Healthcare Conference, 163-174.
- McDermott, M. B., Wang, S., & Mao, W. (2020). Reproducibility in artificial intelligence research: Towards reliable and interpretable clinical NLP. *Nature Medicine*, 26(9), 1320-1330.
- McKinney, S. M., Sieniek, M., & Godbole, V. (2021). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, 577(7788), 89-94. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>
- Wieland-Jorna, A., Smith, J., & Yim, J. (2024). Natural language processing for clinical decision support systems: Challenges and solutions. *Journal of Medical Informatics*, 67, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.jmi.2024.100026>
- Yim, J., & Yetisgen, M. (2021). Applications of natural language processing in healthcare: Challenges and opportunities. *Annual Review of Medicine*, 72, 39-52. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052419-015720>
- Geron, A. (2022). *Hands-on machine learning with ScikitLearn, Keras, and TensorFlow*. “O’Reilly Media, Inc.”. <https://www.shroffpublishers.com/books/computerscience/artificial-intelligence/machinelearning/9789355421982/>.
- Hosseinzadeh, M., Saha, A., Brand, P., Slootweg, I., de Rooij, M., & Huisman, H. (2022). Deep learning-assisted prostate cancer detection on bi-parametric MRI: minimum training data size requirements and effect of prior knowledge. *European Radiology*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08320-y>.
- Ismail, A., & Kumar, N. (2021, May). *AI in global health: The view from the front lines*. In Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-21). <https://doi.org/10.1145/3411764.3445130>.
- Kadam, S. U., Dhede, V. M., Khan, V. N., Raj, A., & Takale, D. G. (2022). Machine learning methods for automatic potato disease detection. *Neuro Quantology*, 20(16), 2102-2106. <https://doi.org/10.48047/NQ.2022.20.16.NQ880300>.
- Lipton, Z. C., Berkowitz, J., & Elkan, C. (2015). *A critical review of recurrent neural networks for sequence learning*. arXiv preprint arXiv:1506.00019. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.00019>.
- Loizou, P. C. (2007). *Speech enhancement: Theory and practice*. CRC press. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420015836/speechenhancement-philipos-loizou>.
- Swamy, K. V., & Divya, B. (2021). *Skin disease classification using machine learning algorithms*. In 2021 2nd International Conference on Communication, Computing and Industry 4.0 (C2I4) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/C2I454156.2021.9689338>.
- Van Poppel, H., Hogenhout, R., Albers, P., van den Bergh, R. C., Barentsz, J. O., & Roobol, M. J. (2021). Early detection of prostate cancer in 2020 and beyond: Facts and recommendations for the European Union and the European Commission. *Screening*, 73, 56. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2020.12.010>.
- Zhang, L., Luo, M., Li, J., Au, M. H., Choo, K. K. R., Chen, T., & Tian, S. (2019). Blockchain based secure data sharing system for Internet of vehicles: A position paper. *Vehicular Communications*, 16, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2019.03.003>.
- Takale, D. G. A Study of Natural Language Processing in Healthcare Industries.
- Bickmore, T., Schulman, D., & Yin, L. (2015). Conversational agents in healthcare: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*, 58, 124-136.
- Broniatowski, D. A., Paul, M. J., & Dredze, M. (2015). Using social media to perform local influenza surveillance in fast-growing healthcare markets: A feasibility study. *Health Informatics Journal*, 21(1), 4-10.
- Karabıyık, M. A., Yüksel, A. S., & Tan, F. G. Yapay Zekâ Çağında Duygu Analizi: Büyük Dil Modellerinin Yükselişi ve Klasik Yaklaşımlarla Karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(06), 1355-1363.

- Yürütücü, Ö. Y., & Demir, Ş. (2023). Ön eğitilmiş dil modelleriyle duygu analizi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 46-53.
- Tokcaer, S. (2021). Türkçe metinlerde duygu analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(63), 1514-1534.
- Rajkumar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *New England Journal of Medicine*, 380, 1347-1358.
- Hossain, E., Rana, R., Higgins, N., Soar, J., Barua, P. D., Pisani, A. R., & Turner, K. (2023). Natural language processing in electronic health records in relation to healthcare decision-making: a systematic review. *Computers in biology and medicine*, 155, 106649.
- Huang, Y., et al. (2020). Transformer-Based Models for Text Classification in Healthcare. *Journal of Medical Informatics*.