

# Sanayi 4.0 Teknolojik Alanları ve Uygulamaları

---

## Editörler:

Kerim ÇETİNKAYA · Pınar DEMİRCİOĞLU  
Koray ÖZSOY · Burhan DUMAN

2. Baskı





**Editörler:** Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA - Prof. Dr. Pınar DEMİRCİOĞLU -  
Dr. Koray ÖZSOY - Dr. Burhan DUMAN

## **SANAYİ 4.0 TEKNOLOJİK ALANLARI VE UYGULAMALARI**

ISBN 978-605-037-007-2  
DOI 10.14527/9786050370072

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2021, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayinevi**dir. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Aralık 2019, Ankara
2. Baskı: Ekim 2021, Ankara

Yayın-Proje: Zeynep Güler  
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan  
Kapak Tasarım: Pegem Akademi

Baskı: Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Tic. Ltd. Şti.  
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48 İskitler - Ankara  
Tel: (0312) 341 36 67

Yayıncı Sertifika No: 36306  
Matbaa Sertifika No: 47865

### **İletişim**

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA  
Yayınevi: 0312 430 67 50  
Dağıtım: 0312 434 54 24  
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60  
İnternet: [www.pegem.net](http://www.pegem.net)  
E-ileti: [pegem@pegem.net](mailto:pegem@pegem.net)  
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

## ÖN SÖZ

Ademođlu, birlikte avlanmaktan tarım toplumuna, birlikte yaşamaya ve üretmeye, az zamanda çok şey ortaya çıkarmaya, beden gücünden beyin gücüne, sürekli keşfetme ve daha iyiye ulaşma arzusu sonucu sanayi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle bilgi toplumuna dönüşmeyi sağlamış olarak, gelecek adım olan dijital yaşama ulaşacaktır. Bugün gelinen noktada insanlık yeni bir dönüşümün arifesindedir. Su ve buhar gücünün kullanılmaya başlanması, elektriğin üretimde kullanımıyla seri üretme geçilmesi, elektronik ve bilgisayarların üretime entegre edilmesi ve bugün iletişim teknolojilerinin üretimin her aşamasında kullanılmaya başlanması, tüm sektörlerde dijital dönüşümü gerekli kılmıştır.

Tarih boyunca sayısız medeniyete beşiklik yapan ülkemiz; sanayinin, bilimin ve teknolojinin merkezi olmaya kararlıdır. Bu çerçevede amacımız dijital sanayi ve üretim merkezi haline gelmiş bir ülke olmaktır. Bu süreçte bir taraftan yeni teknolojilere dayalı dijital sanayi yapısına geçilirken, diğer taraftan da insanımızın zihni ve fiziki becerilerinden faydalanılabilecekleri yeni alanlarda istihdam edilmeye yönlendirilecektir. İmalat sanayine dijital dönüşüm uygulanması ülkemizin refah seviyesinin artırılmasına katkı sunacaktır.

Ülkemizin yüksek gelir grubu ülkeler arasına girebilmesi, bilim ve teknoloji ile yenilik alanında yapılacak atılımlarla mümkün olacaktır. Kalkınma stratejimizin özünü; daha donanımlı, daha yenilikçi ve girişimci, bilgi üreten ve bunu yüksek katma değere dönüştüren insanımız ve işletmelerimiz oluşturmaktadır.

Türkiye ekonomisi için büyümede önemli paya sahip imalat sanayimizin rekabetçilik seviyesini koruyabilmek ve geliştirilebilmek için yenilikçilik ve girişimcilik seviyemizi daha yukarılara taşımamız gerekmektedir. Dijital ekonomi, bizi geleceğe taşıyacak en etkili enstrümanların başında gelmektedir. Dijital sanayi, dijital tarım, dijital ticaret, dijital eğitim, dijital turizm ve daha pek çok fazlası hepsi 4. Sanayi devriminin ayrılmaz dallarıdır. Bu noktada öncü sektör olan imalat sanayinin dijital dönüşümüne yönelik etkili politika ve stratejilerin geliştirilmesi ve bunların hayata geçirilmesi bu çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Bugün dördüncü sanayi devrimi veya dijital dönüşüm olarak adlandırılan bu dönüşüm; özellikle yapay zekâ, otonom robotlar, büyük veri, analiz ve simülasyon, bulut bilişim, artırılmış ve sanal gerçeklik, nesnelerin interneti, eklemeli imalat, 3B yazıcılar, akıllı sensörler ve siber güvenlik gibi dijital teknolojiler ve ürünleri içermektedir. Bunlar; sanayiden tarıma, bankacılıktan sağlığa, ulaşımdan kamu hizmetlerine kadar insan hayatının tüm alanlarında uygulanmaktadır. Dijital dönüşüm; kamu hizmetlerini, sosyal ve ekonomik hayatı çok boyutlu ve küresel ölçekte etkileyecek önemli bir gelişmedir. Dijital para, dijital hayat ile birlikte kamu hizmetleri vatandaşlarımıza daha hızlı bir şekilde sunulacaktır. Dijital işletme, dijital yönetim, dijital pazarlama ile yeni iş alanları açılacak ve verimlilik artırılabilecektir. Dijital dönüşümün en büyük etkisi ise dijital finansla ekonomik hayatta görülecektir. Yapay zekâ, büyük veri ve oyunlaştırma,

bulut bilişim ve otonom robotlar gibi yeni teknolojiler, dönüşümün gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Küresel değer zincirleri yeniden düzenlenmekte ve yeni iş entegrasyon biçimleri ortaya çıkmaktadır. Sanayimizin dijital dönüşümünü gerçekleştirmesinde somut uygulamalar içeren bu çalışma, değerli akademisyenlerimiz tarafından ortaya konulmuştur.

Araştırma geliştirme ve üretim sistemlerinin vazgeçilmezi olan akıllı üretim, özellikle mikro/nano hatta pico ölçekli üretimdeki hassas mühendislik alanındaki teknolojik gelişmelere göre gelecekte işletmelerin önemli bir bileşeni olacaktır. Modern üretim mühendisliği ve üretim metrolojisi, Ernst Abbe, William Taylor ve Frederick Winslow Taylor'ın bilimsel, teknik ve organizasyonel çalışmaları ile yirminci yüzyılın sonundaki Kalite Kontrol Yüzyılı- gelişimine dayanarak başlamış, nano-teknolojiye ulaşmış ve pico-teknolojiye doğru ilerlemektedir. Bu teknolojilerin dijital fabrikalara entegre edilmesi ile teknolojik bir atılım gerçekleştirilmiş olunacaktır.

Nesnelerin interneti (IoT), firmaları, ülkeleri ve tüketici alışkanlıklarını derinden etkileyecek olup IoT tabanlı tedarik zinciri içinde yer alma konusunda uyum çalışmaları yürüten firmalar ve ülkeler, gelecekte dünyanın gerisinde kalmamak adına stratejilerini belirlemektedir. Ülkemizde de bu kapsamda 3B yazıcılar ve Dijital endüstri adı altında bilimsel faaliyetlerimizle çalışmalar yürütülmekte, bu sürecin bir parçası olarak gelişmeler yakından takip edilmekte, değerli bilim adamlarımızla sanayicimize uygulamalı farkındalık sağlamaya çalışılmaktadır.

Dördüncü sanayi devrimi ile veri, tasarım ve üretim, dijital kavramlar üzerinden yeniden tanımlanıyor ve dünyadaki üretim, dijital yaşamla entegrasyonu yaşıyor. Bu doğrultuda, geleceğin teknolojisi olarak tanımlanan dijital yaşam teknolojisine gereken önemin verilmesi büyük önem arz etmektedir. Söz konusu teknolojinin dikkatle takip edilmesi ve geliştirilmesi ülkemizin geleceği açısından büyük bir öneme sahip olduğundan 4 yıldır bu alanda farkındalık yapmaya çalışmaktayız.

Ar-Ge, yenilik ve nitelikli işgücüne dayalı yüksek katma değerli mal üreten şirketlere sahip, orta ve yüksek teknoloji ürünlerde Avrasya'nın üretim merkezi haline gelmiş bir ülke olma vizyonuyla hareket eden ülkemizde, geleceğin teknolojisi dijital yaşama ilişkin bu önemli eseri düzenlemede katkıda bulunan değerli akademisyenlerimize teşekkür eder, okuyuculara faydalı olmasını dileriz. Ülkemizin ekonomik büyümesine ve teknolojik gelişmesine katkı sağlayacak bu çalışmanın ülkemiz ve milletimiz için okurlarımıza hayırlı olmasını diliyoruz.

**Editör Grubu**

## BÖLÜMLER VE YAZARLARI

### *Editörler:*

- Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA** *Antalya AKEV Üniversitesi*  
**Prof. Dr. Pınar DEMİRCİOĞLU** *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi*  
**Dr. Koray ÖZSOY** *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*  
**Dr. Burhan DUMAN** *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*

**1. Bölüm: SANAYİ 4.0. NEDİR?**

**Dr. Öğr. Üyesi Senai YALÇINKAYA**  
*Marmara Üniversitesi*

**2. Bölüm: TARİHSEL BİR BAKIŞ AÇISIYLA SANAYİ 4.0 VE YAPAY ZEKÂ**

**Prof. Dr. Yılmaz KILIÇASLAN**  
*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği*

**3. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE SENSÖR DÜNYASI**

**Prof. Dr. İsmail BÖGREKÇİ**  
*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Makine Mühendisliği*

**4. Bölüm: SANAYİ 4.0'DA SİMÜLASYON: AKILLI İMALAT STRATEJİLERİ**

**Doç. Dr. Serap ÇELEN**  
*Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği*

**5. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE AR-GE-TASARIM MERKEZLERİ**

**Prof. Dr. Pınar DEMİRCİOĞLU**  
*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Makine Mühendisliği*

**6. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE SİBER GÜVENLİK**

**Dr. Ahmet Ali SÜZEN**  
*Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksekokulu*

**7. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE OYUNLAŞTIRMA**

**Dr. Öğr. Üyesi Samsun M. BAŞARICI**  
*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği*

**8. Bölüm: SANAYİ 4.0 VİZYONU VE SİSTEM ENTEGRASYONLARI**

**Bülent BAYRAKTAR**  
*Yazılım Mühendisi*

**9. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE SANAL GERÇEKLİK**

**Prof. Dr. Abdullah TOGAY**

*Gazi Üniversitesi*

**Dilan Ezgi DÜZGÜN**

*Karabük Üniversitesi*

**Yudum KAYHAN**

*Karabük Üniversitesi*

**10. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE BULUT BİLİŞİM**

**Doç. Dr. Numan ÇELEBİ**

*Sakarya Üniversitesi*

**Dr. Öğr. Üyesi Tuğrul TAŞCI**

*Sakarya Üniversitesi*

**11. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE ROBOTLU ARK KAYNAĞI İLE EKLEMELİ  
İMALAT**

**Doç. Dr. Savaş DİLİBAL**

*İstanbul Gedik Üniversitesi*

**Dr. Öğr. Üyesi Haydar ŞAHİN**

*İstanbul Gedik Üniversitesi*

**12. Bölüm: DİJİTALLEŞME ÇAĞINDA BÜYÜK VERİ VE SEKTÖRLERE  
GÖRE VERİ ANALİTİĞİ UYGULAMALARI**

**Prof. Dr. Filiz ERSÖZ**

*Karabük Üniversitesi*

**13. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE TARIM**

**Prof. Dr. Orhan ÖZÇATALBAŞ**

*Akdeniz Üniversitesi*

**Prof. Dr. Zeynel CEBECİ**

*Çukurova Üniversitesi*

**14. Bölüm: SANAYİ 4.0'IN TURİZM ENDÜSTRİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ  
VE DÜNYA TURİZMİNİN GELİŞME SENARYOLARI**

**Doç. Dr. Nadiya DEKHTYAR**

*Simon Kuznets Kharkiv Ulusal Ekonomi Üniversitesi*

**Prof. Dr. Nuray TÜRKER**

*Karabük Üniversitesi*

**15. Bölüm: GÜNÜMÜZDE VE GELECEKTE****KRİPTO PARALAR****Prof. Dr. Murat YILDIRIM***Karabük Üniversitesi***16. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİ****Dr. Öğr. Üyesi Okan ORAL***Akdeniz Üniversitesi***Doç. Dr. Süleyman BİLGİN***Akdeniz Üniversitesi***17. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE AKILLI ŞEBEKELER****Dr. Öğr. Üyesi Erkan DURSUN***Marmara Üniversitesi***18. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE DİJİTAL PAZARLAMA****Hülya SOYTÜRK***Dijital Proje Yöneticisi***19. Bölüm: SANAYİ 4.0 VE 3B YAZICILAR****Dr. Öğr. Üyesi Senai YALÇINKAYA***Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi***20. Bölüm: LOJİSTİK 4.0: GELECEK NESİL LOJİSTİK TEKNİK****İNOVASYONLARI VE EN İYİ UYGULAMALARI****Dr. Öğr. Üyesi Doğan KARADOĞAN***OSTİM Teknik Üniversitesi*





# İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Bölmeler ve Yazarları.....	v

## 1. BÖLÜM SANAYİ 4.0. NEDİR?

Özet .....	1
Sanayi 4.0.....	2
Ricoh Europe Araştırması Eğitimin Yönünü Gösteriyor .....	4
Sanayi 4.0 v Sistem Entegrasyonları.....	4
Sanayi 4.0 Dikey,Yatay ve Uçtan Uca Yazılım Entegrasyonları .....	4
Sanayi 4.0'ın Gelişim Süreci .....	5
Neden Bugün Sanayi 4.0.....	6
Sensör Teknolojileri ve Nesnelerin İnterneti .....	6
Sanayi 4.0 ile Ortaya Çıkan Değişimler.....	8
Mevcut veya Yeni Kurulacak Olan İşletmeler Nereden Başlamalı? .....	8
Sanayi 4.0'ı Gerçekleştirecek Olan Akıllı Fabrika Üç Farklı Entegrasyonundan Oluşur .....	10
Büyük Veri (Big Data).....	12
Büyük Veri Olgusu .....	12
Büyük Veri Bileşenleri .....	15
Büyük Veri Kullanım Alanlarına Örnekler.....	16
Büyük Veri Pazarlaması.....	17
Nesnelerin İnterneti ( Internet of Things – IoT).....	18
Nesnelerin İnterneti Nedir ve Bu Konudaki Örnekler Nelerdir?.....	19
Bu Cihazlar Neler Yapabilirler ? .....	20
Nesnelerin İnternetinin Getirileri.....	20
Nesnelerin İnternetinin Güvenliği.....	20
Gizliliğimiz ve Ağlarla Bağlı Yaşamın Anlamı .....	21
Akıllı Cihazlardaki Güvenliğinizi ve Gizliliğinizi Nasıl Yönetebilirsiniz? .....	23
Nesnelerin İnternetinin Geleceği ve Nesnelerin İnternetine Örnekler.....	23
Siber Güvenlik .....	26
Siber Güvenlik Nedir? Verilerin Güvenliği Nasıl Sağlanabilir?.....	27
Kurumlara Göre Siber Güvenlik Ne Anlama Gelir? .....	27
Kurumlar,Kobiler veya Şirketler Siber Saldırılarına Karşı Nasıl Korunabilir? .....	28
Arttırılmış Gerçeklik (Augmented Reality).....	30
Hayatımıza Renk Katan Arttırılmış Gerçeklik .....	31
Endüstride Arttırılmış Gerçeklik .....	32
Endüstriyel Tasarım .....	32
Paketleme ve Pazarlama .....	33
Mekansal Etkileşim .....	33
Görev Desteği.....	34
İnovatif Ürünler.....	34
Bulut Bilişim (Cloud Computing).....	35

Dijital Farklılıkları .....	36
Simülasyon Nedir? .....	36
Simülasyon Nasıl Kullanılır? .....	36
Simülasyon Ne Zaman Kullanılır? .....	37
İyi Bir Simülasyon Nasıl Olmalıdır? .....	38
Simülasyon Dilleri Nelerdir?.....	38
Simülasyon Çeşitleri Nelerdir? .....	38
Simülasyon Kullanmanın Yararları Neler Olabilir? .....	39
Simülasyon Modelleme Süreçleri Nelerdir?.....	39
Robotik .....	39
Sanayi 4.0'da İnsanlar ile Robotlar .....	40
İşletmelerde Bulunan Birkaç Robotlar/Makineler .....	41
Sistem Entegrasyonu .....	43
Katmanlı & Eklemeli İmalat ve 3B Yazıcılar .....	44
Eklemeli İmalatta Kullanılan Yöntemler .....	46
Eklemeli İmalatta Kullanılan Malzemeler .....	47
Eklemeli İmalatın Kullanım Alanları.....	47
Kaynakça.....	48

## 2. BÖLÜM

### TARİHSEL BİR BAKIŞ AÇISIYLA SANAYİ 4.0 VE YAPAY ZEKÂ

Özet .....	51
Giriş.....	52
Retrospektif Bir Bakış .....	53
Yapay Öğrenme .....	57
Yapay Öğrenme Nedir?.....	57
Bilgisayarlara Niçin Öğrenmeyi Öğretmeliyiz? .....	60
Bilgisayarlara Öğrenmeyi Nasıl Öğretebiliriz? .....	60
Doğal Dil İşleme .....	64
Doğal Dil İşleme Nedir? .....	64
Doğal Dil İşleme Niçin Gereklidir?.....	64
Doğal Dil İşleme Nasıl Gerçekleştirilir? .....	65
Prospektif Bir Bakış.....	65
Sonuç.....	69
Kaynakça.....	70

## 3. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VE SENSÖR DÜNYASI

Özet .....	71
Giriş.....	72
Sanayi 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi Terimi ve Özellikleri .....	75
Sanayi 4.0 Yapısı ve Özellikleri .....	75
Robotların Son Zamanlardaki Teknolojik Bileşenleri .....	79
İleri Sensör Teknolojileri .....	83

Sanayi 4.0 Devriminin Potansiyel Sonuçları.....	89
Kaynakça.....	90

#### 4. BÖLÜM

##### SANAYİ 4.0'DA SİMÜLASYON: AKILLI İMALAT STRATEJİLERİ

Özet .....	93
Simülasyonun Tarihi .....	94
Bilgisayar Öncesi Dönem (1777-1945).....	94
Gelişim Dönemi (1945-1970) .....	95
Genişleme Dönemi (1970-1981) .....	98
Akıllı İmalatta Dijital İkiz Konseptinin Önemi.....	99
Dünyada Akıllı İmalat Uygulamaları.....	110
Sonuç.....	118
Teşekkür.....	119
Kaynakça.....	119

#### 5. BÖLÜM

##### SANAYİ 4.0 VE AR-GE-TASARIM MERKEZLERİ

Özet .....	123
Giriş.....	124
Teknokentler ve AR-GE & Tasarım Merkezleri.....	128
Sonuçlar .....	150
Kaynakça.....	151

#### 6. BÖLÜM

##### SANAYİ 4.0 VE SİBER GÜVENLİK

Özet .....	153
Giriş.....	154
Sanayi 4.0 .....	155
Siber-Fiziksel Sistemler.....	158
Nesnelerin İnterneti (IoT).....	159
Siber Güvenlik .....	161
Zafiyet Analizi.....	162
Penetrasyon (Sızma) Testleri.....	163
Sanayi 4.0 ve Siber Güvenlik.....	164
Şirketler İçin Zafiyetler ve Alınması Gereken Önlemler .....	168
Son Kullanıcı İçin Siber Güvenlik Tedbirleri.....	172
Kişisel Güvenlik Yazılımlarının Kullanılması.....	178
Sonuçlar .....	179
Kaynakça.....	179

## 7. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VE OYUNLAŞTIRMA

Özet .....	183
Giriş .....	184
Tanımlar ve Kavramlar .....	186
Sanayi Devrimleri ve Sanayi 4.0 .....	186
Oyun ve Oyunlaştırma .....	192
Oyunlaştırma ile Sanayi 4.0 Dönüşümü.....	197
Dünyada ve Türkiye’de Oyunlaştırma Örnekleri .....	200
Dünyadan Örnekler .....	201
Türkiye’den Örnekler .....	202
Sonuç.....	204
Kaynakça.....	205

## 8. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VİZYONU VE SİSTEM ENTEGRASYONLARI

Özet .....	207
Sanayi 4.0 Vizyonuna Neden Gerek Duyuldu?	
Bu Kavram Nasıl Doğdu ve Gelişti?.....	208
Neden Bugün Sanayi 4.0?.....	209
Neyi Hedefliyor? Kazanımları Neler? .....	210
Sanayi 4.0 ile Ortaya Çıkan Değişimler.....	211
Nasıl Gerçekleştireceğiz? Mevcut veya	
Yeni Kurulacak Olan İşletmeler Nereden Başlamalı? .....	212
Sanayi 4.0 Düşüncenin Sınırlarını Aşıyor .....	218
Kobilere Güzel Haber Var! .....	222
Smartpln Akıllı Fabrika Çözümünün Amacı ve Konu Başlıkları .....	223
Smartpln Akıllı Fabrikası Neyi Amaçlar ve Size Ne Sağlar? .....	225
Sanayi 4.0’ın İstihdam Tehdidi Gençler İçin Büyük Fırsata	
Dönüşmeli! .....	226
Vizyona Dair Mesajımız .....	227
Kaynakça.....	228

## 9. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VE SANAL GERÇEKLIK

Özet .....	229
Giriş.....	230
Gerçeklik Kavramı .....	231
Sanal – Karma – Artırılmış Gerçeklik Kavramları .....	231
Sanal Gerçeklik .....	232
Sanal Ortamın Bileşenleri .....	233
Sanal Gerçeklik Sistemlerinde Kullanılan Etkileşim Araçları .....	233
Gelişen Sanal Gerçeklik Teknolojileri.....	234
Sanal Gerçeklik ve Günlük Alanda Kullanımı.....	236

Artırılmış Gerçeklik .....	238
Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri.....	239
Artırılmış Gerçeklik Çeşitleri .....	241
Artırılmış Gerçekliğin Kullanımı .....	244
Sonuç.....	249
Kaynakça.....	249

## 10. BÖLÜM SANAYİ 4.0 VE BULUT BİLİŞİM

Özet .....	253
Giriş.....	254
Sanayi 4.0'ı Kapsayan Teknolojiler .....	255
Bulut Bilişim.....	257
Bulut İmalat ve Sanayi 4.0 .....	257
Sonuç.....	259
Kaynakça.....	259

## 11. BÖLÜM SANAYİ 4.0 VE ROBOTLU ARK KAYNAĞI İLE EKLEMELİ İMALAT

Özet .....	261
Giriş.....	262
Robotlu Eklemeli İmalat.....	263
Robotlu Ark Kaynağı ile Eklemeli İmalat Yöntemi Kullanılarak Gerçekleştirilen DeneySEL Çalışma .....	267
Sonuç ve Gelecek Çalışmalar .....	269
Kaynakça.....	270

## 12. BÖLÜM DİJİTALLEŞME ÇAĞINDA BÜYÜK VERİ VE SEKTÖRLERE GÖRE VERİ ANALİTİĞİ UYGULAMALARI

Özet .....	271
Giriş.....	272
Bazı Sektörlere Göre Büyük Veri ve Analitiği Uygulamaları.....	274
Sonuç ve Öneriler.....	297
Kaynakça.....	298

## 13. BÖLÜM SANAYİ 4.0 VE TARIM

Özet .....	301
Giriş.....	302
Tarımın Stratejik Önemi ve AR-GE Politikaları.....	303
Tarım ve Sanayi 4.0 Etkileşimi.....	303
Tarımda Bilişim Teknolojileri Kullanımı .....	304
Nesnelerin İnterneti ve Tarım Uygulamaları.....	304

Tarımda Modernizasyon ve Üreticilerin Yenilikçilik Yetenekleri.....	305
İleri Teknolojilerin İşletme ve Sektörel Düzeyde Kullanımı.....	306
Avrupa Birliği ve Türkiye’de Durum .....	308
Türkiye’de Güncel Durum .....	309
Sonuç ve Öneriler.....	310
Kaynakça.....	311

## 14. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0’IN TURİZM ENDÜSTRİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ VE DÜNYA TURİZMİNİN GELİŞME SENARYOLARI

Özet .....	313
Giriş.....	314
Turizm Endüstrisinde Değişim ve 4.0 Kullanılması .....	315
Geleneksel Pazarlarda Sanayi 4.0 ile ilgili Zorluklar ve Değişimler.....	321
Global Ekonomik Modeller ve Dünya Turizm Endüstrisi Gelişme Senaryoları.....	324
Sonuç.....	329
Kaynakça.....	330

## 15. BÖLÜM

### GÜNÜMÜZDE VE GELECEKTE KRIPTO PARALAR

Özet .....	331
Giriş.....	332
Blok Zincir Teknolojisinin Ortaya Çıkışı ve Çalışma Prensipleri .....	332
Kripto Para Kavramı, Bitcoin ve Diğer Kripto Paralar .....	334
Dünya ve Türkiye’nin Kripto Paralara Karşı Yaklaşımları .....	337
Sonuç.....	341
Kaynakça.....	342

## 16. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VE NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİ

Özet .....	345
Giriş.....	346
IoT Teknolojisi .....	346
IoT Teknolojisinin Endüstri’de Kullanımı .....	349
Sonuç.....	356
Kaynakça.....	356

## 17. BÖLÜM

### SANAYİ 4.0 VE AKILLI ŞEBEKELER

Özet .....	361
Birinci Sanayi Devrimi’nden Dördüncü Sanayi Devrimi’ne Enerji Konusu .....	362
Elektrik Şebekesi.....	364
Türkiye’de Mevcut Durum.....	367
Akıllı Şebeke.....	371

İleri Ölçüm Altyapıları.....	377
Akıllı Enerji İletimi ve Dağıtımı.....	384
Akıllı Ulaşım .....	387
Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Akıllı Şebekeler .....	393
Sonuç.....	395
Kaynakça.....	396

## 18. BÖLÜM SANAYİ 4.0 VE DİJİTAL PAZARLAMA

Özet .....	399
Giriş.....	400
Sanayi Devrimi ile Gelenekselden Dijitale Pazarlamanın Gelişimi.....	400
Sanayi 1.0 - Pazarlama 1.0 .....	401
Sanayi 2.0 - Pazarlama 2.0 .....	401
Sanayi 3.0 - Pazarlama 3.0 .....	402
İnternetin Ortaya Çıkışı .....	402
Sanayi 4.0 - Pazarlama 4.0 .....	403
Dijitalleşen Dünya ve Büyük Veri .....	403
Dijitalleşen Toplum.....	405
Değişen Pazarlama Yaklaşımları .....	406
Dijital Pazarlama .....	410
Dijital Pazarlama Kanalları .....	412
Web Siteleri.....	412
Arama Motorları.....	413
Arama Motoru Optimizasyonu (Seo - Search Engine Optimization).....	415
Arama Motoru Pazarlaması (Sem- Search Engine Marketing).....	416
E-Posta .....	417
Sosyal Medya.....	418
Mobil .....	419
Video .....	421
E-Ticaret .....	422
Dijital Pazarlamanın Güçlü Yanları ve Başarı Yolları .....	423
Sonuç.....	424
Kaynakça.....	425

## 19. BÖLÜM SANAYİ 4.0 VE 3B YAZICILAR

Özet .....	429
3B Yazıcılar – Eklemeli İmalat .....	430
3B Yazıcılarla Gerçekleşen Eklemeli İmalat Çeşitleri.....	432
Polimerizasyon .....	432
Sinterleme ve Ergitme.....	435
Katman Laminasyonu ile Üretim Yöntemi (Layer Laminated Manufacturing - LLM) .....	438
Toz Bağlayıcılı Üretim - 3D Yazıcı (3D Printer).....	438

Ekstrüzyon - Ergitilmiş Katman Modelleme .....	439
3B Yazıcıların Kullanım Alanları .....	440
Dijital Fabrikalarda 3B Yazıcılar .....	440
Eklmeli İmalat Yapan Bir Dijital Fabrika Örneđi .....	441
Eğitimde 3B Yazıcılar .....	445
3B Yazıcı Yabancı ve Yerli Büyük Firmalar .....	447
En İyi Profesyonel 3B Yazıcı .....	449
En İyi Endüstriyel 3B Yazıcı .....	449
En İyi Eğitimde Kullanılan 3B Yazıcı .....	449
Evde Kullanılan En İyi 3B Yazıcı .....	450
3B Yazıcılarda Kullanılan Yabancı ve Yerli Filament Üreten Firmalar .....	451
3B Yazıcılarda Kullanılan Yabancı ve Yerli Metal Toz Üreten Firmalar .....	454
Kaynakça .....	456

## 20. BÖLÜM

### LOJİSTİK 4.0: GELECEK NESİL LOJİSTİK TEKNİK İNOVASYONLARI VE EN İYİ UYGULAMALARI

Özet .....	457
Giriş .....	458
Lojistik 4.0 Anahtar Teknolojik İnovasyonları .....	459
Sonuç .....	467
Kaynakça .....	467



# 1. BÖLÜM

## SANAYİ 4.0. NEDİR?

**Dr. Öğr. Üyesi Senai YALÇINKAYA**

**Marmara Üniversitesi**

### ÖZET

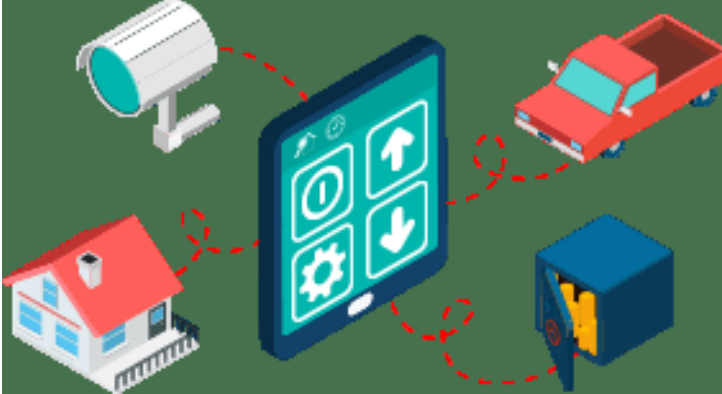
Bu makalede dördüncü sanayi devrimi olarak nitelendirilen Sanayi 4.0 vizyonu incelenmiş ve bu konuda bir farkındalık yaratılmak istenmiştir. Sanayi 4.0'ın gelişim süreci ve kendisini oluşturan unsurların nasıl geliştikleri, ayrı ayrı veya birlikte bu sürece katkıları ilk olarak incelenmiştir. Sonraki bölümlerde sanayi devrimini oluşturan ana unsurlar olan; sistemler arası entegrasyon (yatay, dikey ve uçtan uca), büyük veri analizi, nesnelerin interneti, siber güvenlik, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim, simülasyon (dijital farklılıkları kullanmak), robotik (otonom robotlar), üç boyutlu (3B) yazıcılar (eklemeli imalat) ve bunların kullanımı ile oluşan akıllı fabrikalar detaylı olarak araştırılmıştır. Bu unsurların tanımları, nelerden oluştukları, nasıl ele alınabileceği, çeşitleri, yararları, birbirleri ile ilgili bileşenleri, kullanım ve korunma yolları ve özellikle günümüzde kullanıldığı yerler ve gelecekte nerelerde nasıl kullanılabilceği konusu örneklerle tartışılmış ve maddeler halinde verilmiştir. Sonuç olarak dördüncü sanayi devrimi (Sanayi 4.0) ve bunu oluşturan unsurlar hakkında detaylı bilgiler güncel örnekler verilerek desteklenmiş, bu sayede bizler ve ülkemiz için en önem verilmesi gereken konulardan olduğu belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sanayi 4.0, Sanayi Devrimi, Robotik, Simülasyon, Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Büyük Veri, Siber Güvenlik, Artırılmış Gerçeklik, 3B Yazıcı, Eklemeli İmalat, Akıllı Fabrika

## SANAYİ 4.0

Dünyada oluşan değişime gerçekçi bakmak gerekir. 1. Dünya savaşı biteli 100 yıldan fazla geçti. Bugün Japonlar “Teknoloji bizim işimiz.” diyor. Amerikalılar “Dünyanın en büyük ekonomisiyiz.” diyor, Çinliler: “Dünya ihracat şampiyonuyuz.” diyor, Almanlar “Otomotiv deviyiz.” diyor, biz ise Türkiye olarak mutlaka yeni bir şeyler demeliyiz. Yeni bir şeyler yapmalıyız. Geçmişten ders almalıyız. Geleceğe hazırlıklı olmalıyız. Onun için; küresel rekabet gücü nasıl artırılır? Toplam küresel imalat üretimi içinde ülkelerin payları nasıl değişim göstermektedir? Bu değişimin içinde etken olan durumlar nelerdir?

Çin, Güney Kore, Hindistan, Endonezya ve Türkiye, küresel imalat üretimi içinde hızla gelişen ülkeler arasında yer almaktadır. Son 50 yılda toplam imalatın üzerinde performans göstermişlerdir. Bu saydığımız ülkeler sanayi üretimi büyüklüğü açısından büyüyen ülkelerdir. Çin, dünyanın en büyük ihracatçısı oldu. Yakında dünyanın en büyük ekonomisi olacaktır. Daha yakından bakınca değişim açık bir şekilde görülüyor. Her dönemde ülkelerin ihracat sepetleri artıyor. Kendimize özgü üretimlerimizde artırılıyor. Küresel rekabet gücünü artırma gündemi neden önemlidir? Sanayi 4.0'ın sektörel değişimi mekanikten dijitale doğru şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Sanayi 4.0 Sektör değişimi.

Küresel gücümüzü artıracak tedbirlere öncelik vermeliyiz. Sektör içinde iç değişim gelişmiyor. Kaynak açığımız yok. Türkiye'ye kaynak geliyor. Kaynakları verimli alanlara yönlendirmemiz gerekiyor. Yatırımlar doğru alanlara kanalize edilmelidir. Makine ve teçhizata yatırım yapmalıyız. 2016-2018 yılları arasında -1.7, -0.1 olarak alınan veriler durumun iyi olmadığını göstergesidir. Yerli ama evrensel olmalıyız. Bugün için yeterlilik tanımında kurumsal yapı, kontrol ve insanı birikim önemlidir. Sanayi 4.0 kontrol yönetimi şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sanayi 4.0. Kontrol yöntemi.

**“Eğitimde 3D Baskı Teknolojilerinin Önemi Artıyor” Ricoh Europe.,** Dosya,Tarih: Kas 8, 2018. <http://www.3eelectrotech.com.tr/bolumler/dosya/egitimde-3d-baski-teknolojilerinin-onemi-artiyor/>

Ricoh Europe’un araştırmasına göre, yükseköğretim liderlerinin onundan dokuzu, yaşam becerileri ve eğitim başarısı için kritik önem taşıyan yeni baskı teknolojilerini destekliyor. Avrupa’nın yükseköğretim liderleri, kıtadaki müfredatlar da yeni bir rol oynayan yeni baskı teknolojilerini belirlediler. [47]

Ricoh Europe’un yeni bir araştırmasına göre, %88’i dijital üretim ve 3D baskı gibi teknolojilerin kullanımı yoluyla öğrenilen yeni becerilerin, eğitim başarısı için hayati önem taşıdığını ve öğrencileri mezuniyet sonrası iş pazarına hazırladıklarını söylüyor. Ricoh Europe CEO’su David Mills; “Dijital üretim ve 3D baskı, çeşitli konulardaki karmaşık kavramları gösterme kabiliyeti sağlıyor. İnsanların ve makinelerin birlikte çalışmasının yolu gelişmeye devam ederken, teknik olanakları öğrenme sürecine entegre etmek; gelecekteki işgücünün gerektirdiği becerilerin bugünün öğrencileri için ikinci bir nitelik olmasını sağlamaya yardımcı olur. Dedi.

Bu beceriler özellikle konseptleri prototiplemek ve tekstil, tıp, otomotiv ve mühendislik (Örneğin gelişmiş türbinler veya makinelerin karmaşık bileşenleri) gibi disiplinlerde tasarımları ortaya çıkarmak için önem taşıyor.

Ankete katılanların %65’i, 3D baskının STEM tabanlı (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bazlı) öğrenmenin giderek daha önemli bir bileşeni haline dönüştüğünü söylüyor. Bunu sağlamak için, eğitim tesislerinin %84’ü daha önce yatırım yapmış ya da önümüzdeki iki yıl boyunca ‘Maker Eğitimi’ uygulamalarına yatırım yapmayı planlamaktadır. Bu baskı teknolojileri öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için nesnelere üretimlerini ve kişiselleştirebilmelerini sağlıyor.