

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
UYGULAMALI EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
2022-YL-190

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN BAKIŞ AÇISIYLA,
ENDÜSTRİ 4.0 YAKLAŞIMINA YÖNELİK
FARKINDALIĞIN BELİRLENMESİ: AYDIN ADÜ ÖRNEĞİ

HAZIRLAYAN

İbrahim İŞİK

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÜNLÜ

AYDIN-2022

TEZ ONAY SAYFASI



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

04/01/2022

İbrahim İŞİK

İ. İşik.

ÖZET

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ BAKIŞ AÇISIYLA, ENDÜSTRİ 4.0 YAKLAŞIMINA YÖNELİK FARKINDALIĞIN BELİRLENMESİ: AYDIN ADÜ ÖRNEĞİ

İbrahim İŞİK

Yüksek Lisans Tezi, Uygulamalı Ekonometri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÜNLÜ

2022, XVI + 142 sayfa

Endüstri 4.0 gibi ileri seviye üretim aşamalarına ve dijital çağa uygun üniversite mezunları yetiştirmek ve eğitimin kalitesini arttırmak için mekan ve teknik donanım imkanlarını hazırlamak ve bunları kullanmaya uygun bireyleri zihinsel olarak hazırlamak gereklidir. Buna bağlı olarak üniversiteden mezun olan öğrencilerin iş yerlerindeki seviyelerine bağlı kalınmaksızın yeni ileri seviye üretim ortamlarının kullanımı ve teknik zeka gerektiren uygulamalarla bütünleşebileceklerdir. Özellikle gelecek yılların en önemli becerileri olan, yaratıcılık, karmaşık yapay zeka uyumlu problem çözümü, robotik teknolojilerle bütünleşik yöntemler geliştirme, yine benzer ortamlara yönelik eleştirel düşünme, uyum sağlama, analiz edip esnek kararlar alabilme gibi temel becerileri kazanabilen mezunlar bir adım daha öne çıkacaktır. Özellikle değişen ve gelişen teknolojiye uyum ve teknolojiyi kullanabilme hatta teknolojiyi üretme en temel beceri olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bu çalışmada üniversite öğrencilerinin bakış açısıyla endüstri 4.0'a ilişkin farkındalıklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2019 yılında Aydın Adnan Menderes Üniversitesinde gerçekleştirilen ve 400 öğrencinin katıldığı araştırmada, elde edilen veriler öğrencilerin demografik özelliklerine göre karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda araştırmada öğrencilerin cinsiyet, sınıf düzeyi, yaş, bölüm, anne-baba eğitim durumu, kullanılan teknolojik araçlar, medeni durum, ikamet, endüstri 4.0 kavramını duyma durumu değişkenlerine göre karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda alan araştırması kullanılan çalışmada ele alınan farklı demografik özellikler bazında öğrencilerin teknolojik aletler ve Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili teknik altyapıları ve yetenekleri ölçülmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda cinsiyet, öğrenim görülen fakülte (Mühendislik-İİBF), Endüstri 4.0 kavramını duyma, yaşadıkları ortam, babanın eğitim durumu ve ikamet yeri değişkenlerine göre öğrencilerin Endüstri 4.0 hakkındaki bilgilerinin farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Endüstri 4.0, Teknoloji, Üniversite Öğrencileri, Üretim.

ABSTRACT

DETERMINING THE AWARENESS OF UNIVERSITY STUDENTS FOR THE INDUSTRIAL 4.0 APPROACH: EXAMPLE OF AYDIN

Ibrahim IŞIK

MSc Thesis at Applied Econometrics Department

Supervisor: Ass. Dr. Ins. U. Ahmet UNLU

2022, XVI + 142 pages

In order to raise university graduates suitable for advanced production stages such as Industry 4.0 and for the digital age, and to increase the quality of education, it is necessary to prepare the space and technical equipment and to mentally prepare individuals who are suitable for using them. Accordingly, students who graduated from the university will be able to integrate with the use of new advanced production environments and applications that require technical intelligence, regardless of their level in the workplace. Graduates who can acquire basic skills such as creativity, complex artificial intelligence compatible problem solving, developing integrated methods with robotic technologies, critical thinking, adapting, analyzing and making flexible decisions, which are the most important skills of the coming years, go one step further. will stand out. Especially the ability to adapt to and use technology, even to produce technology, emerges as the most basic skill.

In this study, it is aimed to reveal the awareness of industry 4.0 from the perspective of university students. For this purpose, in the research conducted at Aydın Adnan Menderes University in 2019 and in which 400 students participated, the data obtained were compared according to the demographic characteristics of the students. In this context, comparisons were made according to the variables of students' gender, grade level, age, department, education level of parents, technological tools used, marital status, residence, level of hearing about the concept of industry 4.0. In this context, it was tried to measure the technical infrastructures and abilities of the students related to technological tools and the concept of Industry 4.0 on the basis of different demographic characteristics discussed in the study using field research. As a result of the study, it was concluded that the knowledge of the students about Industry 4.0 differs according to the variables of gender, faculty of education (Engineering-FEAS), perception of the concept of Industry 4.0, the environment they live in, the educational status of the father and the place of residence.

KEY WORDS: Industry E4.0, Production, Technology, University Students.

ÖNSÖZ

Günümüzde özellikle teknolojik alanda meydana gelen gelişmeler, toplumsal yaşantıyı derinden etkilemiş, teknoloji insan yaşamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Buna bağlı olarak bireylerin değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde teknolojik gelişmeler devam etmektedir. Meydana gelen hızlı dönüşümler toplumların ve toplumsal yapıların kendilerini yeni koşullara uyum sağlamaya zorlamaktadır. Özellikle de sanayi ve teknoloji alanında faaliyet gösteren işletmeler ya da şirketlerin, mevcut piyasadaki yerini koruması ve daha iyi bir noktaya ulaşabilmesi için, rakiplerine üstünlük sağlayabilecek güncel yenilikleri takip ederek hayata geçirmesi önemlidir.

Endüstri alanı eğitim öğretim sürecinden bağımsız değil, bu süreçle iç içe ilerlemektedir. Çünkü endüstrinin gelişmesi, gelişen teknolojilere uyum sağlayabilecek zihinsel dönüşümünü sağlamış insan kaynağının da hazırlanmasını gerektirmektedir. Bu dönüşüm, eğitim sistemlerinin sanayi sektörüne desteği, katkısı ve yönlendirmesiyle gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumu, bağlı kurumlar ve Millî Eğitim Bakanlığı bu alanda yapılan çalışmaların öncüsü ve uygulayıcısı olması beklenmektedir. Günümüzde endüstri 4.0 kavramı, benimsenen farklı gelecek vizyonlar kapsamında sıklıkla ifade edilmektedir, örneğin 2023 eğitim vizyonu bunlardan birisidir. Bu bakımdan özellikle üniversitelerde öğrencilerin gelişen teknolojilerle birlikte endüstri 4.0 hakkında bilgi ve farkındalık düzeylerinin ortaya çıkarılması önemli görülmektedir.

Üniversite öğrencilerinin bakış açısıyla endüstri 4.0'a ilişkin farkındalıklarının ortaya çıkarılmasının amaçlandığı bu tez çalışmasında, öğrencilerle anket çalışması yapılmış ve öğrencilerin demografik özelliklerine göre E4.0 farkındalıkları değerlendirilmiştir.

Gerek ders ve gerekse de tez aşamalarında bilgi ve deneyimlerinden istifade ettiğim başta kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÜNLÜ hocama ve anabilim dalında görevli diğer hocalarıma teşekkür ederim.

Lisans ve lisansüstü eğitim hayatıma başladığım andan itibaren bilgi ve birikimi ile beni derinden etkileyen, her daim fikir ve düşünceleriyle destek olan değerli hocam Doç. Dr. Ertuğrul GÜREŞÇİ'ye, teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca destekleri ile her daim yanımda olan aileme ve abim Őakir IŞIK ve Necati IŞIK'a teşekkür etmek isterim.

Bu meŐakkatli süreçte her zaman yanımda olan ve hiçbir zaman desteklerini benden esirgemeyen canım eŐim Süphan IŞIK ve kızlarım Hivron IŞIK ve Ronya IŞIK'a, teŐekkürü bir borç bilirim.

Bu tezimi hayatım boyunca varlığını kalbimde hissettiğim canım annem Bedia IŞIK'a armağan ediyorum.

İbrahim IŞIK



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
GRAFİKLER DİZİNİ	xv
KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	3
1. DÜNYA'DA ENDÜSTRİNİN GELİŞİMİ	3
1.1. Endüstri Devrimleri	3
1.1.1. Endüstri 1.0	6
1.1.2. Endüstri 2.0	8
1.1.3. Endüstri 3.0	9
1.1.4. Endüstri 4.0	10
1.1.4.1. Dünyada Endüstri 4.0'ın Gelişimi	18
1.1.4.2. Türkiye'de Endüstri 4.0	20
1.2. Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması.....	22
1.3. Elektrikle Desteklenmiş İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi.....	23
1.4. Üretim Süreçlerinin Otomasyonu	25
1.4.1. İlk Mikro Bilgisayar.....	26
1.4.2. Apple I	26
1.5. Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar	27
1.5.1. AutoID Lab (MIT)	30

1.5.2. Nesnelerin İnterneti.....	30
1.5.3. Hücresel Taşıma Sistemi.....	31
1.5.4. Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma.....	33
2. BÖLÜM.....	35
2. ENDÜSTRİ 4.0 SİSTEMİ.....	35
2.1. Endüstri 4.0 Tasarımı ve Temel Özellikleri.....	35
2.2. Akıllı Tedarik Zinciri.....	37
2.3. Akıllı Üretim Teknolojileri.....	43
2.3.1. Siber Fiziksel Sistemler	44
2.3.2. Entegre Sistemler	44
2.3.3. Simülasyon.....	45
2.3.4. Robotik Sistemler.....	46
2.3.5. 3-D Yazıcı.....	48
2.3.6. Arttırılmış Gerçeklik.....	48
2.3.7. Bulut Bilişim.....	49
2.4. Bulut Bilişim ve Bilgi Teknolojileri Sistemleri.....	51
2.4.1. Büyük Veri Kullanımı.....	54
2.4.2. Nesnelerin İnterneti Kullanım Yetkinlikleri	56
2.5. Endüstri 4.0 Sisteminin Dönüşümü ve Uygulanabilirliği.....	59
2.5.1. Finansal Sermayenin Gelişimi	65
2.5.2. Örgütsel Yapı ve Örgüt Kültürünün Endüstrideki Önemi	68
2.6. İşletmelerde Endüstri 4.0 Entegrasyonu	72
2.7. Üniversitelerde Endüstri 4.0 Eğitimi ve Farkındalık	75
2.8. Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Farkındalığı	81
3. BÖLÜM.....	83

3. ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ BAKIŞ AÇISIYLA, ENDÜSTRİ 4.0 YAKLAŞIMINA YÖNELİK FARKINDALIĞIN BELİRLENMESİ: AYDIN ADÜ ÖRNEĞİ.....	83
3.1. Literatür Taraması.....	83
3.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	88
3.3. Araştırmanın Modeli.....	89
3.4. Evren ve Örneklem.....	89
3.5. Veri Toplama Araçları.....	91
3.6. Faktör Analizi.....	92
3.7. Güvenilirlik Analizi.....	94
3.8. Verilerin Analizi.....	95
3.9. Araştırmanın Hipotezleri.....	97
3.10. Araştırma Bulguları.....	98
3.10.1. Demografik Özelliklere Yönelik Bulgular.....	98
3.10.1.1. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	98
3.10.1.2. Öğrencilerin WIFI Kullanım Durumlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	99
3.10.1.3. Öğrencilerin Endüstri 4.0 Kavramını Duyma Durumlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	99
3.10.1.4. Öğrencilerin Yaşlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	100
3.10.1.5. Öğrencilerin Evdeki Kişi Sayısına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	101
3.10.1.6. Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	103
3.10.1.7. Öğrencilerin Sınıf Düzeyine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	104
3.10.1.8. Öğrencilerin İkamet Yerine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi.....	106
3.10.2. Teknolojik Donanım ve İnternet Erişim Özelliklerine Yönelik Bulgular.....	107

3.10.2.1. Öğrencilerin Endüstri Araçları ve Endüstri 4.0 Bilgisi.....	107
3.10.2.2. Öğrencilerin Teknolojik Aletler ve Endüstri İle İlgili En Çok Duydukları Kavramlar.....	109
3.10.2.3. Öğrencilerin Kullandıkları Teknolojik Aletler	112
3.10.2.4. Öğrencilerin Teknolojik Aletler ve Endüstri 4.0 ile İlgili Bilgilerin Fakülte Değişkenine Göre Karşılaştırılması.....	113
4. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	115
5. KAYNAKLAR.....	121
6. EKLER	138
Ek 1. Anket.....	138
ÖZGEÇMİŞ	142

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Dördün sanayi devrimi'nin tarihsel gelişimi.....	17
Tablo 2.1. Eğitim devrimlerinin karşılaştırılması.....	75
Tablo 3.1. Sosyo demografik özellikleri	90
Tablo 3.2. KMO ve Barlett testi sonuçları.....	92
Tablo 3.3. Elde edilen faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans oranları.....	92
Tablo 3.4. Faktör yükleri	93
Tablo 3.5. Güvenilirlik analizi sonuçları	94
Tablo 3.6. Normallik testi sonuçları	96
Tablo 3.7. Levene testi sonuçları.....	96
Tablo 3.8. Çarpıklık ve basıklık sonuçları.....	96
Tablo 3.9. Cinsiyete göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	98
Tablo 3.10. Wıfı kullanımına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık.....	99
Tablo 3.11. Endüstri 4.0 kavramı duyumuna göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık.....	100
Tablo 3.12. Yaşa göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	100
Tablo 3.13. Evdeki kişi sayısına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	101
Tablo 3.14. Evdeki kişi sayısına göre tukey testi	102
Tablo 3.15. Babanın eğitim durumuna göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	103
Tablo 3.16. Babanın eğitim durumuna göre tukey testi	104
Tablo 3.17. Sınıf düzeylerine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık.....	105

Tablo 3.18. Sınıf düzeyine göre tukey testi	105
Tablo 3.19. İkamet yerlerine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	106
Tablo 3.20. İkamet yerine göre tukey testi	107
Tablo 3.21. Endüstri araçları ve endüstri ile ilgili bilgiler.....	108
Tablo 3.22. Teknolojik aletler ve endüstri ile ilgili kavramlardan en çok duyulanlar ..	109
Tablo 3.23. Teknolojik aletlere göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	112
Tablo 3.24. Teknolojik aletlere sahip olma durumuna göre Tukey testi.....	113
Tablo 3.25. Fakülte değişkenine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık	114

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 3.1. Farklı Fakültelere Göre, Cinsiyetler Bazında GB Olarak Aylık İnternet Kullanım Ortalaması (Dikey Eksen)	110
Grafik 3.2. Farklı Fakültelere Göre; Aile Gelir Durumu İle Frekans (Dikey Eksen) Histogramları	110
Grafik 3.3. Farklı Fakültelere Göre; Aylık İnternet Ücreti ve Frekans (Dikey Eksen) Histogramı	111
Grafik 3.4. Farklı Fakültelere Göre; GB Olarak Aylık İnternet Kullanımları ve Frekans (Dikey Eksen) Histogramı	111



KISALTMALAR DİZİNİ

ABS	:Anti-lock Braking Systems
ITU	:Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
RFID	:Radyo Frekansı Tanımlama
ERP	:Kurumsal kaynak planlaması
ICPT	: Bilgi, İletişim ve Üretim Teknolojisi
MAI	:Taraflı Yatırım Anlaşmasını
KMO	:Kaiser-Mayer-Olkin
E4F	:Endüstri 4.0 Faydaları
E4BS	:Endüstri 4.0 Bilgi Sahipliği
E4G	:Endüstri 4.0'ın Gelişimi
E4OY	:Endüstri 4.0 Olumsuz Yönleri
E4SK	:Endüstri 4.0 Sanal Kullanım
E4K	:Endüstri 4.0 Katkıları
TV	:Teknolojinin Vazgeçilmezleri
RK	:Robot Kullanım
E4Z	:Endüstri 4.0 Zararları

GİRİŞ

Tarihi süreçte meydana gelen teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmeler, toplumlardaki bireylerin yaşantılarında yeni koşullara uyum süreçlerini zorunlu hale getirmektedir. Bu üretim süreçlerindeki dönüşümlere uyum sağlayabilen toplumlar yeni süreçlere uyum sağlamış ve toplum olarak üst refah seviyelerine ulaşmış, çeşitli nedenlerle uyum sağlamayı başaramayan toplumlarda ise düşük gelir / refah düzeyleri, yoksulluk ve bunlara bağlı olarak sosyo kültürel anlamda ciddi krizler meydana gelmiştir. Bu bakımdan meydana gelen değişimler öncelikle toplumların yaşantısını konu alan kültür, politika ve beşerî bilimler alanını etkilemiştir. Yani teknolojinin getirdiği her bir yenilik, toplumların yaşamında az ya da çok etkiler ve dönüşümler meydana getirmiştir. Bu değişimler bazen toplumu derinden etkileyerek toplumun gelecekteki kaderini değiştiren bir devrim niteliği taşımaktadır (Schlötzer, 2015).

Günümüzde özellikle teknolojik alanda meydana gelen gelişmeler, toplumsal yaşantıyı derinden etkilemiş, teknoloji adeta insan yaşamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Buna bağlı olarak bireylerin değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde teknolojik gelişmeler devam etmektedir. İletişim teknolojilerinin hızlı ve takip edilemeyecek şekilde gerçekleşen gelişimi, günümüzde zaman ve mekan kavramını büyük ölçüde ortadan kaldırarak, farklı kültüre sahip olan ve farklı coğrafyalarda yaşayan bireyler arasında iletişim kurulmasına imkan sağlamaktadır (Al-Ruithe, Benkhelifa, & Hameed, 2018).

Meydana gelen hızlı değişimler toplumların ve toplumsal yapıların kendilerini değişen şartlara uyum sağlamaya zorlamaktadır. Özellikle de sanayi ve teknoloji alanında faaliyet gösteren işletmeler ya da şirketlerin, mevcut piyasadaki yerini koruması ve rakiplerine üstünlük sağlayabilecek güncel yenilikleri takip ederek hayata geçirmesi önemlidir. Çünkü günümüzde dijital dönüşümlerin hızlı bir dönem ve bu değişimler, genellikle işletmelerin rakiplerine üstünlük sağlamasında etkili olmaktadır (Apilioğulları, 2018). Bu bakımdan faaliyetlerin büyük ölçüde dijital dönüşüme uygun hale getirilmesi, bu süreçte yaşanabilecek problemlerin çözüme kavuşturulması ve zorlukların üstesinden gelinmesi gerekmektedir. Meydana gelen bu uyum sorunları işletmelerde olduğu gibi, bireylerin kendi yaşamlarında da meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla bireylerde teknolojik uyum sorunları yaşanması, aynı zamanda işletmelerin ihtiyaç duyduğu nitelikli eleman ihtiyacının karşılanmasını da zorlaştırmaktadır. Bu bakımdan dijital dönüşümde toplumsal olarak işletmelerin olduğu kadar bireylerin dönüşümünün de sağlanması

önemlidir (Hartmann & Mietzner, 2017).

Teknoloji ile birlikte dijitalleşme kavramı da ortaya çıkmıştır. Bu kavram verilerin ya da bilgilerin mikroişlemcili bir aygıt ya da bilgisayar sisteminin okuyabileceği dijital ortama dönüştürülmesini ifade eder. Bu dönüşüm işletmelerde ya da kurumların yönetiminde kâğıt ve kalem olmadan, işlemlerin elektronik ortamlarda gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Banger, 2018). Dijitalleşmeyle birlikte günümüzde teknoloji ve sanayi alanındaki ilerlemeler daha da hız kazanmıştır. Bu süreçte meydana gelen gelişmeler endüstri 4.0 kavramını ortaya çıkarmış teknoloji ve endüstri alanında devrim niteliğinde yenilikler meydana gelmiştir.

Endüstrinin gelişimi su ve buhar gücüne dayalı makinelerin üretildiği Endüstri 1.0 (E1.0), elektriğin keşfedilmesi ile imalat süreçlerinin üretime dönüştürülmesi Endüstri 2.0 (E2.0), otomasyon sistemlerinin geliştirilerek dijital devrimin ortaya çıkması Endüstri 3.0 (E3.0), elektronik araçların bilgisayar ve akıllı sistemler kullanılarak internet tabanı ile birleştirilmesi ve bu sayede kendi kendini idare edebilen makinelerin üretilmesi Endüstri 4.0 (E4.0) şeklinde ifade edilmektedir.

Endüstri alanı eğitim öğretim sürecinde bağımsız olmamaktadır. Çünkü endüstrinin gelişmesi, gelişen teknolojilere uyum sağlayabilecek zihinsel dönüşümü sağlamış insan kaynağının da hazırlanmasına gerektirmektedir. Bu dönüşüm eğitim sistemleri ile gerçekleştirilmektedir. Eğitim sistemleri sayesinde, bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin, toplumsal yaşamda var olabilmesi mümkün olmaktadır. Çünkü eğitim, bireylere küçük yaşlardan itibaren teknolojiyi kullanma ve geliştirme gibi temel beceriler kazandırmaktadır. Türkiye'de Yüksek Öğretim Kurumu ve Millî Eğitim Bakanlığı bu alanda yapılan çalışmaların öncüsü konumundadır. Bu bakımdan özellikle üniversitelerde öğrencilerin gelişen teknolojiler ile birlikte endüstri 4.0 ile ilgili bilgi ve farkındalık düzeylerinin ortaya çıkarılması önemli görülmektedir.

1. BÖLÜM

1. DÜNYA'DA ENDÜSTRİNİN GELİŞİMİ

Meydana gelen endüstri devrimleri yenilik ya da tek bir olaydan kaynaklanmamıştır. Bu devrimleri yalnız bir olaya ya da bir yeniliğe bağlamak insanoğlunun tarihi boyunca yaşadığı olayları basite indirgemek olur. Meydana gelen endüstri devrimlerini tanımlamak ve anlamak için yaşanan tüm gelişmeleri ve bu gelişmelerden kaynaklı doğan toplumsal ve politik değişimleri birlikte değerlendirilip ve açıklanması gerekmektedir.

Her bir endüstri devrimi, devrimin gerçekleştiği toplum yaşayış biçimi olarak temelden bir değişim meydana getirmiştir. Bu durumun sebebi birçok alanda meydana gelen büyük çaplı girişimler ve bunların birlikte oluşturduğu etkileşim ile farklı bir yaşam anlayışının doğması olarak gösterilebilir. Geçmişten günümüze toplumlarda teknolojik, ekonomik ve sosyolojik alanda gelişmeler yaşamaktadır. Teknolojinin sürekliliği nedeniyle geçmişe dair bir takım izleri bulunmaktadır. Bu durum bizim gerçeklerden bu tarihsel bilgi tortularını anlamlı verilerle geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Her bir endüstriyel devrimi anlamak için onun genel-geçer gelişmelerden, değişimlerden ve ilerleyişlerden meydana gelen farkının anlaşılması zorunludur (Yazıcı ve Düzkaya, 2016).

1.1. Endüstri Devrimleri

Endüstriyel devrimlerin meydana gelme süreleri ve oluşum süreçleri arasında farklılıklar yer almaktadır. Fakat esas olarak endüstri devrimleri toplumsal aklın bir noktadan başka bir noktaya geçişini, ilerlemenin önünde aşılması gereken eşik kolektif aklın oluşmasının temsili olarak görülür. Endüstri Devrimi;

- Değişen rejim, enerji üretimini bir önceki duruma göre büyük derecede artışa sebep olan,
- Gerek iletişim gerek ulaşım olarak yaşanan büyük değişim ekonomik ve sosyal yapıların derin bir sarsıntı yaşamasına
- Meydana gelen değişimden kaynaklı yönetsel ve politik olarak yeni çözümler ve anlayışların doğmasına yol açan dönemler şeklinde tanımlanabilir.

Başlangıç değerin aşılması, birikime ulaşılması iletişim alanında yaşanan devrimler ile gerçekleşir. İletişimin tarifi, daha kompleks ve yoğun toplumsal ilişkilerini idare ederek yeni enerji rejimlerinin ve üretim aşamalarının meydana gelmesini sağlamak olarak açıklanabilir. Yeni bir toplumsal yaşam ve ekonomik politikanın oluşmasını, üretim süreçlerini ve dolayısıyla tüketim koşullarını derinden etkileyen faktörler enerji rejimleri olarak gösterilebilir. Sürekli gelişim gösteren iletişim kanalları ve enerji rejimleri ile başlayan süreç yalnızca bir noktadan değil birçok noktadan topluma etki ederek onun değişimine sebep olmaktadır. Birinci Endüstri Devrimini, buharlı makinelerin kullanımı ile matbaanın bulunması arasında kurulan bağı neden olarak göstermektedir (Özdoğan, 2017: 27).

Televizyon, radyo gibi toplumsal araçların ve fosil yakıtlardan oluşan petrolün kullanımı ile ikinci sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Toplumsal yapının değişimi etkileyen en temel süreç üretim süreçleri ile oluşur. Jensen sanayide meydana gelen devrimleri diğer alanlarda oluşan gelişmelerden farklı kılan özellikleri; üretim, verim ve hayat standartlarının iyileşmesi, kurumsal şirketlerin sahip olduğu hiyerarşik yapısı, üretimdeki yoğun sermaye, kapasitede oluşan aşım ve en sonunda şirket iflasları şeklinde sıralamaktadır. Söz konusu olan kapasite aşımı ve iflaslar önceki dönemlerde oluşan süreçleri ve yeniliğe ayak uydurmayan şirketlerin sorunu olarak ele alınmaktadır. Oluşan iflasların sebebi ise yenilikçi tahribat ve ucuz ikame üretimlerin oluşmasıdır. Jensen (1993) yaptığı çalışmada Birinci Endüstri Devrimi'nin sebebini, yeni enerji kaynaklarının üretim süreçlerine etkisi, İkinci Endüstri Devrimi'nin ise dağıtım ve paketleme sistemlerinin oluşmasının ve modern ulaşım ve iletişim ağlarının gelişimi ile oluştuğunu savunmaktadır. Petrol krizinin ise Üçüncü Endüstri Devrimini tetiklediğini ve bu süreçte üretim verimliliği artarken işsizliğin artış gösterdiğini vurgulamaktadır. Tunzelman (2003) ise sanayi devrimlerini oluşan teknolojik gelişmelerden sonra bir yönetim süreci olarak ele alınmasının daha doğru olacağını ifade etmektedir. Bu durumun temelinde sanayi devrimlerinin sürekli bir sürece sahip olması yatmaktadır. Birbirini etkileyen süreçlere sahip olan sanayi devrimleri, oluşan endüstri devrimi kendinden sonraki sanayi devrimine zemin hazırlamaktadır. Gordon (2003) bu durumu endüstri devrimlerinin verimliliği ilk aşamada aşağı çeken daha sonra güçlü bir oranda artırdığı iki dönem olarak tanımlar. Rostow'da harekete geçme ve olgunlaşma aşaması olarak endüstri devrim sürecini ikiye ayıran iktisat tarihçilerindedir (Weber ve Weber, 2010).

İlk sanayi devriminde pamuk üretimi için kullanılan buharlı makinalar daha sonra matbaa ve farklı imalat sahalarında kullanılması ile toplumsal değişimler meydana gelmiştir. İngiltere'nin 10 milyonluk nüfusa sahip olduğu 18.yy.da, yaklaşık 10%'luk kısmının ev atölyelerinde imalatını gerçekleştirdiği pamuğun toplumun yaşam standartlarını değiştirmesi beklenen bir durum iken bu durumun doğurduğu sermayenin kâr olarak meydana gelmesi ve yeniden yatırım olarak kullanılması sonucunda eşik değerin aşılması için gerekli olan toplumsal sermaye birikimi oluşmuştur.

Acemoğlu ve Robinson'un (2017) özellikle İngiltere'de gerçekleşen mülki hakları geliştirici olaylarını yaratıcı yıkım diye adlandırdıkları toplumsal değişimleri teknolojik ilerlemeye bağlamışlardır. Yaratıcı yıkımı, toplumsal gelişimin sağlanması adına yasal olarak geçmişte yaşanan süreçlerin yıkılması anlamını taşımaktadır. Bu değişim ile gelişimin süreklilik kazanması ve toplumsal ilerlemeyi devamlı kılacak durumlar yaşanacaktır. Avrupa kıtasında yer alan Fransa aynı dönemde İngiltere'nin önemli bir rakibi olarak görülmüş fakat yaşanan yıkım sürecinin etkisi ile bir adım geride kalmıştır. Yaratıcı yıkımı engelleyen süreçler Fransız Devrimi'ne giden yolu açmıştır. Ancak Crafts (1983) bu geri kalmayı hiçbir sebebin sonucu olarak değil bir rastgelelik olarak görmektedir. Bu tez kapsamında sebepler sorgulanmaktadır. Rasgeleliğin varlığının inkârı olmayan bu sorgulama, yapılan çalışmaların bir anlamlılığı olduğu, öteki türlü araştırma yapmanın anlamsız olacağı temeline oturmaktadır. Rastgelelik, yaşama dair bir nesnellik olsa da bağlantılı olan süreçlerin tespiti için yapılan çalışmalar her zaman elzemdir. Olaydan bilgi edinmeye çalışmak insanın öğrenme sürecinin bir parçasıdır (Özakın, 2021).

Matbaanın kullanımı ile birlikte bilgi birikimi artmış ve bilgi yayılması hızının artmasına neden olmuştur. Artan bilgi yayılması toplumsal gelişimini önemli derece artırmıştır. Orta çağ dönemlerinde insanlar sulak bölgelerde olan değirmenler etrafında üretim sahaları oluşturmuş ve sosyal yaşamlarını bu alanlarda gerçekleştirmişlerdir. Başlangıcı İngiltere olan mülki haklar alanındaki düzenlemeler zamanla birçok ülkeye yayılmış ve bu durum üretim araçlarının sahipliğinin önce toprak soylulara sonra kentsoylulara yönelmesine neden olmuştur. Ayrıca mekanik güçten buharlı makinalara geçiş esnasında artan üretim işçi ihtiyacına sebep olmuştur ve bu durum köyden göçlerin oluşmasına neden olmakla birlikte toplumsal ve ekonomik yapıların değişimine yol açmıştır. Nüfus yapısında oluşan değişim iletişim alanında oluşan değişimler ile toplumsal yapının değişmesine yol açmıştır. Toplumlar arasında daha yoğun bir iletişim başlarken

bireyler arasında ise ilişkiler karmaşık bir duruma dönüşmüştür (Baştuğ ve diğerleri, 2020).

Fosil yakıtlarının yoğun bir şekilde kullanıldığı ikinci sanayi devriminde özellikle petrol kullanımının artış göstermesi ve üretim alanında kitlesel bir değişime sebep olmuş. Ayrıca bilgi kaynakları radyo ve televizyon iletişim araçları ile yer değiştirmiştir. Meydana gelen bu değişimler toplumun köklü bir değişim yaşamasına sebep olmasının yanı sıra daha yoğun ilişkilerin yaşanmasına da yol açmıştır.

İnternetin yaygınlaşması üçüncü sanayi devrimi ile gerçekleşmiş ve bu gelişim iletişim yollarını önemli bir derece artırmıştır. Bu değişim ile tarihte daha önce yaşanmamış şekilde bilgiye ulaşım sağlanmıştır. Ayrıca doğalgaz enerji üretimi ve elektrik kullanılmasında oluşan değişim üretim alanlarına ve süreçlerine farklı bir alan oluşturmasının yanında değişiklikler doğurmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan yeni sürecin öncesi bu şekilde özetlenebilir. Dördüncü sanayi devrimi gelişmekte olan ülkelerin sağladığı katkıları ile gerçekleştiği literatürde yer almaktadır. Bu durum gelişmekte olan ülkelerin ekonomik olarak daha düşük maliyetler ile üretim yapmaları ile oluşan bir süreç olarak tarif edilmektedir. 2011 Yılında Almanya’da doğan bu kavram, yenilenebilir enerjinin kullanımı, yapay zekâ ve robotlaşma süreci ile büyük verilerin işlem görebildiği bir dönüm noktası olarak tanımlanabilir (Özdoğan, 2017).

Sanayi devrimlerinin yaşanma süreçlerine ilişkin tahminlerin yapılacağı tez kapsamında düşünüldüğünde, yazında bu devrim süreçlerinin yaşanmalarına ilişkin döngü tahminleri bulunmaktadır. Rostow (1999), 50 yıllık aralıkla harekete geçme aşamasının olgunlaşma aşamasına dönüştüğünü ifade etmiştir. Kondratieff’in temelde ekonomik döngü olarak tanımladığı 50-60 yıllık dalgaları da bu kapsamda değerlendirmeye alınabilecektir.

1.1.1. Endüstri 1.0

Birinci Sanayi Devrimi, Sanayi Devrimi adıyla da bilinen 19. yy başında bir dönemi işaret eden, buharlı makinelerin icadı ve pamuk üretiminin insan gücüne ihtiyaç duymadan buharlı makineler sayesinde yüksek hız ve verimle yapılması süreciyle başlayan bir dönemi ifade eder. Acemoğlu ve Robinson’a (2017) göre Birinci Endüstri Devrimi’ni

İngiltere’de başlatan süreç su çarkları, buharlı makineler ve bu makineler ile üretilen pamuklu giysiler ile başlamıştır. Rifkin (2008) ise enerji rejimlerinde yaşanan değişikliklerin, kitle iletişim araçlarında yaşanan değişimlerle etkisini artırarak daha yoğun ve sıkı bir toplumsal ilişki bütünü oluşturması sonucunda Birinci Endüstri Devrimi’nin tetiklendiğini belirtmektedir. Rostow (1999) bu noktada geleneksel toplumu tanımlayarak, endüstri devrimine geçme sürecini geleneksel toplumdaki çıkış olarak tanımlamaktadır. Buna göre insanlığı her zaman ilerleme gösterme yetisine ve bu kapsamda yaşadığı toplumun GSYH’sini büyütme kapasitesine sahiptir. Ancak kişi başına düşen gelir özelinde bakıldığında bunun sadece tarıma aktarılan işgücü ya da ekilen alan artışından değil, bir verim artışından kaynaklanması gerektiğini söylemektedir. Dolayısıyla Rostow (1999) sürece bir bütün olarak yorumlar getirirse de bir iktisat tarihçisi olarak Birinci Endüstri Devrimi’nin tanımını ekonomik tanımlamalarla yapmaktadır (Gaub, 2016). Deane’e (2000) göre deniz yolu kullanılarak taşınan ham maddeler ve kömür ile üretim hacmi artış göstermiş ve toplumsal refah artmıştır. Maliyetlerin düşüşü karın artmasına ve ulusal sermayenin oluşmasına yol açmıştır. Refahı artan ve sermaye stoku olan toplum yeniliklere yönelmiş ve endüstri devrimleri için gerekli olan düşünce yapısı ve icatlar, mülki hakların genişlemesiyle ortaya çıkmıştır. 14. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar devam eden ve küçük toprak sahiplerinin topraklarını kaybederek büyük toprak sahiplerinin oluşumunun önünü açan çitleme hareketi ile köyden kente taşınan kitleler, çocuk ve kadınlar ile birlikte büyük bir işgücünü sermayenin hizmetine sunmuştur. Bunun sonucu olarak uzun yıllar düşük bir seviyede sabit kalan iş gücü maliyeti ile beraber, İngiliz ürünlerinin tüketiminde yaşanan artış sermaye stoku oluşmasını sağlamıştır ((Schumacher ve diğerleri, 2016).

İngiltere’de 19. yüzyılda gerçekleşen demir yolu yatırımları ile gelişen ülke altyapısı, ülkenin üretim kapasitesini ve refah seviyesini artırmıştır. Bu sayede İngiltere’de 19. yy ikinci çeyreğinde Birinci Endüstri Devrimi yaşanmıştır. Williamson’a (1984) göre ise savaşların yordduğu İngiltere ekonomisi ancak 1820 sonrasında toparlanmıştır. Bu dönem öncesi ekonomik büyüme yavaş olmasına rağmen teknolojik gelişmeler yaşanmaya devam etmiş ancak sonuçlar 1820 sonrasında ortaya çıkmıştır. Landes (1994) bütün bunların yanında İngiltere’de oluşan özgür pazar ortamının ve arz-talep süreçlerinin ekonomide oluşturduğu yapısal dönüşümlere atıfta bulunarak İngiltere toplumunda ve yönetim yapısında iş ve sanayiye bakış açısının İngiltere’yi ön plana çıkardığını belirtmiştir.

Büyük Britanya’da, Muhteşem Devrim (1688) sonrası parlamentonun meşrutiyeti anayasal şekilde benimsediği “Haklar Kanunu” olarak bilinen kanunun çıkartılması ve özellikle mülkiyet haklarında yaşanan gelişmeler Endüstri Devrimi’nin İngiltere’de başlamasına temel oluşturmuştur. Esasen bu noktada, Kışlalı’nın belirttiği gibi, Fransız Devrimi sonrasında yayınlanan Fransız İnsan ve Yurttaş Haklar Bildirisi’nde kutsal ve dokunulmaz sayılan tek hakkın mülkiyet hakkı olması Avrupa’da derebeyliklerin ve hukuksuz yönetimlerin bitişini İngiltere’den sonra Fransa’da da simgelemektedir. İngiltere ve daha sonra Avrupa anakarasında başlayan süreç dalga dalga dünyaya yayılmıştır. Muhteşem Devrim ve Fransız İhtilali ile mülkiyet haklarının tanınması ve şahısların girişimlerinin devlet güvencesine alınması sonucunda art arda buhar makinası, buharlı lokomotif, iplik eğirme makinası ve buharlı gemilerin icat edilme süreci başlamış ve bu gelişmeler sonucunda Birinci Endüstri Devrimi süreci gelişmiştir (Santos ve diğerleri, 2017).

Devrimin gelişiminin diğer ülkelerden önce İngiltere’de başlaması bir araştırma konusu olmuştur. Yazında Fransa’nın büyüme hızı olarak İngiltere’den geri olmadığı hatta daha iyi olduğu sonucu çıkmakla beraber genel yargıya göre sürekliliğe sahip bir büyüme sayesinde Birinci Endüstri Devrimi İngiltere’nin öncülüğünde yaşanmıştır. Ayrıca mülkiyet haklarının ve hukuksal dönüşümün İngiltere’de daha önce kurumsallaşması devrimin başladığı yeri etkileyen bir diğer etken olmuştur.

Crafts (1983) burada yaptığı değerlendirmede tarihin bir akışa sahip olduğunu ve ekonomik karşılaştırma ile nedenselliğin anlaşılamayacağını savunmuştur. Bu durumun kaynağını tarihin o anına kadar İngiltere’nin yaşadığı dönüşümlerin tamamı olarak görmektedir. Acemoğlu ve Robinson (2017) da bu görüşü savunmuşlardır. Ancak rasgelelikten ziyade kurumsal yapılar oluşturma, yaratıcı yıkımı destekleme ve merkezileşmeyi sağlama gibi hususları ön plana alarak bir inceleme ile sürece yaklaşmışlardır. Teze göre, Crafts’ın (1983) rasgelelik yaklaşımı nesnel bir gerçeğin ortaya konmasının dışında sürece ilişkin bilgi edinme amacıyla yapılan çalışmaların haklılığına ilişkin bir çözüm sunmamaktadır.

1.1.2. Endüstri 2.0

İkinci Endüstri Devrimi, ilk olarak 1870-1930 yılları arasında yaşandığı düşünülen dönemdir. İkinci Endüstri Devrimi esas olarak birinci devrimde meydana gelen devasa

devrimler ve icatların oluşturduğu toplumsal dönüşüm neticesinde görülen aydınlanma döneminin yansımalarıyla gelişen bilimsel yöntemlerin meydana getirdiği icatların oluşturduğu bir endüstri devrimidir (Özakın, 2021).

İkinci Endüstri Devrimi, elektriğin bulunması ve dağıtımının yapılabilmesi ile daha önce karanlık olan gecelerin aydınlanması sağlanmıştır. Bu durum insanların günlük yaşantılarındaki alışkanlıklarını değiştirmiştir. Kadınların özgürleşmesi hareketi bu dönemde etkili olmuştur. Gordon'a (2003) göre kadınların özgürlük kazanmasında hiçbir yenilik yılda 148 mil yürüyerek ortalama 35 ton su taşımalarının önüne geçen evlere suyun borularla taşınması kadar etkili olmamıştır. Bütün bu değişimler yeni bir sosyal hayatın habercisi olmuştur. Aynı süreçte fabrikalar gelişmiş ve işçilerin şehirler de kendi yaşamlarını kurma çabaları başlamıştır. Şehirlerin nüfusunun artması sosyal dönüşümü getirmiş ve yönetim yapısını yeni çözümler sunmaya mecbur bırakmıştır. Bu cevaplar çerçevesinde oluşan sömürgecilik anlayışı ise Avrupa'yı dünya savaşlarına götürmüştür.

1.1.3. Endüstri 3.0

Üçüncü Sanayi Devrimi, imalat süreçlerinde programlandırılabilir mantıksal denetleyicilerin kullanımının oluşturduğu değişiminin yanında imalat anlayışında görülen yalın imalata geçiş değişimiyle meydana gelmektedir. II. Dünya Savaşı ardından başlayan iktisadi yapı değişimini izleyen dönemlerde 1970'lerden itibaren yeni bir sanayi devriminin etkisi var olmuştur. Soğuk Savaş'ın devamlılık gösterdiği dönemlerde patlak veren OPEC kriziyle dünyada oluşan parasal sistem değişikliği doğalgaz ve petrole dayalı savaşların oluşmasına neden olmuştur. Bu süreçlerde oluşan doğalgaz kullanımı petrol ve kömür kaynaklı kirliliklerin azalmasına ve temiz ürün üretimi aşamalarına öncülük etmiştir.

İletişim ve ulaşım sahalarında internet ve havayolu bakımında önemli olan Üçüncü Sanayi Devrimi ile toplumlar daha önce yaşanmamış bir şekilde sıkı ve yoğun ilişkiler içine girmiştir. Sırasıyla kara ve deniz ulaşımı esasında yükselen Birinci ve İkinci Sanayi Devrimlerine ek olarak Üçüncü Sanayi Devrimi havayolu ulaşımı ile gelişimini tanımlamıştır. İnternet, öncülük ettiği telefon, telgraf, televizyon ve radyoyu iletişim ağına katarak insanların dünyanın her yerinden olaylara dahil olmasını sağlamıştır.

1.1.4. Endüstri 4.0

Dördüncü Endüstri Devrimi'nin diğer endüstri devrimlerinin yarattığı birçok tanımı farklılaştıracak ve süreci değiştirecek bir etkiye sahip olması ön görülmektedir. Özellikle internetin yaygın olarak kullanılması ile meydana gelen devasa iletişim ağıyla bireylerin bilgi üretim ve işleme kabiliyetleri önemli derece gelişim göstermiştir. Endüstri 4.0 sürecinin imalat anlayışı alanında gerçekleştireceği değişim, yalın imalatın daha esnek ve bireysel hale getirilebilir mamuller meydana getirebilme kapasitesinin büyük veriler işlenerek yapılması olacaktır. İnternetli eşyaların çoğalmasıyla çevrede bulunan bütün süreçler ham veri haline gelmekte ve bu durum gelişim için çok büyük bir fırsatı önümüze koymaktadır. İnternetin sağladığı bu büyük ham veri kütlelerinin işlenmesi ve neticelerin elde edilmesiyle üretim süreçlerinin çok daha esnek ve hızlı çözümler sağlaması beklenmektedir. Yazılım ürünlerinin, üretimin taşıyıcı gücü olacağı tahmin edilmekte ve 3-boyutlu yazıcılar ile üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve üretim etkinliklerinin yaygın hale gelmesi öngörülmektedir (Rifkin, 2016).

Üçüncü Sanayi Devrimi sürecinin iletişim alanlarında meydana getirdiği internetle telif haklarının ve bilgi sahipliğinin tanımı yeniden yapılmaya zorlanmakta ve bu hal toplumsal dengelerin tekrar oluşturulmasını bir zorunluluk durumuna ulaştırmaktadır. Rifkin'in (2008) yanal güç olarak adlandırdığı bu tabana yayılma süreci mülkiyet haklarının yeniden tanımlanması ile bilginin ücretsiz hale gelmesi sonucunda demokratik süreçlerin çok daha fazla artması anlamına gelmektedir. Birinci Endüstri Devrimi'nde bahsi geçen mülki haklar kentsoyluların ve özgür insanların elde ettiği ayrıcalıklar olmuştur. Toplumun geniş kesimlerinin güncel manada haklara ve diğer bireylerle en azından kâğıt üstünde eşit olmalarının onayı İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimi süreçlerine rastlamaktadır. İşçiler ve kadınlar haklarını İkinci sanayi Devrimi sürecinde elde edebilmişken, dünyada ortak başvurulabilecek uluslararası bir hukuk düzeni oluşturularak eşitlik kavramıyla ortak normlarının olması Üçüncü Sanayi Devrimi sürecinde meydana gelmiştir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde Dördüncü Sanayi Devrimi'nin kişiselleşen üretim, 3-boyutlu yazıcılarla çok küçük yatırımlar yapılarak evlerin birer fabrikaya dönüşebilmesi, gelişim içindeki toplumlarda hakların çok daha yaygınlaşacağını ve kişinin güçlü hale geleceğini ifade etmektedir. Fakat bu hal gelişmemiş ülkelerin gelişmiş ülkelere çok geri kalmaları neticesini de doğurabilecektir. Ayrıca yenilenebilir enerji üretiminin önem kazanacağını düşünüldüğü Dördüncü Endüstri Devrimi boyunca her

evin bir enerji üretim merkezi olabilecek durumda olması yanal güçlerin yansımalarının da yükseleceği tahmin edilmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017).

Bir önceki devrimin öne çıkardığı havayolunun yerini uzay ulaşımına bırakacağı tahmin edilmektedir. Uzay ulaşımı incelemelerinde görülen ilerlemelerle “yenidünya” keşif incelemeleri önceki yüzyıllardaki gibi sanayi devrimine farklı bir etkileşim kazandıracaktır. İletişim ve ulaşım alanlarında meydana gelecek dönüşümlerle bireyler arasındaki bağlantılar tekrar açıklanacak ve bu da yönetsel aygıtların değişimini zorunlu hale getirecektir.

Dördüncü Endüstri Devrimi öncesi sırasıyla kömür, petrol ve doğal gaz ile devrimlerin taşıyıcı gücü olan enerji rejimi ve enerji rejimlerinde yaşanan dönüşümler, Dördüncü Endüstri Devrimi’nde de önemli bir konu olacak ve farklılaşacaktır. Yenilenebilir enerjinin diğer enerji kaynaklarının yerini alması dünyada yaşanan kirlenme göz önüne alındığında kaçınılmaz bir durum gibi gözükmektedir. Son dönemde karbon salınımına ilişkin yapılan çalışmalar enerji rejiminin değişmek zorunda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum ülkeleri yenilenebilir enerji üzerine yoğunlaşmaya zorlamaktadır. Özellikle petrol kullanımı son yıllara doğru düşüş eğiliminde iken yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim hacmi ve dünya enerji üretimi açısından oranı artmaktadır (Frank, Dalenogare ve Ayala, 2019).

Rifkin (2008) yeni endüstri devrimini dünyada internet ile birlikte gelişen enerji rejimi ile tanımlamaktadır. Buna göre insanlar kendi yaşadıkları yerlerde ürettikleri yenilenebilir enerji ile tüketimlerini karşılamakla kalmayacaklar, aynı zamanda oluşturulan havuza bu enerjinin aktarılması ile birlikte bundan gelir de elde edeceklerdir. Endüstri devrimlerini ortaya çıkaran bütünleşik ürünler düşünüldüğünde iletişim ve enerji rejiminin ortak olarak ortaya koyduğu dönüşüm bu duruma güzel bir örnektir. Her ne kadar bu durum bir öngörü olarak görülse de, sanal paraların üretimi için enerji birim fiyatı düşük ülkelerden kiralanan kaynaklar bugün için önemli göstergelerdir. Gelecekte insanlar kendi yaşam alanlarında ürettikleri enerjileri kullanarak yaşamlarına devam edeceklerdir. Bu durum her halükârda insan hayatının paylaşımcılığının artması ölçüsünde bireyselleşmesi sonucunu doğuracaktır. Üretimin ve enerji rejiminin kişiselleşmesinin yanında ortaya çıkan bilginin ve diğer kaynakların paylaşılma zorunluluğu, modern toplumun çözmesi gereken büyük bir zıtlık oluşturmaktadır. Bu durum ise modern yönetimlerin çözmesi gereken önemli bir zıtlıktır (Hussin, 2018).

Endüstri devrimleri iletişim ve ulaşım anlamında yaşanan teknolojik gelişmelerle insanların yaşam tarzlarını dönüştürücü etkiye sahip olmaktadır. Dördüncü Endüstri Devrimi sürecinde gelişen mobil teknolojiler ile kişiselleşen tüketim bir araya gelerek eski sektörlerle alternatif dinamik ve maliyet anlamında uygun çözümler oluşturmaktadır. İletişim süreçleri tüketim için modeller oluşturacak şekilde sonuçların üretimi için kullanılacaktır. Eşyanın interneti süreci, bütün kullanılan ürünlerin internete bağlanması sonucunu ve bu ürünlerden devasa bilgi akışını yaratacaktır. Bilginin işlenmesi ve anlamlı hale gelmesi tüketimin modellenmesi ve ihtiyaçların şekillenmesini sağlayarak toplumun yaşayışını değiştiren önemli bir etken olacaktır. Ayrıca mobil uygulamaların sahipliğinin beşerî sermaye dışında yatırım gerektirmeyen yazılımsal süreçlere bağlı olması refahın paylaşımını etkileyen bir yaratıcı yıkım örneği olacaktır.

Mobil uygulamalar ile ticaret yapısı dönüşümü de gerçekleşmiştir. İnternetin yaygınlaşması sayesinde mülkiyet hakkı temelinden sarsılmıştır. Çok büyük kurumsal şirketlerin sağladığı, ulaşım veya konaklama gibi hizmetler mobil uygulamalar sayesinde bireylerin kolektif davranış sergilemeleri sonucunda alternatif rotalara kavuşmuştur. Birinci Endüstri Devrimi ile ortaya çıkan firmaların İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimleri ile devasa aygıtlara dönüşme süreci sarsıntıya uğramaktadır. Beşerî sermaye sayesinde kurulan firmaların diğer büyük firmaların gücüne ulaşmaları artık yüzyıllar değil yıllar sürmektedir. Bu durumun diğer sektörlerle sirayet edeceğini düşünmek için oldukça makul sebepler bulunmaktadır. İnternetle doğan nesiller, öncülleri gibi mülki haklar konusunda katı düşüncelere sahip bir ortamda büyümemişlerdir. Paylaşımın ön plana çıktığı ve sahipliğin sınırlarının silikleştiği günümüz dünyasında bilgi herkesin ortak malı olarak görülmekte ve egemen güç olan devlet aygıtının yazılı ve görsel medyayı kimi zaman bilgi kirliliğini önleme amacıyla haklı olarak yönlendirme çabalarına rağmen sınırsız bir şekilde yayılmaktadır. Bu durum bilgi güvenliğinin gelecekte en önemli konulardan biri olacağını ve gerçeklikten sanallığa geçiş yaşanan bu dönemlerde bilginin de sanallaşma ve kökünü yitirme tehlikesini ortaya çıkarmaktadır. Bu yönetilmesi gereken süreç başarılı olduğunda ve bilgi ve mülkiyet anlamlı tanımlar halinde toplumsal uzlaşma temeline alındığında ilerleme sağlanacaktır (Apilioğulları, 2018).

Ulaşım alanında ise özellikle uzay taşımacılığının önümüzdeki yıllarda etkisini arttıracığı öngörülebilmektedir. Uzay taşımacılığının gelişimi ile insanoğlunun gelişmek ve toplumsal dönüşüm yaşamak için en temel ihtiyacı olarak görülebilecek olan

yayımlılık gerçekleşecektir. Bu durum temelde dünyanın eşsizliğini zedeleyecek ve toplumsal yaşayışı değiştirebilecek süreçlerin başlangıcı olan gelişmelerin yaşanmasına yol açacaktır. Ancak insanlığın yeni yerlerin keşfi ile gelişimde yaşadığı artış göz önüne alındığında yenilikleri anlayan ve uygulayabilenler gelecekte bugün olduğundan çok farklı yerlerde ve şartlarda yaşamlarına devam edeceklerdir. Özellikle son dönemde artırılmaya çalışılan uzay yolculukları geleceğimize önemli bir etkiye sahip olacaktır. Farklı gezegenlerde ve uydularda yapılmaya çalışılan prototip yaşam alanları ve uzay istasyonları sayesinde insanlığın gelişimi yine yol sayesinde olacaktır. Ancak bu durum gelişmiş ile gelişmemiş toplumlar arasındaki farkı kapatılmaz bir noktaya getireceği gibi eldeki yüksek tahrip gücü olan silahların kullanımının kolaylaşması anlamına da gelecektir (Lee ve diğerleri, 2010).

Yeni endüstri devrimleri yaşadıkları toplumun hayat kalitesini ve refah seviyesini artırmak için yeni çözüm önerileri sunmaktadır. Mülkiyetin sınırlı olduğu toplumdaki, sınırı oldukça silikleşen üretim hacimlerinin getirdiği aşırı sahiplik süreçlerine geldiğimiz göz önüne alındığında bu durumun artmasından ziyade insanlığın nitelik anlamında bir artış isteyeceği beklenebilir. Niteliksel artış ise temelde kişinin özgün değerlendirmesine tabi bir süreç olması sebebiyle üretim döngülerinin kişiselleşmesi kaçınılmaz bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Eşyanın interneti bağlamında çevrede yer alan her ürünün birer alıcı ve verici olarak tüketim ve üretim sürecine doğrudan bağlanması yeni endüstri devrimi sürecinin getireceği bir olgu olacaktır. Bu bağlamda Wang ve diğerleri, (2016) Endüstri 4.0 kapsamında gerçekleştirilen bütün çabaların iletişim ve bilgi kaynaklarının bütünleşik mühendislik teknolojileri ile kullanılarak süreçlerde verimliliği ve yeterliliği artırmak üzere olduğunu belirtmektedir (Wang, Wang, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

Endüstri 4.0 kavramı Almanya tarafından ortaya atılırken üretim süreçlerinin yoğun bir şekilde gelişmiş ülkelere kaymasının getirdiği sorunların çözümü hedeflenmekteydi. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi için üretim operasyonlarının gelişmemiş ülkelere kaydırılması, bu ülkelerin gerekli yatırımları yapması ile gelişmiş ülkelerin rakip kazanmalarına yol açmıştır. Brettel ve diğerleri (2014) Almanya'nın gelecekte yaşanacak rekabeti yönetebilmek adına Endüstri 4.0 öngörüsünü ortaya koyduğunu belirtmektedirler. Çoğu üretim faaliyetinin başka ülkelere taşınmasının günümüzde yeterli maliyet düşüşüne yol açmadığı, ayrıca fabrikaların başka ülkelere kurulmasının yüksek fırsat maliyetlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber

artık müşterinin ürünün iyileştirilmesinden ziyade kişiselleştirme taleplerinde bulunması sebebiyle yeni sistemlerin oluşturulması gerekmektedir. Endüstri 4.0 vizyonu üretim felsefesi olarak kendini siber-fiziksel sistemler olarak tanımlamaktadır. Siber-fiziksel sistemleri üretim alanı olan fiziksel sistemler ile verilerin anlamlı bilgiler haline getirilerek üretimin esnekliğinin ve etkinliğinin sağlandığı yönetsel organ olan siber sistemlerin bu ihtiyaçlara cevap vermek için bir araya gelmesi olarak tanımlayabiliriz. Karanlık fabrikalar, tükettiği enerjisini kendi üreten binalar ve robotların ele geçirdiği üretim hatları bu öngörünün başlangıç noktalarıdır. Eşyanın interneti ile her sürecin birbiri ile konuşur hale gelmesi, çok daha bütünleşik, esnek ve atık üretim süreçlerinin habercisidir. Üretim veya hizmet alanında müşteri veya ürün/hizmete ait her bilginin ulaşılabilirliğinin artması devasa bilgi yığınları ortaya çıkartmıştır. Endüstri 4.0 bu bilgi yığınlarını gelişim için fırsat gören ve bilgi yığınlarından azami faydanın sağlanmasını amaçlayan bir süreci ifade etmektedir (Özsoylu, 2017).

Büyük verilerin ortaya koyduğu gelişim alanı hizmet süreçlerinin iyileştirilmesi ve üretim ihtiyacının müşteri için daha başarılı ve etkili tahminler ortaya koyarak karşılanması şeklinde kendini göstermektedir.

Siber-fiziksel sistemler bir yana, bu süreçte ortaya çıkan 3-boyutlu yazıcılar ile üretim için gerekli yatırımın ciddi anlamda düşmesi ve kolaylaşması beşerî sermayenin gelecek dönemde en önemli meta olacağını göstermektedir (Akyüz, 2020). Özellikle İkinci Endüstri Devrimi ile insanların yeni üretim hatları kurmaları için gerekli olan yüksek yatırımdan kurtulmaları ve refahın toplum tabanına beşerî sermaye sayesinde yayılabilme iddiası dünyada yaratılan refahın paylaşımı sorununa geleceğin sunduğu muhtemel çözümlerdir.

Siber-fiziksel sistemler ve 3-boyutlu yazıcılar beraber düşünüldüğünde geleceğin en önemli ürünü/hizmeti yazılım olacaktır. Bu alan kişinin beşerî sermayesine dayanması sebebiyle diğer gelişim alanlarının da Endüstri 4.0 ile beraber oluşturacağı düşünülen yanal güçlerin artması anlamına gelecektir.

Endüstri 4.0 ile anlık ve kolay bakım gibi veri analizine dayalı süreçler sonucunda ortaya kolaylıkla konabilecek süreçler sayesinde ürünlerin kullanım sürelerinin artması ve maliyetlerin düşmesi beklenmektedir. Devasa şirketlerin egemenliklerinin piyasaya kolay giriş sayesinde azalacağı öngörülmekte olup, üretim süreçlerinde yapay zekâ, veri işleme

gibi süreçlerin beşerî sermaye olarak insana yansımalarının olması beklenmektedir (Raj ve Sharma, 2014).

Dördüncü Endüstri Devrimi, Birinci Endüstri Devrim ile birçok ortak noktaya sahiptir. En önemli benzerlik mülkiyet hakları çerçevesinde yaşanan değişimler olacaktır. Birinci Endüstri Devrimi temelde mülki hakların gelişmesi ve tabana yayılmasının devlet güvencesi altına alınması sonucu oluşan bir toplumsal uzlaşma olgusu sonucu yaşanan teknolojik değişimler üzerinden kendisine yaşam alanı bulmuştur. Bu olgu İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimlerinde de kendini göstermiş ve mülkiyet tanımının değişmeden tabana yayıldığı bir süreci yaşamının sonucunda toplumsal, ekonomik ve siyasal dönüşümler gerçekleşmiştir. Ancak özellikle Üçüncü Endüstri Devrimi ile başlayan zaman aralığında refahın tabana yayılımının durması ve dünya refahındaki artışın hızla tepede toplanması sebebiyle mülkiyet hakkına ilişkin farklı bir toplumsal uzlaşmaya ihtiyaç duyulması Dördüncü Endüstri Devrimi'ni sadece popüler anlamda değil, içerik anlamında da aşması gereken eşiklerin beklediğini göstermektedir. Özellikle Birinci Endüstri Devrimi'nden itibaren yaygınlaşan bir ekonomik görüş olan üretim artışının sonucunda dünya genelinde refahın artacağına ilişkin varsayım gün geçtikçe çürümekte ve bu durum alt yapının, üst yapıyı taşıyamama tehlikesini ortaya çıkarmaktadır. Paylaşım sorunu I. Dünya Savaşı öncesi yaşanan küreselleşme dönemine benzerlik göstermekte ve bu durum dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanan gerginliklere sebebiyet vermektedir (Öztemel, 2018).

Yönetimsel aygıtların, sadece üretim artışına odaklanması ve özellikle Soğuk Savaş sonrası diğer denetim ve planlama mekanizmalarını devreden çıkarma çalışmalarına ek olarak, toplumların, bugün gelinen noktada bazı ülkelerin ve grupların bütün refahı elinde tutmasından dolayı dünya ekonomi pastasından pay alamamaktan kaynaklı yükselen sesleri toplumsal uzlaşmanın sanayileşen toplumlar açısından bozulduğunun en önemli göstergesidir. Buna bir çözüm sunması muhtemel internetin yayılım sürecinin mülkiyet hakkını yeniden tanımlamaya zorladığını görmekteyiz. Birinci Endüstri Devrimi'nden bugüne kadar ansiklopediler ve diğer kaynaklar şahıslara ait ve telif hakları ile korunmaya çalışılmaktayken, internet bütün bu süreçleri alt üst etmiş ve bilginin toplumun ortak malı olması gerektiğini insanlara kabul ettirmiştir. Bugün gelinen noktada internette var olan ansiklopedi siteleri ile diğer görsel destekli bilgilendirme araçları insanların kullanımına açıktır. Burada önemli olan husus, insanların bu araçlar vasıtası ile kendi üretimlerini ücretsiz bir şekilde topluma sunma konusundaki ısrarlarıdır. Bu yayılma ve mülkiyet

haklarının aşağıdan yukarıya doğru yönetsel araçları değiştirmeye zorlamaları sonucunda ortaya çıkacak yeni toplumsal ve küresel uzlaşma gelecekte yaşanması muhtemel diğer devrimlerin temellerini oluşturacaktır (Özdoğan, 2017).

Birinci ve Dördüncü Endüstri Devrimi süreçlerinin bir diğer benzer noktası ise insanların tercih ettikleri yaşam alanları hususu olacaktır. Birinci Endüstri Devrimi ile beraber insanlar köy yaşamından şehir yaşamına geçmiş ve internetin henüz bulunmadığı zamanlara kadar yüz yüze insan ilişkileri çok yoğun ve sıkı bir toplumsal yapı oluşturmuştur. Ancak internetin yayılması sonrasında ve özellikle ürünlerin kişiselleşmesinin, üretim araçlarının da kişiselleşmesiyle mümkün olacağı varsayımıyla üretimin yaygınlaşması ve kolaylaşması sonucunda insanoğlunun şehir yaşantısından daha farklı bir yaşam alanına yönelmesi beklenebilir. Şehirlerin köylere nazaran daha önce çok daha fazla imkân sağlamasından dolayı insanların şehirde yaşamayı tercih etmeleri sonucunda oluşan karmaşık ve yoğun şehir hayatının özellikle kişiselleşen enerji, iletişimi ve 3-boyutlu yazıcılar sayesinde temelinden sarsılacağı benzetilmektedir (Wortmann & Flüchter, 2015).

Endüstri Devrimlerinin toplum üzerinde yarattığı etki, yaratıcı yıkımlardır. İnsanlık, tarihin kendisine getirdiğini yaşamış ve teknolojik dönüşümleri hayatına uygulama yolunu seçerek medeniyetler kurmuştur. Diğer endüstri devrimleri süreçlerinde de yaşanan toplumsal dönüşümler yaratıcı yıkım ile gelişmiş ve toplum yaşam anlamında kendine yeni yollar bulmuştur. Tarih boyunca yaratıcı yıkımın önünde duran güç insanların yeni ve bilinmez karşı duydukları korkular olmuştur. Bilinmezlik yaratıcı yıkımı durdurma eğilimini beraberinde getirmektedir. Birinci Endüstri Devrimi öncesinde İngiltere dâhil sanayileşme öncesi toplumlarda yaşanan teknolojik gelişmeler ve icatlar yönetim aygıtı tarafından bilinçli olarak yok sayılıyor ve bu sürecin önüne geçmek için bu işlemlerle uğraşanlar ağır sonuçlar ile karşı karşıya kalmışlardır (Uslu, 2019). Bugün gelinen noktada ise, yaşanacak toplumsal dönüşümün, devletin hızlı robotlaşmanın karşısında insanları istihdam edemeyecek duruma geleceğini düşündürmektedir. Bunun karşısında şimdilik düşünülen çözüm insanların vatandaşlık maaşı altında bir maaşı olarak ülke içi talebin asgari seviyede tutulması olarak gözükmektedir. İsviçre devleti konuyu 2016 yılında yaptığı referandumla halka sormuş ancak olumsuz cevap almıştır.

Tarihin en önemli devrimi olarak görülen Dördüncü Endüstri Devrimi'nin tarihi gelişimine ait tablo aşağıda yer almaktadır (Raveling, 2017).

Tablo 1.1. Dördüncü sanayi devrimi'nin tarihsel gelişimi

Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl)
• 1712 Buhar Makinesinin İcadı
Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi(19.-20. Yüzyıl)
• 1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları
• 1920 Taylorizm (Bilimsel yönetim)
Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)
• 1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800)
• 1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)
Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl)
• 1988 AutoIDLab. (MIT)
• 200 Nesnelerin İnterneti
• 2010 Hücresel Taşıma Sistemi
• 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

Endüstri devrimlerinin günümüzde devam eden, bu zamana kadar geldiği son nokta olan dördüncü aşaması dünyanın bütün ülkeleri tarafından bilinen bir kavram olsa da bu aşamaya geçebilen veya geçmek için çalışmalar yapan az sayıda ülke bulunmaktadır. Daha önceki endüstriyel ilerleme aşamalarında olduğu gibi dünyadaki bütün ülkelerin aynı zamanda ya da aynı düzeyde değişime uyum sağlaması mümkün değildir. Ülkelerin hem ekonomik hem de toplumsal dönüşümüne katkı sağlayan Endüstri 4.0 kavramı ilk defa dünyanın gelişmiş ekonomilerinden biri olan Almanya'da kullanılmıştır (Toker, 2018).

Büyük bir teknolojik fuar olan Hannover Messe Fuarı'na ev sahipliği yapan Almanya, endüstrinin dördüncü aşamasını dünyaya duyurmakla birlikte, gelişmesine de oldukça katkı sağlamıştır. Endüstri 4.0, teknolojik dönüşüm ve gelişimi konu alan bir kavramdır. Bu nedenden dolayı bu kavramı hayatın her alanına konuşlandırabilmek için teknolojik yatırımların üst seviyede olması akla gelebilen ilk koşuldur. Teknolojinin üretilmesi ve ihraç edilmesi, ülkelerin Endüstri 4.0 dönüşümüne uyum sağlamasını hızlandırır. O yüzden dünyada Endüstri 4.0 için baz alınabilecek ülkeler bu koşulu sağlayabilen ülkeler olacaktır. Sanayi devrimlerinin çıkış nedenleri ve gerçekleştiği ülkelerin o günkü durumları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir.

Sürekli olarak büyüyen bir ekonomiye sahip olan Almanya ve Doğu Avrupa ülkelerinin GSYİH'lerinin büyük kısmını sanayi üretimi oluşturmaktadır. İş gücüne dahil olan nüfus ile bu gelişim arasında ters bir doğrusallık vardır. Yaşlı nüfusun toplam nüfusa

oranın yıllar geçtikçe yükselmesi, son yirmi yılda GSYİH'deki sanayi üretimi payını oldukça yükselten Çin, Hindistan, Brezilya gibi ülkelerle rekabet gücünü artırmak için ileri düzey teknolojik yenilikler ile birlikte Endüstri 4.0'ın temelleri Almanya'da atılmıştır (Toker, 2018).

1.1.4.1. Dünyada Endüstri 4.0'ın Gelişimi

Sanayi Devrimlerinin her aşamasında insan gücünün git gide azaldığını söylemek mümkündür. İlk sanayi devrimi üretimin kas gücünden makinelere geçmesini, ikinci sanayi devrimi teknolojik kolaylıkların sağlanmasını, üçüncü sanayi devrimi bilginin küresel bir hale gelmesini ve kullanılmasını mümkün kılmıştı. Her Sanayi Devrimi sonrasında insanların hayatı daha da kolaylaşmıştır. Endüstri 4.0'ın bir dönüşüm mü yoksa devrim mi olduğu günümüzde devam eden bir tartışmadır.

Banger'e (2018) göre Endüstri 4.0, önemli ticari ve sınıai sonuçları olan büyük bir teknolojik sıçrama ve kırılmaya işaret edeceği için bir devrim niteliğindedir. Bu niteliği yakalamak veya yakalamaya çalışmak kolay bir hedef değildir. Birçok gelişmiş ülke bu konuda stratejik plan ve bütçeleme çalışmalarını sürdürmektedir.

Alman Hükümeti'nin, Endüstri 4.0'ı açıklamak ve planlamak amacıyla oluşturduğu çalışma grubunca hazırlanan raporda yeni üretim sistemine geçebilmek için tamamlanması gereken bazı adımlar bulunmaktadır. Bu adımlar şunlardır (Esmer, 2019): “-Referans donanım mimarisinin belirlenmesi ve standardizasyon,

- Karmaşık sistemlerin yönetilebilmesi,
- Kapsamlı ve yüksek hızlı bir haberleşme altyapısının endüstriye sağlanması,
- Emniyet ve güvenlik,
- Çalışma organizasyonu ve tasarım,
- Eğitim ve profesyonel gelişimin sürekliliği,
- Mevcut mevzuatın uyarlanması,
- Kaynakların verimli kullanılması.”

Endüstri 4.0 sanayilerin üretim sistemlerini değiştirmeye yönelik bir adım olarak görülse de, kısa sürede akademinin de en fazla dikkatini çeken konulardan biri olmuştur. Bu yeni kavramın insanların dünyasında büyük etkiler yaratacağı ve her alanda yer edeceği aynı zamanda hem üretimde hem de tüketimde bütünüyle değişiklik yaratacağı öngörülerden biridir (Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0 terimi, dördüncü sanayi devrimini, örgütlenmenin ve kontrolünün bir sonraki aşamasını temsil eder. Bu aşama, bir ürünün yaşam döngüsü boyunca değer akışının tamamıdır. Döngü sayesinde üretim, müşteri odaklı bir hale gelerek giderek kişiselleştirilmiştir. Döngü, müşterinin istediği üründen başlayarak, üretim aşaması ve müşteriye teslimine kadar olan süreyi kapsar. Daha sonrasında müşteriden ürün hakkında geri dönüşler de döngünün bir parçasıdır (Koçoğlu ve Avcı, 2014).

Üçüncü nesil üretim gerçekleştiren endüstrileşmiş toplumlar olarak bilinen G-8 ülkeleri, sanayileşmenin dördüncü evresine diğer ülkelere kıyasla daha kolay adapte olacaklarını söylemek mümkün olabilir. Türkiye, ikinci nesil üretim ile üçüncü nesil üretimin ortasında olan bir ülkedir. Türkiye'nin bulunduğu bu konum yeni üretim sistemi olan Endüstri 4.0'ın dışında kalacağını ifade etmez. Uyum evresinin yakalayabilmesi ile ilgili Türkiye'ye tanınan bir avantajdır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018).

Endüstrinin öncü ülkeleri sanayileşme yarışına sanayileşmenin ortaya çıktığı ilk zamanda dahil olmuşlardır. ABD'nin kuzey eyaletleri, Birinci Sanayi Devriminin başladığı Britanya'nın 1800'lü senelerin ortalarında en güçlü rakibiydi. ABD'yi Almanya, Fransa ve Belçika izlemekteydi. Britanya, diğer ülkelerin sanayileşmeye devam ettiği halde gücünün zayıflayacağını bilincindeydi. Nitekim 1800'lerin sonlarına doğru, sanayinin hammaddelerin olan demir üretimde ABD ve Almanya Britanya'yı geride bırakmıştı. Artık Britanya sanayinin merkezi değil, sanayileşmeyi sürdüren ülkeler grubunun bir bölümüydü (Yavaş, 2019). Acemoğlu ve Robinson'a (2017) göre, ulusların zenginliği kuruluşlarından bu yana devam eden ekonomik durumlarıyla ilgilidir. Sanayileşme yarışına ilk zamanlarında dâhil olan ülkeler, günümüzde de Endüstri 4.0'a öncülük eden G-8 ülkeleri arasında bulunmaktadır. Çin ve Japonya'nın 19. Yüzyılın sonlarında kapalı ekonomi modelini bırakarak dünya pazarlarına katılmaları, günümüzde gelişmiş ülkeler grubunda olmalarının sebebi olarak gösterilebilir.

1.1.4.2. Türkiye’de Endüstri 4.0

Dünyanın gelişmekte olan ekonomilere arasında yer alan Türkiye, ekonomik gelişmişlik sırasında 16. sırada bulunmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden biri işgücünün ucuz olması, girişimci dinamik ve genç nüfusun çoğunlukta olmasıdır. Ancak endüstri 4.0'ın ortaya çıkması akıllı ve kendini idare edebilen makinelerin kullanılmasını yaygınlaştırılmış, buna bağlı olarak çok sayıda işgücünün yerini daha az ve teknik açıdan daha donanımlı eleman ihtiyacına bırakmıştır. Endüstri 4.0'ın kamu kurumları ve işletmelere sağlayacağı katkılar, rekabet açısından son derece önemli olup işletmelerin ve kamu kurumlarının rehberlik hizmetleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de üretim ile ilgili veriler incelendiğinde özellikle orta ve düşük düzeyde teknolojilerin kullanılarak, katma değeri düşük olan ürünlerin daha fazla üretildiği görülmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Katma değeri daha yüksek olan ürünlerin üretilmesi ve üretim hacmini daha fazla geliştirebilmesi bakımından Endüstri 4.0 bir fırsat olarak değerlendirilmektedir (Öztürk ve Koç, 2017). Yapılan araştırmalar Türkiye’de Endüstri 4.0'ın sağlayacağı rekabet avantajları ve Dijital Teknoloji yeniliklerinden yararlanma konusunda farkındalığın yüksek olduğu belirlenmiştir (Tüzmen, 2017). Bu bakımdan Endüstri 4.0'ın Başarılı bir şekilde uygulanması ile ekonomi üzerinde dört temel alanda önemli etkilerin meydana gelmesi beklenmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Bu etkiler;

- Verimlilik
- Büyüme
- Yatırım
- İstihdam

2016 yılında TÜSİAD tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda endüstri E4.0'ın Başarılı bir şekilde uygulanması ile birlikte imalat sektöründe yaklaşık 50 milyar TL fayda sağlayabileceği belirlenmiştir. Bu süreçte %4-7 oranında verimliliğin artması, %5-15 oranında dönüşüm maliyetlerinin artması ve ülkenin Gayri Safi Yurtiçi Hasılasında 150-200 milyar TL'lik bir büyümenin ortaya çıkması beklenmektedir. Bununla birlikte sanayi alanında yaklaşık %3 oranında yıllık üretim artışının olacağı ifade edilmiştir.

Yatırım bakımından E4.0'ın Entegre edilebilmesi için 10-15 milyar TL'lik bir yatırıma ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak endüstri 4.0'ın uygulanması ile birlikte Instagram açtığından Bazı sorunların ortaya çıkabileceği beklenmektedir. Bu beklenti imalat sektöründe %20-30 oranında Ethem azalışına neden olabilecektir. Ancak gelişen yeni teknolojiler içinde çalışanların daha nitelikli olması ve 10 yıllık süreçte 100.000 civarında çalışana ihtiyaç duyulacaktır. Endüstri 4.0 meydana getireceği bu etkiler genel olarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır. Her ne kadar bu potansiyelin farkına geç varılmış olsa da uyum çalışmalarının başladığı görülmektedir.

Türkiye'de endüstri 4.0 ile ilgili ilk çalışmalar 2016 yılında yapılmaya başlanmış, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından yapılan 29 toplantıda “Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmalar Yapılması (2016/101)” kararı alınmıştır. “Bu karara göre, ülkemiz sanayisinin yüksek teknoloji üretiminde uluslararası rekabet gücünün artırılmasını sağlayacak akıllı üretim sistemlerine geçiş amacıyla; Türkiye'nin mevcut durumunun ortaya konması, gerekli analizlerin yapılması ve kritik ve öncü teknolojilerde (öncelikle siber fiziksel sistemler, yapay zekâ/sensör/robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim gibi) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak hedef odaklı AR-GE çalışmalarının artırılması ve bunun için gerekli birimlerin oluşturulması” kararları alınmıştır.

2018 yılına gelindiğinde ise kamu ve özel sektör iş birliği kapsamında yapılan çalışmalar ve E4.0 platformlarında Dijital Türkiye yol haritası oluşturulmuştur. Buna göre 6 Adım'da çalışmaların yapılması. Teknolojinin desteklenmesi ve güçlendirilmesine karar verilmiştir. Bu alanlar;

- İnsan,
- Teknoloji,
- Altyapı,
- Tedarikçi,
- Kullanıcı,
- Yönetişim şeklindedir.

Bu alanlarda yapılacak çalışmalar yalnızca ekonomik iyileşmelerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda işletmelerin ve kurumların örgütsel performanslarının artırılmasına ve bireylerin yaşam kalitesinin geliştirilmesine de katkı sağlaması beklenmektedir. Dolayısıyla E4.0'in sağladığı fırsatlar kaçırılmayacak düzeyde önem taşımaktadır (Bauer vd, 2015).

1.2. Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması

Avrupa'daki hızlı nüfus artışı 16. yüzyılda başlamış ve günümüzde devam etmektedir. Tarım sektöründeki teknolojik gelişmeler bu alanda nüfus ihtiyacını azaltmış ve kentlere göçün başlamasına yol açmıştır. Savaş ve sömürgecilik ile kazandıkları sermayeleri Avrupa'ya aktaran Avrupa ülkeleri, yeni yatırım sahalarının oluşmasına ve burjuva sınıfının meydana gelmesine sebep olmuştur. Yaşam standartları artınca tüketime yönelik bir talep artışına sebep olmuştur. Bu değişimler İngiltere'den başlayan sanayi devriminin tüm Avrupa'ya yayılmasına neden olmuştur. 18. ve 19. yüzyılda Avrupa'da yaşanan yeni değişimlerin üretimde kullanılması ve makineleşmenin sanayi doğurması ile Avrupa'daki birikimin artması sanayi ya da endüstri devrimi olarak tanımlanmaktadır (Bricken & Byrne, 1992).

Dıştan yanmalı buhar makinesi, buharda bulunan olan ısı enerjisini, mekanik enerjiye çeviren bir sistemle çalışmaktadır. Buhar gemileri, buharlı traktörler, lokomotifler gibi araçlar buhar makineleri sınıfında yer alır. Buharlı makinelerde çalışma sistemi; ısı enerjisini alan su buharlaşarak genişler ve bir odacığa alınır, odacık soğutulduğunda sıvı hale geçen buhar vakum meydana getirilir ve böylelikle mekanizmaların hareket almasıyla mekanik enerjiye dönüşerek eyleme geçer.

Denis Papin 1669 yılında buhar gücü ile yararlı uygulamasını hayata geçirmiştir. Papin suyu daha yüksek bir derecede kaynatmak amacıyla, düdüklü tencereyi icat etmiştir. Bu denemesi ile kemiklerin ısı ile yumuşadığını ve etin daha çabuk piştiğini gözlemlemiştir.

Thomas Savery 1668 yılında, ticari amaçlı ilk buhar makinesini icat etmiştir. Bu icadın temel amacı maden ocaklarındaki suyu dışarıya taşımalarını sağlamaktır. Çalışma sistemi, buhar kazanından gelen buhar odacığını doldurur, odacığın üzerine soğuk su döküldüğünde suya dönüşen buhar vakum oluşmasına sebep olur, bu şekilde odacığın su seviyesi artar ve oda buhar dolduğunda faaliyet gerçekleşmiş olur, maden ocağındaki su

tahliye edilmiş olur şeklinde tasarlanmıştır (Bricken & Byrne, 1992).

Thomas Newcomen 1712 yılında diğerlerinden farklı bir tür buhar makinesi yaptı. Piston yapısını zincirlere bağlı şekilde kaldıracı ve kaldıracı da tulumbaya bağlı şekilde oluşturmuş. Silindirin içi soğuk su ile dolarken silindirin üst kısmında yer alan piston su buharını yoğunlaştırırken atmosferik basınç pistonu aşağıya doğru kuvvet uyguladığında su maden ocağından yükselişe geçiyordu.

James Watt 1764 yılında Newcomen'e ait bozulan makinelerinden birini onararak, bu makineyi iki odalı ve supaplı olacak şekilde yeniden tasarlamıştır. Odalarından biri daima soğuk diğeri sıcak olan odalara sahip bu makine, 1781 yılına Watt tarafından yeni mekanik aksamlar eklenerek makine tekrardan tasarlandı (Tapan, 2019).

İlk başarılı buhar türbini 1884 yılında Charles Algenon Parsons tarafından başarılı bir şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarım jeneratör kullanımını kolaylaştırmanın yanı sıra yüksek hıza sahip gemi yapımına da büyük kolaylıklar sağlamıştır. 1787 yılından önce buharlı motorlar yalnızca tekstil makinelerini ve su pompalarını çalıştırmak amacıyla kullanılmıştır. John Fitch 1787 yılında Delaware nehrine indirdiği ilk vapuru 1809 yılında okyanusa açarak buharlı motor kullanımını farklı bir boyuta taşımıştır. 1819 yılında ise İngilizlere ait gemi okyanusu açan ilk gemi olarak tarihe geçti. 1827 yılında gemi pervanesinin, yan çarklarından daha etkili olduğu keşfedilince gemi teknolojisi hızlı bir şekilde ilerleme gösterdi. Bunu buharlı otomobiller ve lokomotifler izledi. Endüstri devriminin en önemli gelişmelerinden birisi buharlı makinenin keşif edilmesidir (Bricken & Byrne, 1992).

1.3. Elektrikle Desteklenmiş İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi

19. yüzyılın ikinci yarısında, İkinci Endüstri Devrimi diye tanımlanan dönemde elektrik ampulü, elektrik motoru, içten yanmalı motorlar, telgraf, telefon, telsiz gibi ürünlerin icadı ile bunlara dayalı sanayiler dünya ekonomik sistemini değiştirmiştir. Böylelikle iş bölümüne ve elektriğe dayalı seri imalata geçiş yapılmıştır. Demiryollarındaki sürekli gelişme göstermesi ile pazar alanlarına ulaşım daha kolaylaşması ve hammaddenin tedarik edilmesinin kolay bir hal alması ile ikinci endüstri devriminin temelleri atılmıştır. Ayrıca üretimde kullanılan enerji kaynaklarının ve hammaddelerin değişim göstermesi, teknolojik olarak her gün ilerlemenin sağlanması ikinci endüstri devriminin önemli temelleri arasında yer almaktadır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016).

1793 öncesi dünyadaki iletişim eski yöntemler ile yapılmaktaydı. Bu eski iletişim araçları; ateş yakmak, posta güvercini, ayna, mektup gibi şekilde sıralanabilir. Günümüzde sahip olduğumuz iletişim araçları eskiye ile önemli derecede şanslı olduğumuzu söylemek mümkündür. Günümüzde fazla bir öneme sahip olmayan telgraf, zamanında önemli bir iletişim aracı olarak kullanılmaktaydı. Claude Chappe tarafından icat edilen telgraf elektriğin kullanıldığı cihaz olarak tarihte yer almaktadır. Tarihte ilk iletişim aracı olan telgraf her geçen gün ayrı bir şekilde geliştirilmiş ve önemli şekilde kullanıldığı kulelerde oluşan mesafelerle telgraf ağı her geçen gün önem kazanmıştır. Telgrafın zamanla kullanılma mesafesi zamanla yaklaşık olarak 4.828 kilometreye ulaşmıştır. Joseph Henry ise 1830 yılında elektrik akımının mesafesini mıknatıs kullanarak uzatıp zil kullanımını keşif etmiştir. Samuel Morse'de 1835 yılında ilk elektro mıknatıslı telgrafı bulmuştur (Apilioğulları, 2018).

İlk telgraf düzenek olarak elektromıknatıs ve başlı bir kalem olup bu kalem bir kâğıdın üzerine çizgiler oluşturarak çalışmaktaydı. Daha sonra yeterli ve başarılı olmayan ilk telgraf, Morse ve yardımcıları tarafından eksiklikler belirlenip yeni bir düzenek olarak geliştirilmiştir. Çalışmalar devam ederken Samuel Morse kendi geliştirdiği, ismi ile anılan, çizgi ve noktalardan oluşan Mors alfabesini hayata geçirmiştir. 1837 yılında ise teller kullanılarak elektrik akımı ile mesaj iletme sistemi William Cooke ve Charles Wheatstone tarafından gerçekleştirilmiştir.

Sürekli gelişmekte olan teknoloji ile ilerleyen dönemlerde gerçekleşecek olan teknolojik değişimleri düşünmek yaşama ayrı bir heyecan katmaktadır. Tarihin önemli buluşlarından biri de telefon şans eseri olarak bulunmuş dahi olsa, günümüzde bilgisayar görevini gören bir icat olarak tarihte önemli bir gelişime sahiptir. Telefonun icat edilmesi ile ilgili birçok buğulu bilgi tarihte yer almaktadır. Telefon tarihinin 1700 veya 1800'lerin sonuna dayandığı ifade edilse de 1876 yılında Alexander Graham Bell telefon icadını gerçekleştirdiğinde bu konuda somut bir adım atılmıştır (Yee, 2006).

Duyma engellilere yaşamı kolaylaştıracak bir cihaz arayışı içinde olan Alexander Graham Bell bu vesile ile telefonu bulmuştur. Annesi duyma ve konuşma engelli olan Graham Bell'in babası engelliler için birçok okul açmıştır. Bu konuda babasına yardımcı olmaya çalışan Bell bir sürü araştırma ve çalışma yapmıştır. Bu çalışmalarına profesör olarak çalıştığı Boston Üniversitesi'nde de devam eden Bell sesleri mekanik anlamda üreten bir cihaz yardımıyla diğer tarafa aynı sesin aktarılması konusunda birçok çalışma

incelemiş ve düşünmüştür. O dönemlerde kullanılan cihazın telgraf olmasında dolayı Graham Bell çalışmalarını telgrafi kullanarak ilerletmiştir. Çalışmaları esnasında konuşma yaparken akımın titreşimlerini fark eden Bell yaptığı çalışmaların meyvelerini almaya başlamıştır. Bu gelişmeler onu daha çok istekli hale getirmiştir (Yee, 2006).

Çalışmalarında yardımcı olan arkadaşı Thomas Watson ile aynı evde çalışan Bell tesadüfi olarak arkadaşına seslenirken farklı odada iken Watson Bell'e sesinin cihazdan duyduğunu söylemiştir. Bunun üzerine farklı ortamlarda deneyler yapmaya başlayan ikili sesin iletiliğinin farkına varmışlardır. Bu gelişmelerin ardından 10 Mart 1876 tarihinde Bell telefon patentini almıştır ve Bell bu yüzyılın icadı olan telefonu Baston'daki Bell Philadelphia Centennial fuarında sunuma çıkarmıştır. Fuarda muhteşem bir ilgi gören muhteşem icat birçok iş adamı tarafından ofislerine telefon bağlanmıştır. Talebin yoğunluk kazanması ile Bell kendine ait şirket kurup telefon üretimine başlamıştır (Aladağ, 2020).

1.4. Üretim Süreçlerinin Otomasyonu

Sanayi otomasyonu, dijital ve donanımsal teknolojilerin imalat sektörlerinde aktif şekilde ele alınmasıyla beraber meydana gelen bir kavram olup Endüstri 4.0 kavramlarıyla son derece yakın bir bağlantı içerisindedir. Endüstrileşmedeki değişim ve gelişimi açıklayan bu kavramlar, sanayi otomasyonu sistemlerinin etrafını çizmiş ve onun "*üretim sektörlerindeki robotlar ve bireyler arasındaki iş dağılımını tespit eden otomatik sistemler*" olarak genel bir tanımının bulunmasını sağlamıştır. Endüstriyel Otomasyon Sanayicileri Derneği Başkanı Alıcı'nın bir açılışta yapmış olduğu konuşmada "*endüstride dijital dönüşüm*" şeklinde tanımladığı Endüstri 4.0 devrimlerinin imalat sektöründe yol açtığı değişimlerle beraber sanayi otomasyonu kavramının tanımı da genişlemiş ve bugün "*endüstriyel araştırma sektörlerinde bilgi teknolojilerini içeren yazılım, matematik, elektronik, bilgisayar, robotik ve mekanik bileşenlerinin bireylerle arasındaki görev dağılımı yapmak şartıyla üretimdeki etkinliği çoğaltma*" olarak açıklanmaya başlanmıştır (Schlötzer, 2015).

Dünya'da teknolojideki gelişmelerle beraber Özellikle bilgi teknolojilerine dair büyük bir eğilim başlamış ve her sektörde olduğu gibi üretim sektöründe de yazılım ve robotik sistemlerini ele alarak bilgi teknolojilerinde meydana gelen bu dönüşümü, üretimde sağlanacak otomasyonla etkinliği yükseltme hedefiyle uygulamaya başlamıştır. Endüstriyel çalışma sektörleri başta olmak üzere endüstrideki imalat sektörlerinin tümünde işletmeler,

rekabet edilebilirliklerini yükseltmek için otomatik çalışan sistemleri imalat evrelerine birleştirmiş ve robot kol teknolojisi gibi insan dışı araçlar, üretim süreçlerinde aktif bir oyuncu durumuna ulaşmıştır. Bütün bu değişim ve gelişmeler esasında, işletmelerin gereksinim duyduğu hızlı üretim, masraf düşürme ve üretimde etkinliği yükseltmeye dair aşamalarıdır. Endüstriyel otomasyon sistemlerinin asıl hedefi de firmaların üretimdeki etkinliğini sağlama konusunda ifade edilen amaçlarına erişmesini sağlamaktır (Eroğlu ve Karagöz, 2002).

1.4.1. İlk Mikro Bilgisayar

Binary kodlama konusunda uzman olan mühendisler tarafından kullanılan ilk mikro bilgisayarların çoğunun üzerinde düğmeler ve ışıklar yer alan kutulardan oluşmaktaydılar. Günlük yaşantıda kullanılan monitör ve klavye gibi aparatlar çok az bu bilgisayarlar ile sunulmaktaydı. Ayrıca bu tür bilgisayarların satın alınabileceği mağaza ya da marketler mevcut değildi. Gazete veya dergilerde olan planlar ve dizaynlar takip edilerek bilgisayarın montajı sahibi tarafından yapılmaktaydı.

Altair 8800 1975 yılında 475 \$'a satılan ilk kişisel bilgisayar ününe sahiptir. Altair 8800 bilgisayarınızdı meydana getirmeniz her şeyi kapsayan bir kit durumunda geliyordu, kitin içerisinde ise “herhangi bir elektronik dergisinde inşa projesi şeklinde yer alan en güçlü bilgisayarı” meydana getirmek için gereken kurulum talimatları, metal kasa, güç kaynağı ve diğer bütün gerekli kartlar ve bileşenler yer almaktaydı. Altair 8800 2Mhz hıza sahip Intel 8080 işlemci içeriyordu (Banger, 2018).

1.4.2. Apple I

Gün geçtikçe gelişim gösteren mikro bilgisayarlar zamanla daha rahat kullanılabilir bir hal alırken monitör, mouse ve klavye aparatları ile satılan bilgisayarlar üretilmeye başlandı. Ayrıca bu tür bilgisayarları kullanmak için kodlama bilme gerekliliği ortadan kalkmıştır.

Kurucu Steve Wozniak ve Steve Jobs liseden arkadaşları ve ikisi de elektronikle meşgullerdi. İkisi de okulu bırakıp, Silicon Valley'de işe başladılar. Wozniak bilgisayar tasarımı üzerinde çalışıyordu ve 1976'da Apple I'i dizayn etmişti. Jobs, Wozniak'a bu makineyi satması için ısrar etmişti ve bu sebeple 1 Nisan 1976'da Apple kuruldu. Apple I çok fazla önemsenmesi. Bu sebeple Apple, 1977 senesinde yerel bir bilgisayar fuarında Apple II

modeliyle bulununcaya dek tanınmadı. Apple II, ilk plastik kasalı ve renkli grafikleri bulunan bilgisayar olmasından dolayı çok etkileyiciydi ve insanlar üzerinde inanılmaz bir etki yarattı. 1980'de Apple III satışa sunuldu ve Apple bilgisayarları yurt dışında da satılmaya başlandı (Dickey, 2005).

1.5. Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar

Otomotiv üreticileri yardımcı teknolojiler üreterek otonom araçların bugünkü konumuna ulaşmasında birçok yol bulunmasıyla birlikte bu alanda önemli seviyelere ulaşmıştır. Sektörün diğer ortaklarına bu gelişmeler cesaret ve güç kazandırmıştır. Üretilen yardımcı teknolojiler; Fren Kitleme Önleyici (Anti-lock Braking Systems) ABS, Otomatik Hız Kontrol sistemi, araç dışı mesafeleri hesaplayabilen park sensörlü, acil fren destek sistemi, şerit takip sistemi, denge kontrol sistemleri gibi teknolojilerdir (Wang, Wang, Zhang, Li, & Zhang, 2016).

Günümüz itibari ile otonom teknolojiler üzerine çalışmalarını sürdüren 12 şirket bulunmaktadır. Çalışmaları yürüten şirketler ve projeleri; BMW “Electronic co-pilot system”, Lexus “Advanced Active Safety Research Vehicle”, Nissan “Autonomous Drive”, Tesla “Auto Pilot”, Volkswagen “Temporary Auto Pilot”, GeneralMotor “Super Cruise” ve “Chevy EN V”, Google “Driverless Car Project” Volvo “Drive Me”, Audi “Piloted Driving”, Mercedes Benz “Mercedes-Benz Intelligent Drive”, Bosch “Autonomous Vehicle” . Ford “Automated Fusion Hybrid”, şeklindedir.

Mercedes-Benz UBER benzeri bir hizmeti otonom araçlar ile sağlamak için çalışmalarını sürdürmektedir. Bu projenin öncüleri MyTaxi ve Car2go’dur.

Yolcu transferi girişimlerinden lider konumda olan UBER 2015’den itibaren otonom araçlar ile hizmet verme hedefiyle kendi araçlarının testlerini yapmaktadır. Bu alanda çalışma yapan şirketlerin menşeyini incelediğimizde birçoğu Almanya ve ABD patentlidir. Bu durum ilerleyen zamanlarda otonom araç piyasasında bir tekel oluşma ihtimalini yansıtmaktadır (Lee, Wong, & Fung, 2010).

Akıllı sürüş teknolojilerine sahip otonom araçlar üzerinde ilk ciddi test ve çalışmaları Google gerçekleştirmiştir. Google’ın bu çalışmaları diğer firmaların bu alanda çalışmalar yapmasının önünü açmıştır. Google’ın yürüttüğü çalışmalarda elektrikli motora sahip Toyota’nın Prius modeli kullanılmıştır. Ardından aynı şirket çatısı altında bulunan

bir diğerk marka Lexus'un SUV modeli ile testler devam etmiştir.

Yaklaşık 100 adet olarak Detroit'te Google tarafından üretilen test araçları 1.00.00 km test sürüşü gerçekleştirmiştir. Bu testlerin yaklaşık 1700 kilometresi Kaliforniya'nın belirli bölgelerinde, dik yokuşlarında ve toplu taşımanın kullanıldığı güzergahlarda gerçekleştirilmiştir. Test süresince otonom test araçlarının hız sınırı 25 mil olarak belirlenmiştir (Kayabaşı, 2005).

Zor şartlarda test edilmek üzere test bölgesinde var olan trafik kuralları, sinyalizasyon sistemleri, trafik işaretleri gibi faktörlere göre adapte edilen araçlar trafik kontrol sistemlerine ve özelleştirilmiş yollara ihtiyaç duymadan başarılı bir test süreci geçirmiştir.

Otonom araçlarda bulunan yüksek çözünürlüklü dijital haritalar ve GPS uydularından alınan veriler ile rotanın ve araç konumunun doğru tespiti elde edilir. Bu testlerdeki bir diğerk amaç elde edilen veriler ışığında, firmanın tahmin edilebilir, doğal ve insan davranışına benzerlik gösteren çözümler üretmesidir. Otomotiv sektörünün geneline hâkim olan kişiselleştirilebilir araçlar üretme düşüncesi otonom araçlar ile daha fazla önem kazanmıştır.

ABD halkı üzerinde yapılan bir araştırma neticesinde halkın %75'i gibi büyük bir kesimi otonom araç almayı düşünmektedir. ABD'de otonom araçlarda en büyük yatırımı da Google yapmaktadır. Google, Otonom mod ve Karışık mod arasında geçiş sağlayabilen "Transitioning a mixed-mode vehicle to autonomous mode" sistemi dışında 4 sistemin daha patent haklarını alarak geliştirmiş ve aynı zamanda üretimini gerçekleştirmiştir. Bunlar; "System and Method for Predicting Behaviors of Detected Objects", "Diagnosis and Repair for Autonomous Vehicles", "Zone Driving" ve "Traffic Signal Mapping and Detection"dır. Google'ın otonom araçlar serüveninde hedefinde sadece otomobiller bulunmamaktadır. Ayrıca otonom kamyonlarda bulunmaktadır (Apilioğulları, 2018).

3B olarak kullanıcı deneyiminin sunulduğu, hareket edilen ve etkileşimde bulunan ortamlar ise Sanal dünyadır. Sanal dünyanın 3B etkileşim, sanal karakter ve etkileşim araçları gibi 3 temel özelliği bulunmaktadır (Dickey, 2005). Öğrenen bu ortamlara bir avatarla giriş yapılmasının ardından sanal ortamda diğerk kullanıcılarla eşzamanlı/eşzamansız olarak etkileşime geçilebilmektedir (Sural, 2008).

Sanal ortamlar; hedeflerine, kullanıcı sayısı, yaşı ve sunmuş oldukları hizmetlere göre de gruplandırılmaktadır. Bartle (2003) sanal dünyalarda oyun oynayan kişileri; sosyaller, araştıranlar, başarılar ve denetleyenler şeklinde gruplandırmaktadır (Bartle, 2003). Yee (2006) ise Bartle'nin (2003) topolojisini değerlendirerek 3 hedeften oluşan yeni bir çerçeve oluşturmuştur; başarı, sosyalleşme ve ortamda bulunma (Yee, 2006).

Her hedef kendi içinde alt bölümlerden oluşmaktadır.

- Başarı; ilerleme, makinist ve yarış, sosyal;
- Sosyalleşme; ilişkiler ve takım çalışması,
- Ortamda bulunma; keşfetme, rol oynama, uyarlama ve gerçeklerden kaçma

Popüler şekilde kullanılan birçok 3 boyutlu sanal dünya bulunmaktadır. Bunların içinde en çok dikkat çeken Active World, Second Life, Quest Atlantis gibi uygulamalardır (Wrzesien & Raya, 2010).

Sanal dünyaların eğitime sunmuş olduğu katkılar değerlendirildiğinde; bu ortamların öğrencilerin motivasyonunu yükseltebileceği ve kalıcı öğrenme sunabileceği fark edilmektedir (Kayabaşı, 2005). Kayabaşı, sanal gerçeklik teknolojisini henüz eğitimde yeteri kadar yerini almış bir teknoloji şeklinde değerlendirmemekle beraber bu teknolojinin sunduğu yapay gerçeklik ortamlarıyla kişilere sanal ortamlarda tecrübeler yaşama fırsatı sağlanabileceğini belirtmektedir.

Sanal ortamlarının gerçekçi ortamlarda öğrencilerin meşgul olmalarını sağladığını, zengin algısal ipuçları ve çok yönlü geri dönüşler sunduğu, sanal tecrübelerin gerçek alanlara rahat bir şekilde aktarılabilmesini sağladığı, kapsamlı iletişimi sağladığını, öğrenirken eğlendirdiği, kavramların öğrenilmesini basit hale getirdiği görülmektedir (Shim, ve diğerleri, 2003). Bunun yanında öğrenmeyi etkin ve dikkat çekici duruma getirdiği, üst düzey kazanımlar edinmesini sağladığı, ortamda yer alma duygusunun ve hayal gücünün öğrencilerin sorun çözme yeteneklerini geliştirdiği, yüksek seviyede iletişim içerisinde öğrenme tecrübeleri sağladığı, beyin fırtınası, bilginin yapılandırılması ve çeşitli kaynaklardan bilgi sentezi için mükemmel ortamlar sağladığı gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde elde edilmiştir (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux, & Tüzün, 2005).

1.5.1. AutoID Lab (MIT)

Auto-ID Labs, ağa bağlı RFID alanında uzun bir geçmişe sahiptir ve 1999’ da Nesnelerin İnterneti kavramına öncülük eden Auto-ID Center'dan ortaya çıkmıştır. Auto ID Labs, Nesnelerin İnterneti alanındaki akademik laboratuvarların önde gelen küresel araştırma ağıdır. Laboratuvarlar, dört farklı kıtada bulunan dünyanın en ünlü yedi araştırma üniversitesinden oluşmaktadır.

Laboratuvarlar, Nesnelerin İnternet’inin yeni neslinin küresel ticarete devrim yaratabileceğine ve daha önce gerçekleştirilemeyen tüketici faydaları sağlayabileceğine inanmaktadır. Laboratuvarlar, tüketiciyi halihazırda B2B odaklı GS1 iş modeline eklemeyi ve Ürün ve Hizmetler için Bağlantılı Açık Veriler dahil olmak üzere yeni donanım, yazılım, iş süreçleri ve uygulamalar için fırsatları araştırmayı amaçlamaktadır.

1.5.2. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti; dünyada bulunan bütün nesnelerin herhangi bir şekilde internet erişime sahip olması ve diğer cihazlarla iletişim sağlaması olarak tanımlanmaktadır. Üzerinde fikir birliği sağlanmamakla beraber nesnelerin interneti; birbirinden farklı adreslere sahip nesnelerin kendi aralarında meydana getirdiği, dünya üzerinde yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin muayyen bir protokol ile birbirlerine iletişimde olmaları olarak açıklanmaktadır. Kaba bir şekilde bu kavram, değişik iletişim protokolleri öncülüğünde birbirileri ile iletişim kuran ve birbirine bağlanarak, bilgi paylaşımında bulunarak akıllı bir ağ meydana getirmiş cihazlar sistemi şeklinde de tanımlanabilmektedir (Ay, 2002).

2005 yılında Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)’nin yayınlamış olduğu raporda nesnelerin interneti alanında teknolojik zenginleşmeler sonucunda dünya üzerindeki nesnelerin gerek algısal, gerekse de akıllı şekilde iletişim kuracağı savına istinaden;

- Unsur tanımlama
- Algılayıcı ve kablosuz algılayıcı ağlar
- Gömülü mekanizmalar

- Nanoteknoloji

olarak nesnelerin internetini kademe kademe ayırmıştır. Bu ilerlemelerin mutlak gayeyi Standartlaştırma, Uyumlaştırma ve Gizlilik ya da Sosyal Etik Taraflar olarak saptanmıştır. Nesnelerin İnternet'inin etkin ve ayrıntılı olarak kullanıma sunulması ile;

- Yöneticilerin hangi konumda olduklarına bakılmaksızın, üretim etabında akıllı iletişim araçlarını kullanarak rahat bir şekilde üretim süreçlerine el atmalarına olanak sağlanacak ve bu bağlamda hem üretim hem de süreç kolaylaşacak,

- Sensörler ve barkodlar nesnelerin üzerlerine monte edilecek ve bu vasıta ile arz zinciri daha akıllı bir hal alacak,

- Nesnelerin İnterneti akıllı cihazlar ile meydana geleceğinden altyapı ve enerji maliyetleri düşürülecek,

- Robotların ve makinelerin üretim aşamalarında rol almasıyla fabrikalarda insan gücüne duyulan gereksinim azalacak,

- Kâr ve gelirlerde artı yönlü ilerlemeler kaydedilecektir.

1.5.3. Hücresel Taşıma Sistemi

Özgüleme hücresel malzeme taşıma sistemleri ilkeleri ile çalışan bir sistem olan Hücresel Taşıma Sistemleri, çoğunlukla Otonom Taşıma Araçları veya Özerk Taşıma Modüllerinden oluşur. Bu hücrelerin her birinde, algılayıcılar ve tetikleyicilerin birlikte çalışma sistemleri, yüksek güvenliğe sahip iletişim kanalları, lokalizasyon ve güç yönetimi uygulanmaktadır (Kamagaev, Stenzel, Nettstrater, & Hompel, 2011).

Otonom Taşıma Araçları (AGV) taşıma olayının en güvenilir ve en çabuk şekilde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Manuel araçlara ya da konveyörlere alternatif olarak başvurulan ve taşıma işlemlerinin tümüne ayrı ayrı tasarlanan AGV'ler, özellikle seri üretimde kullanılan tekrar eden taşıma işlemlerini hassas ve güvenli bir vaziyette yerine getirirler. Otonom taşıma araçlarının özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Üst düzey konumlama duyarlılığı
- Dinamik programlama

- Optimum rota ve stok konumu tespit ediciliği
- Üst düzey manevra yeteneği
- Farklı zemin koşullarında çalışan teker ve sürücü sistemi
- Kablosuz iletişim
- Hareketli nesnelere yüksek çözünürlükte ve hızlı tanımlayabilen dizayn
- Üretim hatları ile uyumu elde edecek ara yüz

Otonom taşıma araçlarının kullanmanın avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Gelişmiş yaratıcılık
- Operasyon ve taşıma ücretlerinde tasarruf
- Geliştirilmiş ürün dolaşımı takip etme olanağı
- Daha az insan gücü ve ürün zararı

Otonom taşıma araçları aşağıda verilen özellikleri ile uygulamalarda önem arz etmektedir;

- Herhangi bir aralıkta materyallerin yinelenen hareketlerini sağlamada
- Sabit ağırlıkların tertipli teslimat edilmesinde
- Süresinde yapılan teslimin önem arz ettiği ve geç teslimatın verimliliği düşürdüğüne yol açtığı uygulamalarda
- Malzeme takibinin önem arz ettiği işlerde
- Hammadde teslimatı (Kâğıt, kauçuk, çelik, plastik ve metal hammadde taşınması)
- Montaj işlemleri (Seri montaj süreçlerine destek vermek için ürünlerin hareketlerin sağlamak, yarı mamul hareketleri ve imalat süresince veya üretim hücreleri arasında yinelenen malzeme akışını sağlama)

- Palet taşıma (Paletlerin streçleme bölgesine, depoya ya da yükleme bölgesine sevk edilmesi)

- Konteyner Hareketleri (Konteynerlerin limanlarda bulunan yükleme bölgesi içindeki hareketleri ve römork yükleme ve boşaltma)

- Rulo Nakliyesi (Kâğıt, yazıcı, konvertör, gazete, çelik üreticilerinin ve plastik imalatçıları da dahil olarak çoğu imalat tesislerinde ruloların nakliyesi, üretimi)

- Üretimi bitmemiş ürünlerin nakliyesi (Bitmemiş ürünlerin imalattan depolara veya yükleme bölgesine transfer edilmesi, imalat bölümlerini birbirine bağlama, ürünlerin işleminden işleme olan hareketi)

1.5.4. Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

Bulut bilişimin en önemli özelliği sanallaştırma teknolojisini kullanmasıdır (Li ve diğerleri, 2017). Bu teknolojiye bağlı olarak sanallaştırma ile çok sayıda fayda ortaya çıkmaktadır. Sanallaştırma kavramına ilişkin yapılan tanımlamalar incelendiğinde, literatürde çeşitli tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Sanallaştırma genel olarak kullanıcı ve işletim sisteminden bağımsız olarak fiziksel kaynakların soyutlanmasını ifade eder. Sanallaştırma işlemi, fiziksel kaynakların benzetim yoluyla bilgisayar sistemine dönüştürülmesidir. Sanallaştırma aynı zamanda kaynakların daha verimli kullanılmasını ve esnekliği sağlar (Hsieh, Lee ve Chen, 2018). Sanallaştırma teknolojisi monitör ya da hipervizör olarak bilinen fiziksel donanımı kullanarak, sanal kaynakların kontrol edilmesini sağlar. Bunun dışında sanallaştırmanın diğer bir türü de konteyner tabanlı sanallaştırma'dır. Linux sisteminde bulunan bu sanallaştırma cgroups ve namespace fonksiyonları ile sağlanabilmektedir (Huang, 2019).

Kavram olarak sanallaştırmanın ortaya çıkışı, bilgisayar teknolojisinin geliştirilmeye başlandığı süreçle benzerlik göstermektedir. Bu teknolojinin gelişiminde "batch processing" olarak bilinen toplu işlem 1950'li yıllarda, "time sharing" olarak bilinen zaman paylaşımı ise 1967'li yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. Bu teknolojiler, birden fazla uygulamanın aynı anda birden fazla kişi tarafından kullanılmasına imkan sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcılar, kullanılan fiziksel kaynağın kendilerine özel olduğu algısına sahip olmaktadır (Aydemir, 2007). Aynı kaynak kullanılmasına rağmen birçok kişinin aynı anda kullanımı, her kullanıcıya ayrılan kaynak kullanım süresinin

nonosaniyeler sürmesi ile mümkün olmaktadır. Bu ortak kullanımın getirdiği en önemli sorun da bu noktada ortaya çıkmakta, bazen sistemin yoğunluğu diğer kullanıcıların yaptığı işlemlerde hatalara neden olabilmektedir. Dolayısıyla sistemin bu sorununun giderilmesi ve kararlılığın artırılması için, uygulamaların birbirinden bağımsız olması gerekmektedir. İlk dönemlerde karşılaşılan bu sorunun çözümünde fiziksel sistemler her uygulama için ayrılmıştır. Bu çözüm yöntemi maliyet bakımından daha pahalı olmasının yanında uygulamalar arasında zaman kaybının yaşanmasına da neden olmuştur (Marinescu & Kröger, 2007). Bu bakımdan, yeni çalışmalar yapılmış ve “instruction-by-instruction simulation” talimat ile öğretim simülasyonu geliştirilmiştir. Bu sayede uygulamaların sistemin kopyasını kullanarak, kullanıcıların bu kopyalar üzerinden işlem yapmasını desteklemektedir. Dolayısıyla kullanıcıların uygulama kullanmasının yanında işletim sisteminin tamamını kullanmaları gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Sanallaştırma ya da sanal makine teknolojisinin ortaya çıkmasında temel yaklaşım bu şekilde gelişmiştir (Atzori ve diğerleri, 2017).

2. BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0 SİSTEMİ

2.1. Endüstri 4.0 Tasarımı ve Temel Özellikleri

Kavramın yeni olmasından dolayı, günümüzde kavramın tanımlamasında büyük bir karmaşa bulunmaktadır (Duman ve Akdemir, 2021). Ancak E4.0 'ın bir vizyon ve strateji olduğu söylenebilir. Bu teknoloji sanayi sektöründe internetin kullanılarak üretim faaliyetlerinin dijitalleştirilmesini gerektirmektedir. Ayrıca bu dijitalleşme sürecinde işletmelerin üretim dışındaki diğer yönleri ile de kazanması ve kolektif bir yaklaşımla gelişmeleri beklenmektedir (Gilchrist 2016; Banger, 2018). Literatür incelendiğinde E4.0 ile ilgili çeşitli tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- E4.0, geleneksel üretim süreçlerini değiştirmek amacıyla bilişim teknolojilerini üretime entegre etmektir (EKOIQ, 2014).
- E4.0, fiziksel sistemlerin, siber fiziksel sistemlere dönüşümüdür (Pan ve diğerleri, 2015)
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegrasyonunu sağlayan bir gelişmedir (Kolberg ve diğerleri, 2015; Basl, 2016)
- Merkezi olmayan ve akıllı üretimini sağlayan dördüncü sanayi devrimidir (Gilchrist, 2016; Alberss ve diğerleri, 2016)
- Sanayi ve üretimin akıllı hale dönüştürülmesini ifade eder (Faller ve Feldmüller, 2015)
- İhtiyaçların karşılanması için kalite, verimlilik, karlılık, ar-ge faaliyetleri ve endüstriyel seri üretimin geliştirilmesini sağlayan bir teknolojidir (Neugebauer vd, 2016; Gaub, 2016; Lu, 2017)
- Bilgi çağının ulaştığı ve tartışılmaz zirvedir (Schlötzer, 2015)
- Bir kavram olmaktan öteye daha önceki sanayi devrimlerinin yeni teknolojilerle entegre olmasıdır (Drath ve Horch, 2014)

Yapılan tanımlamalar doğrultusunda E4.0'ın amaçları aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Shafiq ve diğerleri, 2015);

- Değişen şartlara ve ihtiyaçlara uygun şekilde üretim zincirinin ekme hale getirilmesi,
- Otomasyon sistemi sayesinde makinaların kendi kendine karar verebilmesi,
- İşletmelerde IoT-etkin iletişime bağlı olarak üretimin artırılması,
- Bireysel ihtiyaçlara uygun olan ürünlerin toplam üretiminin sağlanması,
- Fabrikalarda bulunan robotların etkileşimli bir şekilde insanlarda uyumlu çalışması (insan-makine etkileşiminin sağlanması),
- Ürünlerin izlenmesi makine ve diğer ürünlerle etkileşiminin sağlanması,
- Değer zinciri katkı sağlayan yeni iş modelleri ve hizmetlerin oluşturulması

Bazı kaynaklarda E3.0 dijital devrim olarak anılırken, E4.0 siber bir devrim olarak nitelenmektedir (Özdoğan, 2017). Nitekim Görçün (2017) E4.0'a, Siberetik Devrim adını vermişler ve tarihsel olarak 2070 yılına kadar ilk, orta ve son aşamada bu devrimin yaşanacağı belirtilmiştir. Günümüzde Siberetik Devrim'in ikinci aşamasında olduğumuzu belirten araştırmacılara göre, Siberetik Devrim; endüstriyel üretimi, kendi kendini düzenleyen sistemlerin işleyişine dayalı üretim ve hizmetlere doğru büyük bir gelişmedir. Siberetik devrimle gerçekleşecek olan üretim ise otomasyona dayalı akıllı bir sisteme dönüşmesi beklenmektedir (Özakın, 2021).

Endüstri40'ın gerektirdiği sistem içerisinde işletmelerin ve ülkelerin değişen sosyo ekonomik şartları uyum sağlaması gibi bir durum söz konusudur. Bu yeni sisteme geçiş yapma da işletmelerin ve ötelere nedenleri birbirinden farklı olsa da, geçiş yapma konusunda bütün paydaşlar ortak fikre sahiptir. İlgili literatür incelendiğinde E4.0'a geçişin sağlanmasında etkili olan birçok nedenin bulunduğu görülmektedir. Bu nedenlerden bazıları aşağıda verilmiştir (Avcı, 2019);

- Değer zinciri ağlarının dinamik hale getirilmesi,
- Çalışanların niteliğinin artırılması,

- Ölçek ekonomisi,
- Emeklilik yaşının yükselmesi,
- Üretimin müşteri odaklı olması,
- Fabrikaların karma hale gelmesi,
- Şehirlerin akıllı sistemlerle yönetilmeye başlanması,
- Ürünlerin kullanım sürelerinin kısa olması,
- Tüketicilerde taleplerin hızlı değişmesi,

2.2. Akıllı Tedarik Zinciri

Deloitte Consulting'ün varsayımlarına göre, küresel nüfusun bugün internete erişim oranı, yaklaşık %76, sosyal medya kullanımı ise %50 civarındadır. Buna ek olarak, 10 internet kullanıcılarından 9'u online ürün satın almakta, sofistike büyük veri analitiği şirketlerin %43'ü tarafından kullanılmaktadır. Varsayımına göre, bulut depolama alanı üretilen tüm verilerin %37'sine ulaşacak ve internete bağlı 26 milyar cihaz olacaktır. Bu rakamlar, yıllar geçtikçe faaliyetler ve süreçlerde dijitalleşme oranlarının artacağını göstermektedir. İleri teknolojik çözümlerin bulunması itibariyle firmalarda meydana gelen yenilikleri kullanmak için kendilerini dönüştürerek dijital duruma gelmeye uğraşmaktadırlar (Büyüközkan & Gülçin, 2018b).

Günümüzün iş yapma biçiminin vazgeçilmez gerekliliği olan dijitalleşme, gerek esneklik gerekse de verimlilik ortaya çıkaran yeni kuşak tedarik zincirlerinin ilerlemesini ciddi ölçüde etkilemektedir (Günel, 2015). İlerleme kaydeden dijital platformların giderek önemi artmakta, rekabet kaidelerinin farklılaştırmakta ve tedarik zinciri idaresinde paradigma değişimine yol açmaktadır (Pflaum, Prockl, Bodendorf, & Chen, 2018). Bu duruma dayanarak tedarik zincirleri de değişerek farklı bir şeye dönüşmektedir. Standart bir tedarik zincirinin yalnızca bir yerden diğer bir yere mal taşıdığı zamanlar günümüz itibariyle geride bırakılmıştır. Bugün tedarik zincirleri, tümünün eş güdümlenmesi ve takip edilmesi gereken ciddi oranda karışık çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Büyüközkan & Gülçin, 2018a).

İlerleme kaydeden dijital veri alanları, fiziksek kutuları ve fiziksel kamyonları farklılaştırarak fiziksel depoların yerine geçmektedir. Aynı zamanda dijital olmayan yapıda imalat, operasyon ve teslimatlar genellikle bağımsız şekilde yapılmaktadır (Büyüközkan & Gülçin, 2018b). Bütün işler dijital duruma eriştikçe, tedarik zinciri daha önemli, ulaşabilir ve uygun maliyetli duruma dönüştürerek tedarik zincirini çevirme konuma sahip olmaktadır. Yeni tedarik zinciri avantajları meydana gelmesi için dijital teknolojilere farklı bir bakış açısı getirilmesi gerekmektedir. Düzenlemeler, bu zinciri yalnızca fiziksel hizmet ve ürün akışı biçiminde değil de, kabiliyet, bilgi ve finansı bütünleştiren bir dijital tedarik ağı şeklinde tekrardan dizayn etmelidir (Raj & Sharma, 2014).

Karar vermeyi desteklemek için bilgi akışlarından değerli bilgiler elde etmede iş analitiği uygulaması her zaman etkili ve başarılı tedarik zinciri yönetiminin ayrılmaz ve hayati bir bileşeni olmuştur. Ancak, çeşitli yıkıcı dijital bilgi teknolojilerinin benimsenmesi ve yayılması nedeniyle işletmeler için oluşturulan bilgi ve veri miktarı sürekli artmaktadır. Bilgisayarlı mobil cihazlar, nesnelerin interneti (IoT), etkin takip etme, sensor teknolojisi, bulut bilişim, sosyal medya beslemeleri veri hacimlerini artıran hızlandırıcılarıdır (Roßmann, Canzaniello, von der Gracht, & Hartmann, 2018).

Standart tedarik zincirindeki bir sıra farklı adımlar, tedarik zincirinin dijitale çevrilmesinden sonra parçalar haline gelmekte ve zincir mükemmel bir biçimde çalışan uyumlu bir mekanizmaya dönüşmektedir (Büyüközkan & Gülçin, 2018a). Bu sofistike teknolojilerin TZY alanındaki uygulamaları, servis parçaları yönetiminden, lojistik sistemlerde kargo kaybı, online ürün satışlarının tahmini, şehir ulaşımına ya da afet esnekliğine kadar uzanmaktadır (Roßmann, Canzaniello, von der Gracht, & Hartmann, 2018).

Günümüzde tedarik zinciri mekanizmasından önemli bir kısmı hibritdir. Diğer bir ifade ile tedarik zincirinde bilgisayar teknolojilerinin yanında geleneksel kâğıt tabanlı teknolojiler birlikte kullanılmaktadır. Fakat temelde yaygın kullanılan sistem dijital tedarik zinciri ve bu kapsamda kilit bileşenlerin bilgiyi üretme yetenekleridir (Abdel-Basset & Mohamed, 2018). Dijital tedarik zinciri ile günümüzde kullanılmaya başlanan yeni bir kavram olup, bu kavrama ilişki çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Abdel-Basset ve diğerleri (2018) tarafından yapılan tanımlamada ayrılmış, tek işletme uygulamalarından ve bölgesel tedarik zincirlerinin sistematik ve geniş bir şekilde uygulanmasına imkân sağlayan modern bir sistem şeklinde ifade edilmektedir. Benzer şekilde Akben ve Avşar (2017) internet

üzerinde etkili olan özelliklerle ilgili tedarik zincirini açıklayan bir kavramdır. Büyüközkan ve Gülçin (2018b) ise dijital tedarik zincirini yazılım, dijital donanım ve ağlar arasında gelişmiş iletişim yeteneği ve iş birliğinin kurulması şeklinde tanımlamışlardır. Raab ve Griffin Cryan (2011), geleneksel tedarik zincirinin, elektronik süreçler ve kâğıt tabanlı belgelerin bir karışımına dayandığını, dijital teknoloji zinciri'nin (DTZ) ise yaygın bilgi birikimi, üstün iş birliği ve dijital platformlar üzerinden iletişim kurma, daha fazla güvenilirlik, çeviklik ve etkililik ile sonuçlanma kabiliyetine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bhargava ve diğerleri (2009) DTZ'nin küresel olarak dağıtılan organizasyonlar arasındaki etkileşimleri destekleyen ve tedarik zincirlerindeki ortakların faaliyetlerini (bir ürünü satın almak, üretmek, saklamak, taşımak ve satmak) düzenleyen sistemlerden (yazılım, donanım, iletişim ağları) oluştuğunu belirtmektedirler. Ghorbani-Choghamarani ve Rabiei (2016) DTZ'yi talebin uçucu olduğu ve risklerin yüksek olduğu bir dünyada tedarik zincirindeki atık gibi "acı" alanlarını hafifletmek için tedarik zinciri süreçlerini destekleyen ve senkronize eden (depo ve nakliye sistemleri, Radyo Frekans Tanımlama (RFID), gelişmiş toplama teknolojileri ve yenilikçi planlama ve programlama sistemleri gibi) en uygun teknolojiler olarak tanımlamaktadır. Raj ve Sharma, (2014) dijitalleşmenin, hizmet zincirlerini daha önemli, erişim imkânı olan ve uygun maliyetli duruma getirerek tedarik zincirlerini dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmektedir.

DTZ, dijital medyanın asıl noktadan amaca (tüketiciye) elektronik alanda ulaştırılması sürecini kapsamaktadır. Dijital bir tedarik zinciri mekanizması, global dağıtım organizasyonları arasındaki etkileşime destek sağlayan, tedarik zincirindeki ortakların çalışmalarını düzenleyen mekanizmalardan oluşmaktadır. Bir diğeri ifadeyle, büyük veri, IoT gibi üst düzey bilişim teknolojileri kullanılarak meydana getirilen tedarik zinciri olarak söylenebilir.

Dijital tedarik zinciri idaresi, kaynakların, imalat ve servis operasyonlarının ve teslimat süreçlerinin uyumu için bilişim teknolojilerinin kullanımına odaklanmaktadır. DTZ, hizmet ya da ürünlerin dijital ya da fiziksel olması ile ilgili değil, tedarik zincirinin nasıl idare edileceği ile ilgilidir. Hizmetlerin daha katma değerli, erişilebilir ve uygun maliyetli, istikrarlı ve çevik faaliyetlerle sonuçlandırılması yoluyla işletmeler arasındaki etkileşimi destekler ve senkronize etmektedir (Büyüközkan & Gülçin, 2018b).

DTZ'nin asıl yararı, müşteri memnuniyetinde beklenmedik performans potansiyelini meydana getirme yeteneğidir. Müşteri gereksinimleri ile ilgili daha doğru bilgilerle tasarlanmış, verimlilikle inşa edilen ve gerçek müşterilere hızlı ve kolay erişimi olan konumlara sahip ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını sağlar (Yıldız, 2018).

DTZ, çevresel farklılıklara karşı; lojistik esneklikle alternatif rotaların yeniden atanması, kapasite esnekliği ile kapasitenin kontrol edilmesi, tedarik zinciri üyelerini kanal esnekliği ile değiştirme, tedarik miktarını ve teslim sürelerini kontrol etme gibi niteliklere sahiptir. DTZ'nin sahip olduğu esneklikler, tedarik zinciri faaliyetlerinin geleneksel bir tedarik zincirinden daha verimli ve serbest bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır (Oh & Jeong, 2019).

DTZ'nin yararları, firmalar ve tedarikçileri, personelleri ve müşterileri de kapsamak üzere, ekosistemdeki pek çok aktör için avantajlı olan hizmetlerin maliyet etkinliğini ve değerini meydana getiren aktiviteleri kapsamaktadır. DTZ, zincirdeki aktörler arasındaki iletişimi geliştirmek için tedarikçiler arasındaki stratejik bilgi alışverişiyle karakterize edilir. Genellikle, bilgi sistemlerindeki elektronik bağlantılar vasıtasıyla, firmalar ve tedarik zincirindeki müşterileri kapsayan kaynaktan ödeme süreçlerinin otomatik ve dijitalleştirilmiş faaliyetlerini mümkün kılan, şirketler arası koordinasyon sağlanır. Bu tedarik zinciri bilgi paylaşımı ve işlenmesi, cihazlardan, sensorlardan ve sosyal medya faaliyetlerinden çok sayıda veri içermektedir (Korpela, Hallikas, & Dahlberg, 2017).

DTZ, işletmelerin zaman, para ve kaynakları kurtarmasına yardımcı olabilir. İşletmeler DTZ ve yüksek derecede dijitalleştirilmiş operasyonlar ile yıllık verimlilik artışlarını % 4,1, gelirlerini ise % 2,9 oranında artırabilirler (Büyüközkan & Gülçin, 2018b). Çeşitli kollardan çoğu firma, iş operasyonlarını ve tedarik zincirlerini dijital duruma getirme hususunda derinlemesine yatırım yapmaktadırlar. Örneğin, DHL gibi büyük lojistik servis sağlayıcısı gelecekte lojistik endüstrisini etkileyebilecek eğilimleri izlemekte, bir başka lojistik servis sağlayıcısı olan DB Schenker, dijital bir hareketlilik laboratuvarına yatırım gerçekleştirmekte, THY, Lufthansa ve Emirates gibi kuvvetli kargo operasyonlarına sahip havayolları, kâğıtsız e-navlun önerilerini müşteriler için veri temizliği ile genişletmektedir. Bir tarım şirketi olan Monsanto, tarım operasyonlarını dijital hale getirmek için sensor teknolojisine yatırım yapmakta, küresel perakendeciler Alibaba ve Amazon, ürünlerin nakliyatı ve teslimatı için dronlara ve robotiğe yatırım yapmaktadırlar (Büyüközkan & Gülçin, 2018a).

Buradan yola çıkarak diğer firmaların tedarik zinciri yöneticilerinin de tedarik zincirlerinin var olan dijitalizasyon durumunu değerlendirmeleri, teknoloji uygulaması için bir vizyon meydana getirmeleri ve DTZ ortamında tedarik zinciri yönetimi için bir dönüşüm yol haritası geliştirmeleri firmaların etkinliklerini ve kazançlarını yükseltmeleri için oldukça önemlidir. Bunun için mevcut tedarik zincirinin alanlarının detaylandırılması, parçalarının ayrıştırılması ve yapılarının oluşturulması gerekmektedir. Her ne kadar tipik bir tedarik zincirindeki DTZ'nin uygulanması sadece bu aşamalara odaklanmasına rağmen daha kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duymaktadır.

Kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemleri, dağıtılmış üretim ortamları, siparişler ve gönderi lojistiği, sosyal medya beslemeleri, müşteri satın alma modelleri, ürün yaşam döngüsü işlemleri ve küresel konumlandırma sistemleri (GPS), RFID takibi, mobil cihazlar, gözetim videoları ve diğerleri gibi teknoloji odaklı veri kaynakları dahil olmak üzere muazzam miktarda veri derlenmiştir. Bu nedenle, organizasyonlar şu anda büyük hacim, hız, çeşitlilik ve doğruluk ile karakterize edilen büyük veri setlerini ele alıyorlar. Veriler ne kadar büyükse, yönetilmesi ve analiz edilmesi ve yararlı iş analizleri sunması o kadar zorlu hale gelmektedir. Büyük veri analitiği alanındaki son çalışmalar, veriye dayalı tedarik zinciri kararlarını vermede kullanılan araç ve tekniklerle ortaya çıkmıştır. Sonuçları gerçek zamanlı analiz etmek ve yorumlamak, işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için daha iyi ve hızlı kararlar vermelerine yardımcı olabilir. Ayrıca kuruluşların tedarik zinciri tasarım ve yönetimin maliyetlerini düşürerek ve riskleri azaltarak iyileştirmelerine yardımcı olacaktır (Santos ve diğerleri, 2017).

Operasyonel verimliliğin artırılması için farklı tedarik zinciri bileşenleri boyunca entegre üretim ve dağıtım süreçleri, büyük veri bilgi ve teknolojilerinin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Üreticiler, lojistik, tedarikçiler ve perakendeciler, müşterilerine ve hizmetlerine değer katmak için bütünsel bir yaklaşım geliştirmelidir (Govindan, Cheng, Mishra, & Shukla, 2018).

Endüstri 4.0'la eşdeğer ilkeleri içeren DTZ; Büyük Veri (BD), Siber Fiziksel Sistemler (CPS), Bulut Bilişim (CC), Sensor Teknolojisi (ST), Artırılmış Gerçeklik (AR), İnsansız Hava Aracı (İHA) Robotik (R), 3D Baskı (3DP), Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zekâ (AI) gibi geniş teknik bileşenleri içermektedir. Böyle teknolojilerin birleşmesi, kuvvetli veri güdümlü tedarik zinciri hizmetlerinin meydana getirilmesine sebep olan tamamen yeni bilgi teknolojisi (BT)

altyapıları manasını içermektedir (Pflaum, Prockl, Bodendorf, & Chen, 2018). Tedarik zincirinin etkili olarak idare edilmesi açısından oldukça önemli bir rolü olan BT; değişik süreçleri, tedarikçileri ve müşterileri, veri ve bilgi iletişiminin toplanmasını ve transferini geliştirerek ve sonrasında tedarik zinciri performansını iyileştirerek uyum sağlama kabiliyetine sahip olmaktadır (Abdel-Basset & Mohamed, 2018).

Son on yıllık süre içerisinde küresel anlamda üretim ve tedarik zincirinde hızlı artışlar meydana gelmiş, yeni üretim teknolojileri kullanılmaya başlanılarak hizmet odaklı bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bilgi, iletişim ve öğretim teknolojileri (ICPT) ile uyumlu hale getirilen DTZ, tedarik zincirini ve bu kapsamda envanerin takip edilmesi, gerçek zamanlı bir şekilde bilgilerin elde edilmesi, karar verme süreçlerinin sağlıklı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi, rekabetin artırılması, müşterilerle iletişim ve kişiselleştirme gibi avantajlar sağlamaktadır. ICPT sayesinde mevcut tedarik zincirinin esnek ve Dijital hale getirilmesi mümkündür. ICPT tedarik zincirindeki bütün unsurların bilgi ve iletişim sistemlerine bağlanması şeklinde önemli değil sahiptir. Bu bağlamda ICPT'nin DTZ'ye olan faydalarından bazıları şu şekilde ifade edilebilir;

Bağlantı: Bu özellik sayesinde bütün bileşenler ve üyelerin iletişim ağları kullanılarak kablosuz ya da sanal ağlarda birbirine bağlanması sağlanır. Bu bağlanma tüm bilgilerin veritabanından eş zamanlı ve gerçek zamanlı bir şekilde iletilmesine yardımcı olur. Aynı zamanda çok fonksiyonlu, paylaşılabılır, bilgilendirici ve akıllı bir kaynağa dönüşür. Bağlantının gerçek zamanlı olması ve geribildirim sağlayabilmesi gibi özellikler geleneksel yapılardan farklı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda değerlendirilen temel teknolojiler CPS, BD, IoT, CC analizi ve sensörleridir.

İşbirliği: Bu özellik ICPT'nin iş birliği yapma, iletişim kurma ve koordinasyonu sağlama gibi özellikler sunmaktadır. İşbirliğinin yapılması, sistemlerin birbirine uyumlu olmasını kolaylaştırmakta ve esneklik sağlamaktadır. Bu sistemin önemli özellikleriCC, CPS, R, AI şeklinde ifade edilebilir.

Özelleştirme: Bu özellik rekabet gücünün artmasına yardımcı olmaktadır. 1990'lı yıllardan itibaren kullanılmakta olan bu özellik müşterilerin talebinin karşılanmasına, tedarik zincirinin geliştirilmesine, maliyetlerin düşürülmesine ve yüksek kar elde etmeye yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda üç boyutlu teknolojilerin kullanılması sayesinde müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık verecek şekilde özelleştirilmiş ürünler üretilmektedir.

2.3. Akıllı Üretim Teknolojileri

Etkili ve akıllı üretim mekanizmaları, üretim sürecini meydana getiren bütün personellerin otonom ve birbirileri ile iletişim içerisinde işlevlerini gerçekleştirdiği mekanizmadır. Akıllı üretim gerçekleştiren firma, kuvvetli ve verinin elde edilme durumunun en yüksek seviyede olduğu sanayi yönlü firma manasına gelmektedir. Optimizasyonun üst seviyede yer aldığı firmalar şeklinde değerlendirilmektedir. Akıllı üretimi kabul eden firmalar esnek ve verimli de olmaktadır. Bu durum akıllı üretim Endüstri 4.0'ın şimdilik nihai amacı olarak ifade edilebilir (Al-Ruithe, Benkhelifa, & Hameed, 2018).

Endüstri 4.0'ın esas felsefesi üretim zarfında insan unsurunun minimize edilmesi, kusursuz süreçler, otomasyon ve sensorlar sayesinde bir üretim süreci meydana getirmektir. Bu felsefe akıllı üretim sayesinde gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bu şekilde yeni zaman zarfında tüketicilerin en önemli arzusu bireysel hale getirilmiş ürünler için, üretim ile bağlantılı üstünlükler elde etmek maksadıyla üretim elemanları içerisinde büyük bir iletişim ağı oluşturulmuş, dinamik ve esnek kendinden organize olan üretim süreçleri yapılmış olacaktır (Roßmann, Canzaniello, von der Gracht, & Hartmann, 2018).

Bütün üretim süreçlerinin akıllı mekanizmalarla takip edildiği fabrikalar, rekabete vazgeçilmez şartlardan biridir. Esnek üretime imkân veren ve verimliliği yükselten akıllı fabrikalar, firmaların karlılık seviyesini ve pazar gücünü yükseltmektedir. Firmalar bu fırsatlarla birlikte, yüksek nitelik, efektif tasarlama, doğru bilgiye hemen erişebilme, mekanizmalar asarı uyum ve maliyet üstünlüğü sağlanması, süreçlerin takip edilebilirliğinin artırılması gibi amaçlarına kolay bir şekilde erişebilmektedirler. Aynı zamanda farklılaşan rekabet şartları kapsamında müşteriye ve gereksinime özel üretim gerçekleştirilmesi ve hızlı çözüm bulunması da akıllı üretim mekanizmaları ile daha da kolay hale gelmektedir.

Büyük veri, bulut sistemleri, nesnelerin interneti gibi altyapının elde edilmesi ile üretimde farklı bir sürece girileceği öngörülmüştür. Robotlar, siber fiziksel sistemler ve 3d yazıcıların akıllı üretim sürecine giriş yapmasıyla eski üretim tarzı farklı hale gelecek ve uzun zamandır tartışma konusu olan esnek üretim ön plana alınacaktır (Pflaum, Prockl, Bodendorf, & Chen, 2018).

2.3.1. Siber Fiziksel Sistemler

Akıllı üretim mekanizmalarının vazgeçilmez faktörlerden birisi de siber fiziksel sistemlerdir. Bu sistemler olmadan üretimde otomasyon ve sürecin düzenli olarak akış sağlaması mümkün değildir. Siber Fiziksel sistemler, takip etme, eş güdüm ve kontrol gibi üretim süreçlerini lojistik ve değer yaratma zarfında yapılan operasyonları yüksek seviyede uygulayabilen sistemler arasındadır. Bu mekanizmada aktüatörler ve sensorların katkısıyla fiziksel dünya, sanal bilgi işlem dünyası ile ilişkilendirilmektedir. Değişik kurucu bileşenlerden meydana gelen bu sistem aracılığıyla küresel davranışlar ortaya çıkarılmaktadır. Bu bileşenler esas dünya ile etkileşim oluşturmak için çoğunlukla gömülü teknolojiler dahil olarak yazılım sistemleri, haberleşme teknolojileri, aktüatörleri, sensorları kapsamaktadır. Belirtilen bu iki dünyayı bir araya getiren Siber Fiziksel Sistemler iki önemli faktörden meydana gelmektedir. Bu faktörler, birbiri ile internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile iletişim kuran nesne ve sistemlerin meydana getirdiği ağ ve esas dünyadaki nesnelerin ve tutumların bilgisayar alanına simülasyonu ile oluşan sanal ortam olarak ifade edilebilir. Siber Fiziksel Sistemler, nesnelerin interneti ile beraber oldukça büyük bir haberleşme ağı ortaya çıkaran ve bu şekilde gerçek ve sanal dünya arasındaki sınırı yok etmeye yönlendirmektedir. Bu durum Endüstri 4.0'ın temelini meydana getirmektedir (Apilioğulları, 2018).

Endüstri 4.0'ın tabanlı üretim süreçleri, mekanizmaların farklı ara yüzler üzerinden değişik ağlar ile bağ kurarak değişik servisler ile haberleşmeyi oluşturmayı amaçlamaktadır. Örnek olarak, telefonlarda bulunan internet bağlantısı ile farklı anlamlara erişilmesi ve etraftaki diğer akıllı telefonlarla çeşitli platformlar aracılığıyla haberleşmenin sağlanması gösterilebilir. Siber sistemlerin diğer sistemlerinden ayıran en önemli kıstaslardan birisi insan gücü ve zekâsı ile oldukça zor olan işlemlerin kısa bir sürede yapılabilmesidir. Bu sistemler internet bağlantılı olduğu için verilere daha hızlı bir şekilde erişebilmekte ve aldığı verileri işleyerek üretim sürecine eklemektedir. Aynı zamanda dış dünya ile iletişim sağlayabildiğinden dışsal şartlara da ayak uydurabilmektedir.

2.3.2. Entegre Sistemler

En son endüstri devrimi olarak bilinen Endüstri 4.0 ile birlikte, parça üretimden toplu üretime kadar önemli ölçüde gelişme gösteren ve işletmelerin büyümelerini etkileyen temel unsurlardan birisi bütünleşmedir. İşletmelerin uyumu başka unsurlara kıyasla hem

oldukça avantajlı hem de oldukça hızlı ve etkili bir tekniktir. Günümüzün teknoloji sistemlerinin önemli bir bölümü birbirleri ile tam anlamıyla birleşmemiştir. İşletmeler, tedarikçiler ve müşterilerin yanında üretim, mühendislik ve servis gibi bölümler de birbirleri ile nadiren yakından bağlantılıdır. Firmadan imalathane seviyesine kadar olan fonksiyonlar tam manasıyla entegre edilmiş sayılmamaktadır. Ürünlerden tesislere ve otomasyona kadar mühendisliğin kendisi dahi tam uyumdan mahrumdur. Ancak Endüstri 4.0 ile firmalar, işlevler, bölümler ve kabiliyetler, işletmeler arası evrensel veri uyumu ağları geliştikçe ve gerçekten otomatik değer zincirleri sağladıkça çok daha entegreli duruma gelebilmektedir (Baştuğ ve diğerleri, 2020).

Üretim bakımından kritik şekilde nitelendirilen entegre yapıların yapıldığı devamlı akış, Endüstri 4.0'ın temelini ortaya çıkaran oluşumlardan biridir. Bu akışı devam ettirmek için sadece belli alanlarda değil, her alanda dikey ve yatay bütünleşme elde edilmelidir. Yatay entegrasyon, üretim ve planlama prosesinde bulunan her basamağın hem kendi arasında hem de çeşitli firmaların üretim ve planlama proseslerindeki basamakları arasında devamlı bir akışı elde etmesini belirtmektedir. Endüstri 4.0 sayesinde sağlanan dikey ve yatay entegrasyon ile üretim süreçlerinde meydana gelen farklılıklara ve problemlere hızla yanıt bulunabilmekte, müşteriye özel ve bireyselleştirilmiş üretim kolay hale getirilerek kaynak verimliliği çoğaltılmaktadır. Örneğin “Dassault Systemes” ve “BoostAeroSpace”, Avrupa havacılık ve savunma sanayi için iş birliği maksadı ile oluşturduğu “AirDesign” adlı platformda, tasarım ve üretim konularında ortaklığı amaçlayan bir ortak çalışma alanı meydana getirmiş ve bunu bulut tabanlı bir hizmet olarak sunmaktadır (Özsoylu, 2017).

2.3.3. Simülasyon

Simülasyon, gerçek hayatta var olan bir olay veya sistemin verilerinin bilgisayar ortamına taşınıp izlenmesini ve test edilmesini mümkün kılan bir modelleme teknolojisidir. Simülasyonlar proaktif bir yaklaşımla var olan ya da yapılması planlanan sistemler ve bunların dışında yaşanabilecek durumlar için oluşturulur. Simülasyon uygulamaları daha çok imalat, inşaat, kurulum, savunma ve sağlık gibi önemli alanlarda kullanılmaktadır.

Savunma ve sağlık alanlarında simülasyonun temel amacı eğitimidir. Bu eğitimleri bir nevi tatbikat olarak değerlendirilebilir. Bu eğitimler personelin karşılaşılması güç olayları tecrübe etmesi, karşılaştığı olaylar karşısında nasıl davranması gerektiği, görevini yerine getirirken karşılaşılabileceği zorlukları yaşaması, kişisel yeteneklerinde iyileştirme ve

teknik olmayan becerileri test etmesini sağlamaktadır. İmalat, inşaat ve kurulum alanlarındaki durum biraz farklıdır. Bu alanlarda daha önceden yapılmış yani var olan veya yapılması planlanan bir fiziki sistem ya da materyalin simülasyonu oluşturulur (Kayabaşı, 2005).

Mevcut sistemlerin simülasyonunu oluşturulurken nesnelerin interneti ve sensörler teknolojilerinden de faydalanarak bu sistemler sürekli olarak izlenebilir ve geri bildirim alınabilir bir hale getirilir. Bu sayede sürekli olarak takip edilir ve durumları hakkında bilgi edinilir. Bunların yanı sıra var olan sistemler test edilerek yapılabilecek iyileştirmeler üzerinde çalışılır. Bir ürün veya sistem ortaya çıkarmak istendiğinde amaçlar belirlenir ve bu amaçlara ulaşmak için pek çok plan ve araştırma yapılır (Baştuğ ve diğerleri, 2020). Ancak sonuçta amaçlanandan farklı bir ürün ya da sistemin ortaya çıkması riski vardır. Bu durum emek, sermaye ve zamanın boşa harcanması anlamına gelir. Ürün, sistem ya da bina inşası amaçlarından hangisine ulaşılmak istenirse istensin, planlama aşamasında simülasyonunu oluşturmak beklentilere ulaşma açısından çok önemlidir.

2.3.4. Robotik Sistemler

Robotlar, Bilgisayar Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği gibi çoğu disiplinin ortak faaliyet alanı olmaktadır. Farklı işlevlerin yerine getirilmesi için, parça, malzeme, takım veya değişken programlanmış hareketler eliyle, özel kısımları harekete geçirmek amaçlı dizayn edilmiş, fazla fonksiyonu olan, tekrardan programlanabilir manipülatördür. Robotlar bir yazılım ile yönetilerek, insan gücünün yerine geçmekte, fazla güç kaybını engellemekte ve zamanı tasarruflu kullanmaktadır (Pflaum, Prockl, Bodendorf, & Chen, 2018).

Herhangi bir cihazın robot anlamında tanıtılabilmesi için ilk olarak otonom çalışması yapılmalıdır. Diğer bir deyişle robotlar insan eli olmadan tanımlanan işlevleri yapabilmektedir. Robotların gelişim süresi ele alındığında, insanların yerine ikame edilebilmesi üzerine kurulmuş, Özellikle makineler ile iletişim sağlaması ile robot faaliyetlerine yoğunlaştığı görülmektedir. Uzun bir zaman zarfında kurulum ve bakım evreleri dışında insanlardan farklı yerlerde üretim bantlarında faaliyet göstermiştir. Fakat mobil robotların gelişim göstermesi ile farklı bir evreye geçişmiş insan-robot etkileşimi faaliyetleri yeni bir tarz oluşturmuştur. Bu süreç ile robotlar artık karşılaşmış olduğu koşullara göre ısı, manyetizma, sensor, ışık, ahız, akım, gerilim gibi fiziksel büyüklükleri

görebilmektedirler.

Algılayıcılar algılamış oldukları fiziksel büyüklükleri elektrik bazlı sinyallere çevirerek elektronik karar sistemine iletip, bir program yardımıyla gelen sinyallerin değerine göre Mekanik Uygulayıcılar hareketlendirmektedir. Bu işlem, her halükârda elektrik sinyalleri ile yapılmaktadır. Çeşitli durumlarda sensora ihtiyaç duyulmadan doğrudan yazılımdan alınan komutlar ile de bu uygulayıcılara sinyal iletebilmektedir. En son evrede Mekanik Uygulayıcı olarak isimlendirilen bölüm Elektronik Karar Mekanizmasından iletilen sinyale bağlı olarak harekete geçerek kendinden beklenen fonksiyonu yerine getirmektedir (Raj & Sharma, 2014).

Endüstride robotlar 1960 senesinin başlarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. 1961 senesinde ilk kez General Motors'da baskı işlerinde yararlanılan ultimate adlı robot insan unsuruna dayalı olarak işlem görmekteydi. Fakat kısa süre içinde robot teknolojisi hız kazanarak gelişme göstermiştir. Endüstriyel robot teknolojisi ve robot kollar son zamanlarda, üretim alanına çoğu gereksinimi giderecek erişkinliğe ulaşmış vaziyettedir. Arzu edilen hız kullanımının kolay olması ve doğruluğu sağlamaktadır. Robot konusu ile ilgili yapılan araştırmalar yoğun bir şekilde fikir fonksiyonlarının, bundan dolayı da el-göz eş güdümlerinin geliştirilmesi üzerine ağırlık verilmiştir. Aynı zamanda bu konuda gerçekleştirilen ARGE faaliyetleri robot-robot ve robot-insan etkileşiminin erişkinliğe ulaştırılması izleminde hız kazanmıştır.

Robot teknolojileri ilerledikçe üretim alanında esneklik elde edilecek ve akıllı üretime transfer hız kazanacaktır. Endüstriyel robotların kullanılmasının yaygın hale getirilmesi ve robotların esnek çalışma alanına uyum sağlaması, aynı zamanda robot kalibrasyonunun ve kullanılmasının kolay hale getirilmesi ve daha kolay endüstriyel gereksinimleri giderecek yönde robotların büyüklük durumlarının farklılaşması, küçülmesi ve fiyatının düşmesi de akıllı üretimin yapılmasına temel olacaktır. Üst düzey beklentilerin öncüsü mikro büyüklükte robot kolların üretim içinde bulunmasıdır. Akıllı robotların yaygın hale gelmesi ile insan temelli problemler önemli ölçüde düşecek ve buna benzer negatif durumlar geri planda kalmaktadır. Akıllı robotların seviyesi arttırıldıkça otomasyon da yaygın hale gelecektir.

2.3.5. 3-D Yazıcı

Bilgisayar destekli tasarım yazılımları aracılığıyla dizayn edilmiş bir elektronik veriyi, model, kalıp gibi vasıta gereksinimi olmadan 3d verisinin makineye iletilerek, fazla malzeme ilave ederek fiziksel model üretimi gerçekleştiren makineler 3D yazıcılar olarak adlandırılmaktadır. Bu yazıcılar bir tanesi bir önceki katmanın üstüne konulan tabakalar yolu ile 3 boyutlu nesnelere üretilen, ilaveli imalat gerçekleştirilebilen makinelerdir. Dolayısıyla artık mürekkep püskürtmek koşuluyla çizili yazılar kâğıda geçirilmemekte, değişik malzemeler ile yazıcılar aracılığıyla 3 boyutlu çizilen ürün ya da nesne fiili olarak imal edilmektedir (Govindan, Cheng, Mishra, & Shukla, 2018).

Yeni bir reforma niteliğinde olan bu yeni ürün, akıllı üretim açısından oldukça farklı bir yol açmıştır. 3D yazıcılar ile bir nesne, oyuncak ve alet gibi bilgisayar ortamında dijital şekilde tasarlandığında, bu ürünün örneği 3D yazıcı aracılığı ile kısa zamanda somut hale gelebilmektedir. Herhangi bir üretim tekniği ile üretimi yapılamayan karışık parçalar dahi tasarlandığı an somut hale gelebilmektedir. Bilgisayar ortamında çizilmiş bir model ile yazıcıdan elde edilen model tanımlanmış ebatlar oranında birbiri ile eş değer olabilmektedir.

Yüzden fazla malzemedен sıvı, katı ya da toz halinde baskı için yararlanılmaktadır. Malzeme yerleştirilip yazdırma tuşu komut verildiğinde lazer ünitesi ortaya çıkarılmak istenilen ürünü aşağıdan yukarıya tabaka tabaka işlenerek kısa zamanda hazır duruma getirilmektedir. Bu yazıcıların basım hızı saniyede birkaç milimetreden birkaç metreye kadar değişiklik gösterebilmektedir (Wrzesien & Raya, 2010).

Yazıcıların katkısı ile tüketicilerin de üretici durumuna gelmesi, aracı ve işçi maliyetlerinin azalması, 3D yazıcılarla üretim sayesinde hızlı model üretimi yapılması ve bu şekilde ürünlerin piyasa sürüm sürelerinin daha kısa olması sağlanmaktadır.

2.3.6. Arttırılmış Gerçeklik

Gerçek yaşamda mevcut olan içeriklerin bilgisayar aracılığı ile üretilen görüntü, ses, grafik ve GPS verileri ile zenginleştirilerek canlı, doğrudan ya da dolaylı fiziksel görünüm elde edilmesine arttırılmış gerçeklik adı verilmektedir. Bu terim gerçek hayatın sanal eklemeleri ile bilgisayar tarafından arttırılması ve zengin hale getirilmesidir (Banger, 2018: 50). Özetle gerçekliğin bilgisayar eliyle değiştirilmesi ve arttırılması şeklinde

yorumlanan bu uygulama ile kullanıcı, gelişmiş arttırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak etrafındaki bilgi ve etkileşime girebilme şansını bulabilmektedir.

Sanal gerçeklikte tam manasıyla sanal bir dünya oluşturuluyorken arttırılmış gerçeklik uygulamasında gerçek ve sanal olan birlikte iç içe yer almaktadır. Yeni ortaya çıkan üretim kuramında sanal gerçeklik, arttırılmış gerçeklik ve konuşma, tanıma, iş yapma modellerinin birer unsurları durumuna gelmektedir. Çalışan bireyler önemli görevleri yaparken ihtiyaçları olan iletişim faktörlerine ya da talimatlarına akıllı gözlükler sayesinde erişebilecek ve genel sanallaştırma uygulamaları ile herhangi bir risk ile karşı karşıya kamadan yenilenmiş ergonomi şartları ile robotlarla birlikte çalışabilir hale gelebileceklerdir (Banger, 2018: 157).

Arttırılmış gerçeklik gündelik hayatın her evresinde kullanılan ve gündelik hayatı daha kolay hale getiren oldukça önemli bir teknoloji olarak görülmektedir. Bugün bu teknolojinin kullanımı, eğitimden sanata, arkeolojiden mimariye, sağlıktan askeriye kadar uzanmaktadır. Arttırılmış gerçeklik olarak ifade edilen bu yeni teknoloji, gerçek evren ve bilgisayar evreni arasında yer alan çizgiyi bulanık hale getirerek; hissetme, görme, koklama, dokunma, işitme duyularının oluşturulan yeni bir dünya da çalışmalarını sağlamaktadır. Arttırılmış gerçeklik temelinde yaratılan sistemler, bir depoda parça seçme ve mobil aletler üzerinden onarım talimatları iletme gibi farklı hizmetlerin verilmesine yardımcı olmaktadır. Bu sistemlerin, henüz başlangıç evresinde bulunmasına rağmen gelecek zamanda işletmelerin çalışanlara karar verme ve çalışma usullerinin iyi hale getirmek maksadıyla anlık bilgi elde etmek için arttırılmış gerçekliği daha elverişli bir şekilde kullanması beklenmektedir (Wrzesien & Raya, 2010).

2.3.7. Bulut Bilişim

Bulut bilişim sayesinde iş ve işlemlerin büyük kapasiteli sunucu bilgisayarlar ile bu bilgisayarlarda bulunan program ve yazılımlar aracılığıyla bir ağ üzerinden paylaşımlı bir şekilde yapılması sağlanır. Kişisel bilgisayarlardan yapılan işlemler kısıtlı ve ilgili bilgisayarın kapasitesine bağlı olmaktadır ancak bulut bilişim teknolojisi ile dünyanın herhangi bir yerindeki bilgisayar veya sunucunun kapasitesi kullanılarak daha büyük ve karmaşık işlemler yapılabilmekte çok daha büyük veriler saklanabilmektedir. İlgili işlemler ve veriler arkasında çalışan bilgisayarlar ve donanımlar bütününden istenildiği zaman kullanıcının bilgisayarına istenilen bilgi çekilebilmekte veya iletilebilmektedir. Bulut

bilişim teknolojileri sadece iş ve işlemler için değil aynı zamanda depolama işlemi için de kullanılmaktadır. Bu sayede şahsi bilgisayarlarda verileri depolamaya çalışmak yerine internet ortamında veriler saklanabilmektedir (Bozuklu, 2016).

Bulut bilişim teknolojilerinin en bilinen tedarikçi örnekleri arasında Google Drive, Dropbox, Apple Icloud, One Drive veya Amazon Drive gelmektedir. Yerli firmalarda ise Turkcell, Türk Telekom ve Koç Sistemi tedarikçi olarak hizmet vermektedir. Bu uygulamalar sayesinde mobil cihazlar, bilgisayarlar veya tabletler gibi teknolojik araçlarda verilerin saklanması veya depolanmasına gerek olmamaktadır. Bu tür uygulamalara yüklenen veriler internet erişim olan her noktadan erişilebilmekte, değiştirilebilmekte ve tekrar ilgili yere kaydedilmektedir. Aynı zamanda sabit disklerin bozulması gibi durumlarda tek bir yerde olmayan verilerin kurtarılması da söz konusu olmaktadır (Kayabaşı, 2005).

Bu avantajlara ek olarak bulut bilişim teknolojileri sayesinde gerek günlük gerekse de sanayi sektöründe kullanılan yazılımlar için teknolojik cihazlara yüklü olma durumu ortadan kalkmaktadır. Bu sayede büyük bütçeler ödenerek alınan yazılımlar veya veri tabanı programları yerine kullanılacak modül ve süre seçilerek daha az maliyetler ile ilgili yazılımları kullanabilmek mümkün olmaktadır.

Zoho, Open Cirrus Cloud ve BlueSky bulut bilişim uygulamalarına diğer örneklerdir. Bunların en bilinenlerinden Zoho finans, insan kaynakları ve bilgi işlem gibi işletme birimlerinin kullanabileceği yazılımlar, mail araçları ve depolama alanları gibi konularda firmalara yardımcı olarak çevrimiçi çözümler sunmaktadır. Diğer taraftan Open Cirrus Cloud ise işletmelere kalite kontrol ve yönetim gibi fonksiyonları da kapsayan paketler önerebilmektedir. Sanayi sektörü, bulut çözümlerinin kullanımında büyük bir değişiklik geçirmekte olup bu değişim, büyümeye devam edecek ve diğer veri depolama araçlarına büyük zorluklar getirecektir.

Bulut teknolojisi kurulum gerektirmemesi ve web tabanlı uygulamalar sayesinde her yerden ulaşım sağlanması açısından operasyonel kolaylık sağlayarak depolama yapılabilmesini sağlamaktadır. Diğer bir deyişle bulut bilişim tüm uygulamaları, programları ve verileri sanal bir sunucuda saklama sistemidir. Üretimde kullanılan makineler, teçhizatlar veya alet edevatlar ile çalışanlar internete bağlı bir şekilde iş ve işlemleri sürdürebilmektedir. Bu sayılan faktörlerin kaydetmiş olduğu veriler sadece kendi

bünyelerinde kalmamakta aynı zamanda bulut sistemlerine yüklenebilmektedir. Bu yüklenen veriler veya bilgiler bulut sistemi üzerinden işletmenin diğer birimlerine açılabilmekte ve istenilen her kişinin ulaşabilmesi sağlanabilmektedir. Bu sayede güncel bilgilere erişim sağlayan tüm karar vericiler üretim sürecini komple ele almak ve daha sağlıklı ve etkin kararlar verebilmektedir.

Modern bir işletmenin operasyonu, büyük miktarda bilgi ve yoğun hesaplama gerektiren sayısız karar verme faaliyetini içermektedir. Bir noktada, üretim işletmeleri, veri tabanları için sunucular ve karar alma birimleri gibi birden fazla bilgi işlem kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bulut teknolojileri bu esnada, işletme çalışanlarının ve müşteriler ile tedarikçilerin aynı anda aynı verilere ulaşmasını sağlayarak işlemini kolaylaştırmaktadır.

2.4. Bulut Bilişim ve Bilgi Teknolojileri Sistemleri

Bulut teknolojisi son zamanlarda Endüstri 4.0'ın bilgi-işlem teknolojilerinin en fazla tartışma konusu ve sürekli gündem konusu olan bir durum haline gelmiştir. Basit network diyagramlarındaki internet sembolünün bulut biçiminde olmasından bulut kavramı ortaya çıkarılmıştır. Esas zamanlı ve ölçeklenebilir servis, altyapı ve uygulamaların dünyanın farklı alanlarındaki sunucular aracılığıyla kullanılabilmesi de bulut bilişim kavramı olarak adlandırılmaktadır. Bulut bilişim kullanıcılarına 3 çeşit hizmet sağlamaktadır. Bu hizmetler (Gluhak, Nati, Pfisterer, Mitton, & Razafindralambo, 2011);

- Software as a Service (SaaS),
- Platform as a Service (PaaS),
- Infrastructure as a Service (IaaS).

Günümüzde en gözde bulut servisi ve uygulamaları, Amazon EC2, Microsoft Skydrive, Google App, Google Mail, Google Docs olarak sözü edilen bulut bilişim yöntemlerini kullanarak hizmet vermektedir. Bunların içinden Microsoft, Amazon ve Google gibi geniş çaplı firmaların bulut bilişim alanında yapacakları yatırımların ilerdeki 5 yıl içinde 100 milyar dolar düzeyine ulaşacağı düşünülmektedir. Bilgi işlem teknolojileri alanındaki işletmeler için önemli terimlerden biri olan bulut bilişimin, bilgi sistemleri içerisinde bir devrim oluşturacağı görülmektedir (Özsoylu, 2017).

CBS, konuma bağılı olmayan ve konuma bağılı verileri sorgu, depolama ve çözümlenme ile birlikte sunma kıstası ile coğrafi veriler önemi artan bir teknoloji haline gelmiştir. CBS, bilgisayar teknolojileri ile birlikte ilerlemiş ve sahip olduğu işlem becerisi ve vasıtalarıyla yerleşmiş ve olgun bir sistem halini almıştır. CBS yazılımlarının hemen hemen hepsi, kullanıcılara yapısındaki araçları kolay bir biçimde sağlayabilmektedir.

CBS araçları kullanıcılara masaüstü bilgisayarlar aracılığıyla sunulmuştur. Bu araçlar internet alanında rahatlıkla kullanılabilir, dünyada herhangi bir yerde rahatça erişilebilir, veriler korunarak depolanabilmektedir. Böylece altyapı elde eden sistemler Bulut CBS adıyla isimlendirilmektedir. Alışılmış bilgisayar sistemlerine kıyasla Bulut bilişim ve CBS ortaklıkları, verilerin analizi, çözümlenmesi, depolanması gibi işlerin bütün tarayıcılarda web sistemleri aracılığı ile kullanılabilen CBS uygulamalarına imkân tanımaktadır (Banger, 2018).

Literatürde konuya dair son zamanlarda bütünleşik CBS ve bulut bilişim konuları ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. İlerleyen teknoloji ve internet yardımıyla kullanıcılar sınırlı hizmet ve yerel ölçek olanakları sağlayan standart ilgi teknolojileri düzenlerinden, her alanda kullanımı sağlanabilen, esnek ve ekonomik ulaşım olanakları sağlayan bulut bilişime geçmektedirler. Bu model akıllı mobil cihazlar, bilgisayarlar ve tabletler aracılığıyla bir depolama ya da yazılım bölümüne ihtiyaç olmadan internet vasıtası ile çeşitli sunucular ile bağlantı oluşturarak hizmet sağlama sistemidir (Banger, 2018).

Milli Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'ne göre bulut bilişim, en az servis sunucu ve idare müdahaleleri ile hızlı olarak gönderilip alınan esnek bilgi işlem kaynaklarının gösterildiği alana, istenilen zamanlarda ve elverişli bir şekilde ağ iletişimi olan bir sistemdir.

Bulut bilişimin hizmet sunucularına ve kullanıcılara sağlamış olduğu faydalar aşağıda verilmiştir (Özdoğan, 2017);

- Ekonomik Sermaye İhtiyacı: Web tabanlı bulunan uygulamaların kullanılabilmesi için gerekli ekonomik performansa sahip sabit bir disk, işlemci ve depolamaya sahip modellerin yeterli seviyede olması, bu yüzden üst düzey maliyetler yerine düşük maliyetler ile üst düzey verimin elde edilmesi.

- Ekonomik Kurulum Maliyeti: Farklı yazılımlar için yapılan düzenleme, yapılandırma, test ve eğitim ödemelerinde ve süre kaybında düşüş elde edilmesi.

- Esneklik: CBS uygulamaları çerçevesinde kullanıcı kişilerin arzularına göre artış gösteren ya da azalma gösteren yüklere dayanarak birikim ve donanım birimlerinde esnek farklılıklar yapılabilir.

- Ekonomik Bakım Maliyeti: Kullanımı sağlanan hizmetler için tüm bakım ve onarım işlemlerinin servis sunucusu yükümlülüğü altında olması.

- Kurtarma ve Yüksek Kullanılabilirlik: Bulut depolama servis sunucuları çoklu bölgelerde veri yedekleyebildikleri ve depolayabildikleri için herhangi bir veri alanında oluşabilecek insan kaynaklı ve doğal tehlikeleri halinde iş ya da veri kaybı oluşmamaktadır.

- Her Zaman Güncellik: Donanım ve yazılım takımlarının kullanıcılara devamlı şekilde ilave maliyet oluşturmadan güncel hale gelmesi ve güncelleme için gereken iş ve personel maliyetlerinin yok edilmesi.

Bulut depolama sistemlerinden ileri gelen çeşitli dezavantajlar ise şöyle ifade edilmiştir (Banger, 2018);

- Güvenlik Açıkları: Bulut sistemlerde bulunan verilere siber saldırılar olabilir ve veriler kullanılamayabilir ya da ele geçirilebilir.

- Yüksek Hıza Sahip İnternet Altyapısı: Bulut uygulamalarının ve servislerinin kullanılabilmesi için devamlı bir internet ağı gereklidir.

- Hizmet Kesintileri: Donanım veya ağ bozuklukları, siber saldırılar ve doğal tehlikeler neticesi servis sunucularının yeterli olmaması ile kullanıcılar arasında web hizmetlerinin kullanılamaz hale gelmesi.

- Veri Kaybı: Donanım veya insan kaynaklı gibi önlemsizlikler veya problemlerden ileri gelen kalıcı veri kayıpları.

2.4.1. Büyük Veri Kullanımı

Endüstrilerin, işletmelerin ve bireylerin karar alma süreçlerine etki eden veri sayısı gün geçtikçe artmaktadır. İnternette gezinilen bir sayfadan, yapılan bir alışverişe, telefonların yaydığı sinyallere, e-posta aracılığı ile gönderilen bir maile, hatta sosyal medyada oluşturulan içerik ve iletişim kurulan kişilere kadar, verinin kapsamı gittikçe genişlemektedir. Veri boyutunun büyüklüğünü zihinde canlandırabilmek adına, somut bir örnek vermek gerekirse;

2011 yılında ABD’de faaliyette bulunan her 17 Şirket veya kuruluşun 15’i ABD Kongre Kütüphanesinin ürettiği veriden, daha fazla veri depolamıştır (Demirtaş & Argan, 2015). Yine ABD perakende devlerinden biri olan Walmart mağazalarının sakladığı veri miktarı 2,5 terabayta ulaşmıştır, mağaza her saat bir milyondan fazla müşterisinin işlemini veri tabanında saklamaktadır (Doğan & Arslantekin, 2016). Farklı kaynaklardan gelen ve düzenli hale getirilerek ayrıştırılmayı bekleyen büyük hacimli bu veri ağı İngilizce “Big Data” olarak adlandırılmaktadır. Literatürde birbirinden farklı tanımlamaları bulunan büyük veri terimi konusunda ortak bir tanım yoktur. Bu tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

Büyük veri, geleneksel veri tabanlarının başa çıkamayacağı kadar büyük verinin, çeşitli analizler kullanılarak kullanıma hazır hale getirilmesidir (Gür, Hamurcu, & Eren, 2017). Çözümleme becerilerini aşarak, birden fazla bilgi kaynaklarından gelen yüksek hacimli ve karmaşık verilerin çeşitli yazılımlar aracılığı ile anlamlı ve işlenebilir bir şekle büründürülmesidir (Özsoylu, 2017).

Geleneksel veri sistemlerinin teknolojik alt yapısı ile verileri işlemede ve depolamada yetersiz kaldığı büyük, karmaşık ve hızlı hareket eden veri kümelerine verilen addır (Özbilgin, 2015).

Diğer veri sistemlerinden ayırt edilmesinde ve kapsamlı bir şekilde tanıtılmasında kullanılan büyük veri terimi İngilizce kelimelerin baş harflerinden meydana gelen, bazı kaynaklarda “5V” bazı kaynaklarda ise “3V” olarak da anılan çeşitli öğelerin birleşimini içermektedir. 3V; öğelerini içerirken bunlara 5’yi temsil edecek iki öge daha eklenmiştir (Gür, Hamurcu, & Eren, 2017). Bu unsurlar büyük veriyi temsil eden ve daha ayrıntılı bir şekilde tarif edilmesinde başvurulan yapı taşlarıdır.

Büyük veri yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış veriler olmak üzere üç türden oluşmaktadır. Satış ve finansal veriler, sensör verileri yapılandırılmış verilere örnektir. Yapılandırılmamış veriler, o veriye ait daha önceden tanımlı bir verinin olmama durumudur. Bu kapsamda verilecek örnekler e-postalar, resimler, sosyal medya verileri ve mobil veriler gibidir. Bu verilerin analiz edilmesi, işletmenin geleceğe yönelik karar alabilmesi açısından oldukça hayati önem arz etmektedir (Bozuklu, 2016). Yarı yapılandırılmış verileri ise XML, HTML uzantılı metinler oluşturmaktadır (Demirtaş & Argan, 2015). Tüm bu veri çeşitliliği kapsamında büyük verinin kaynakları incelendiğinde, oldukça geniş bir alanı içinde barındıran bir yapısının olduğu gözlemlenmektedir. Sosyal medya platformları, GSM operatörlerinden gelen arama kayıtları, sensörler, web sunucularının logları, banka kayıtları, web sayfaları, blog gibi bilgiler her geçen gün büyük veri ekosistemine katkıda bulunmaktadır (Gabaçlı & Uzunöz, 2017).

Dördüncü sanayi devrimi kapsamında nesnelerin (Her Şeyin İnterneti) ile verinin boyutlarının gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir. Nesnelerin birbirleri ve insanlar arasındaki etkileşimi ve iletişimi sayesinde, günümüzdekinden daha fazla büyük verinin yönetilme ve anlamlı hale dönüştürme sorunsalını da beraberinde getirecektir. Rekabet avantajı yakalamak isteyen endüstri ve işletmelerin katma değer yaratmada, büyük veri kavramına gerekli önemi göstermesi beklenmektedir.

Gittikçe artan veri dünyasına çeşitli saklama çözümleri geliştirilmektedir. Bu kapsamda yüksek depolama maliyetlerinin düşmesini sağlayan bulut çözümleri buna en iyi örnektir. Bulut teknolojileri tüm veri ve programların sanal bulutta depolanmasına izin veren yüksek işlem ve saklama gücüne sahip internet tabanlı bilişim hizmetleridir (Yüksekbilgili & Çevik, 2018). Yapılan bir araştırmaya göre, 2025 yılında insanların yüzde doksanın reklamı bir biçimde depolama yapabilmesi umut edilmektedir. Dropbox, Amazon, Web Services gibi Şirketler bu gelişmenin öncüleridir (Schwab, 2016).

Verilerin depolanması kadar işlenmesi ve ayıklanmasının da önemli olduğu büyük veri kavramında, “analitikler” adı verilen verilerin (örneğin Google Analytics) ayrıştırılmasını sağlayan özel yazılımlar kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 çağında, artan veri ile birlikte verileri analiz ederek buna uygun iş çözümleri ve algoritmaların oluşturulmasından sorumlu olan “veri bilimcilerin” de artması beklenmektedir (Banger, 2018). Yine yapılan bir araştırma neticesinde, elde edilen gelişmelere bağlı olarak 2025 yılında nüfus sayım işlemini büyük veri kaynakları ile gerçekleştiren ilk devletin ortaya

çıkacağı öngörülmektedir (Schwab, 2016).

2012 yılında Dünya Ekonomik formunda verinin de tıpkı bir para, altın gibi bir ekonomik değeri olduğu vurgulanmıştır (Doğan & Arslantekin, 2016). Büyük veriyi doğru analizlerle kullanabilen işletmeler diğerlerine göre daha avantajlı hale gelmekte, risklerini daha iyi yönetilmekte ve yapmış oldukları inovasyonlar neticesinde maliyetlerini büyük oranda düşürebilmektedir (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). Büyük veri, işletmelere geleceğe yönelik karar almalarında bir kaldıraç görevi üstlenmektedir. Nitekim Gartner firmasının 2015 yılında yapmış olduğu bir araştırmaya göre, işletmelerin %75'inden fazlası takip eden iki yıl içinde büyük veriye yatırım yapmayı düşünmekte veya yapmaktadır (Özdoğan, 2017).

Büyük veri vaat ettiği olumlu değişimlerin yanında, birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmesi beklenmektedir. Kişisel gizliliğin ve mahremiyetin ihlali ile insanlarla ilgili konum vs. ile ilgili bilgiler mobil cihazlar sayesinde karşı tarafa aktarılabilecektir (Demirtaş & Argan, 2015). Aynı zamanda çalışma kaybı, algoritma savaşları, veriye güvende endişe gibi bazı konularda dezavantajların da görülebileceği öngörülmektedir (Schwab, 2016).

2.4.2. Nesnelerin İnterneti Kullanım Yetkinlikleri

Telekomünikasyondaki modernliğin ağ hızlarındaki temel çalışmalarında bulunan paradigmaya (IoT) nesnelerin interneti denmektedir. Bu paradigmanın birçok alanda etkisinin olması düşünülmektedir (Weber & Weber, 2010).

IoT, evdeki otomasyonlar, akıllı olan çerçeveler sular tarımlar enerjiler ölçümler, güvenlikler, alışverişler ve internet sağlık hizmetleri gibi etkinliklerde uygulanmaktadır. Sayılan uygulamalarda verimlilik ve üretkenlik artış verilerini sensörler toplamaktadır. Söz konusu verilerin birleşimi 'Büyük Veri' adını almaktadır. Makineler yardımıyla veriler analize girer ve iyileştirme yapılması sağlanır (Bozuklu, 2016). Endüstri 4.0 olarak adlandırılan akıllı endüstri, akıllı gaz, akıllı termostat, akıllı ev gibi uygulamaları içermektedir (Wortmann & Flüchter, 2015).

Günlük hayatta kullanılan her türlü makine ve eşya, Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisi ve kablosuz ağlar yardımıyla iletişimi sağlayıp hayatı kolaylaştırmaktadır (Erdem, 2015). Bu nesneler, internet aracılığıyla birbirleriyle

alışverişte bulunmaktadır. Seralardaki topraklarda bulunan nemin düzeyini ölçerek, ne kadar su verilmesi gerektiğini gösteren algılayıcılar, Nesnelerin İnterneti'ne örnek olarak gösterilmektedir (Aktaş, Çeken, & Erdemli, 2016)

Günlük hayatta kullanılanın aksine, makinelerin eğitsel alanlarda uygulanması ise sınırlı kalmaktadır (Gluhak, Nati, Pfisterer, Mitton, & Razafindralambo, 2011). Çalışmalar kısıtlı da olsa, eğitim alanında araştırmalar yapılmaktadır (Akgül, Akgül, & Ayer, 2018; Apilioğulları, 2018; Eryılmaz, 2018; Horowitz, 2015; Huang, 2019; Kaygısız & Sipahi, 2019). Eğitim alanında Horizon Raporu, teknolojik ilerlemeler sayesinde birkaç yıl içinde uyum sağlayacak olan IoT paradigması olduğunu anlatmaktadır (Becker, ve diğerleri, 2017). Bu raporun öngörülerinde:

- Akıllı telefonlar sayesinde gerçekleşen uygulamalara Virginia Üniversitesi'nde,
- Sensörler yardımıyla gerçekleşen uygulamalara Nwe South Wales Üniversitesi'nde,
- Bilgisayarın desteğiyle gerçekleşen uygulamalara Texas Arlington's LINK Lab Üniversitesi'nde
- Birçok yabancı üniversitede IoT uygulamaları yer almaktadır (Becker, ve diğerleri, 2017).

Eğitim alanındaki kaynaklara ait harcamaların azaltılması için eğitimsel amaçlar belirlenmektedir. IoT'ye hazır olan kurumların eğitim alanındaki etkenleri araştırılmaya başlanmıştır (Selinger, Sepulveda, & Buchan, 2013). Carnegie Mellon Üniversitesi'nde (Spice, 2015) eğitimde IoT uygulamaları, Wisconsin-Madison Üniversitesi'ndeki laboratuarda yürütülmektedir. Belgrad Üniversitesi'nde yapılmış araştırmaya göre IoT, en popüler uygulamalar arasına girmektedir (Horowitz, 2015). Eğitim alanında IoT'nin kullanımının ardından:

- Öğretenden eğitim alabilmek
- Belli bir zaman diliminde öğretmek
- Stratejik bir eğitim sürecine odaklanabilmek

- Özel ve maliyet içeren kaynaklarla öğretmek
- Verilerden anlam çıkarmayı göstermek öngörülmektedir.

IoT eğitiminde akıllı sınıflar (smart classrooms) ile akıllı okullar (smart schools) dikkat çekmektedir. Böyle bir teknolojinin eğitime dahil edilmesinin faydaları olmaktadır (Yazıcı & Düzkaaya, 2016);

- Öğrencilerin birbirleriyle olan bağlılığının artması
- Her ortamda öğrenebilmenin üstünlüğünü kullanmak
- Kişiyeye özel eğitimin verilmesini sağlamak
- Öğrencilerin daha kolay öğrenmesini sağlamak
- Verimi arttırarak maliyeti düşürmek
- Öğrencilerin başarılarının takip edilmesi
- Öğretme sürecinde yeniliğe yer vermek
- Öğrenmeyi daha sağlıklı ortamlarda aktarmak
- Kontrol edilmeyi ve soruya yanıt verebilmeyi arttırmak

IoT uygulama çalışmaları, birden fazla cihazın birbirleriyle bağlanmasını, kütüphanedeki kaynakların, robotların ve birçok sensörün işleyişini ele almaktadır. Öğrenciler ihtiyaçları doğrultusunda istedikleri bilgiye ulaşması amaçlanmaktadır. Örnek olarak, kütüphaneler bünyelerinde hangi kaynakların bulunduğunu belirtebilir. Bu paylaşımlar, IoT'un teknolojisinin eğitimsel alanlara adapte olmasıyla mümkün olabilmektedir. IoT ve 'Akıllı Teknoloji'lerin uygulanma alanlarından bazıları şunlardır (Aktaş, Çeken, & Erdemli, 2016);

- Etkileşim içeren tahtalar
- Kamera ve videolar
- Tablet ve elektronik kitap

- Sensör içeren öğrenci kimlikleri
- Üç boyut denilen yazıcı çeşitleri
- Akıllı ısıtmalar, soğutmalar ve havalandırma sistemleri
- Isı sensörü
- Kamera, güvenlik sistemleri

Açık öğretim tarzı öğrenme şekillerinde IoT yaklaşımlarında kullanılan çalışmalar yapılmamaktadır. Fırat (2016) açık öğretim tarzı öğrenme yöntemleriyle araştırılacak alanların yer aldığı çalışmalarda ‘Şeylerin/Nesnelerin İnterneti’ ve ‘Her Şeyin İnterneti’ konularını incelemiştir.

İngiltere’deki Açıköğretim Üniversiteleri, ‘Bilgisayar Bilimlerine Giriş’ dersinde ‘My Dijital Life’ yapısını kullanmaktadır. Burada, tasarımın yeniden yapılandırılarak IoT temelli derslerin deneyimlenmesi amaçlanmaktadır. Söz konusu ders sayesinde dünya ile duysal bir bağlantı kurulmuştur (Kortuem, Bandara, Smith, Richards, & Petre, 2012). Bu bağlantıdan sonra ‘IoT Teknolojisi’ isimli bir yenilik üretilmiştir.

GPRS/ZigBEE ağ teknolojileri, IoT için örnek uygulamalar olmaktadır. Bu uygulama sonucunda öğrenci performansları ve öğrenme kabiliyetlerinin arttığı sonucuna varılmıştır (Yang & Yu, 2016). Deng & Sang (2010) etkili olan IoT platformlarını geliştirmiştir. Bu sayede, öğrenme ve öğretme kalitesinin artması hedeflenmiştir.

2.5. Endüstri 4.0 Sisteminin Dönüşümü ve Uygulanabilirliği

Sosyal bir örgütlenme şekli olarak ifade edilen endüstrileşmenin insan yaşamında bir reform oluşturacak seviyeye ne zaman eriştiği hakkında çalışmacılar arasında net bir anlaşma mümkün olamamıştır. Rostow ve Toynbee gibi tarihçiler 18. yüzyılı endüstri reformunun başlangıcı olarak kabul etmektedirler (Gimpel, 2005). Nef (1934) gibi bazı yazarlar da buna karşılık tarihte devamlılığın üzerinde durarak endüstri reformunun başlangıcını 16. yüzyıla kadar gidebileceğini belirtmiştir. Nef’e göre İngiltere’de yaşanan reform bu sürecin devamı gibidir (Kışlalı, 2010). Fakat bu hususta öncü olan bireyler arasında esas fark ayırım konusundadır. Bu durum önemli oranda araştırmacının tekniği ile ilgilidir. Bu nedenle her iki tekniği de beraber kullanmak doğru olmaktadır.

Diğer bir taraftan endüstrileşmenin nasıl meydana geldiği hususunda ise çalışmacılar arasında kesin bir anlaşma mevcut değildir. Bu hususla ilgili çeşitli araştırmacılar, endüstrileşmede ticari anlaşmaların etkisini belirtmelerine rağmen Weber, Rostow, Sombart ve Nef gibi çalışmacılar bu süreçte akademik fikrin önemini belirtmektedirler. Endüstri devriminin meydana gelmesinde Rostow (1999), daha önceleri var olan medeniyetlerde olmayan üç önemli kıstasın bulunduğu öne sürmektedir. Bunlardan ilki, reform ile insan, kendisinin doğayı anlayacağı, öngöreceği ve uzman bir şekilde kullanacağı duruma getirebileceği düşüncesine sahip olmaktadır (Weber & Weber, 2010).

Newton'un Principia'sının yayınlanması itibariyle insan, tabiat üzerinde yeni bir güce ulaştığı algısını elde etmektedir. Bu doğa yasalarının matematiksel araştırmalar sayesinde bilinebileceği şeklindeki yeni bir duygudur. Kıstaslardan ikinci olarak, yeni bilim insanları sadece matematikçi değil, deneyci ve araştırmacıdır ve bu insanların teleskop, mikroskop, barometre, termometre ve saat gibi eşyalara gereksinimleri vardır. Bu yüzden bilim insanları alet yapmakta olanlar ile beraber çalışmalarını sürdürmeye başlamıştır. Çağdaş bilimle beraber alet yapmakta olanlar ile bilim adamları arasındaki bu ilişki kuvvetlenmiştir. Bunlara örnek olarak buhar makinesini üreten Watt bilim adamları ile çalışan bir alet üretici olarak gösterilebilir (Günay, Türkmen & Özbek, 2018).

Üçüncü bir taraf ise, icat yapanlar ve iş adamları ile bilim adamları aynı ortamlarda bir araya gelmişlerdir. Kısaca, bilimin etkisi oldukça kuvvetli ama oldukça dolaylı görülmüştür. F. Bacon ve R. Descartes endüstri toplumunun dünya fikrinin ortaya çıkmasında etkileri bulunan iki düşünürdür. Tabiatı direkt olarak tasarlamakla kalmayan Bacon, kontrol edilmesi için bir teknik ortaya koymak istemiştir. Yunanlılar açısından bilimin gayesi olayların metafiziksel nedenini sorgulamaktı ancak Bacon bilimin olayların nasılına adanmasını düşünmüştür (Bozuklu, 2016).

Descartes, endüstrileşmenin fikirsel altyapısını meydana getiren matematiksel fikrin ilerlemesinde önemli etkiler ortaya koymuştur. Onun dünyasında her şey yerinde ve bütün ilişkiler uyumludur. Dünya karışıklık değil de aksine bir netlik içermektedir. Diğer yandan Newton, bütün dünyayı matematiksel kaidelere bağlı tutarak bunun gerçekleştirilmesi amacıyla gerekli aletlerin tedarikini sağlamıştır (Demirtaş ve Argan, 2015).

Çeşitli araştırmacılar 19. yüzyılı, o güne dek insanlık geçmişinin en fazla değişim yaşayan yüzyılı şeklinde tanımlamışlardır. Mesela Napolyon ve Sezar'ın kullanmış olduğu savaş araçları eş değerdir. Atlı arabalar yer aldığı tarihten 1830'lu senelere dek, 400 sene süresince ciddi bir değişim yaşamamışlardır. Hâlbuki 1830 ve 1870 seneleri arasında önceki yıllara kıyasla çok fazla değişiklik meydana gelmiştir. 1807 yılında ilk buharlı gemi, üretilmiş ve 14 sene sonra gemi seferleri tüm dünya denizlerini kaplamıştır. 19. yüzyılda meydana gelen bu teknik yenilikler, binlerce senedir durağan insanların artık sonsuza dek devam edecek bir ilerleme sürecine girmiş olduğu duygusunu canlandırmıştır (Gilchrist, 2016).

Tarihi süreç incelendiğinde, 19. Yüzyıl ve sonrasında yaşanan değişiklikler kadar hızlı bir dönüşümün yaşanmadığı görülmektedir. Bu dönüşüm yaşamın her alanında kendini belli etmiştir. Bu bakımdan 19. asır teknik yüzyılı şeklinde nitelendirilmiştir. Tarihte özel bir yetenek veya sanat manasına gelen teknik, bu yüzyılda bir güç olarak görülmüştür. İnsanlar amaçlarına ulaşabilmek için, teknik yoluyla tabiatı istismar eder duruma erişmişlerdir. İngiltere'yi baz alarak teknik ilerlemenin altı dalga halinde meydana geldiğini ifade etmektedir (Akyurt, 2009);

Dokuma endüstrisi dalgası: Endüstri reformu bu dalga ile başlamaktadır. 1765 ile 1780 seneleri arasında, dokuma endüstrisi teknik alanındaki önemli buluşlarını gerçekleştirmiştir. Bu dönemde buluşlar, bilim adamlarınca değil, el işçiliğinden yetişmiş teknisyenler ve meslekten olmayan bireylerce yapılmıştır. 1769 ile 1780 seneleri arasında, pamuk eğirme makinesini icat eden Arkwright, on sene sonra en kuvvetli dokuma fabrikatörü olmuştur. Yine aynı dönemde Cartwright, mekanik dokuma tezgahını bulmuş, 1769'da da James Watt, buhar makinesini icat etmiştir.

Demir Çelik Dalgası: 1800 senelerinde başlayan bu dalga büyük endüstrilerde ve ilk olarak makine üretimi dahil tüm alanlarda kullanılan demir, yaşamsal öneme sahip olmuştur.

Ulaştırma Dalgası: 1825 senesinde bu dalga devreye girmiştir. Stephenson'ın 1820 yıllarında başlayan lokomotif üzerindeki araştırmalarının neticesi olarak ilk trenler, 1830 senelerinden beri çalışmaya başlamıştır. İlk gemiler de 1820 yıllarında sefere alınmış ve ulaştırma dalgası endüstriyel ürünlerin ırak yerlere transferini kolay hale getirmiştir.

Kimya Çağı: 1850 yıllarında kimya dalının belirli bilgileri bir araya getirilmiştir. Bilgiler yeni oluşturulan bu endüstri dalının kuramsal temelini meydana getirecektir. Liebig'in ortaya çıkardığı suni gübre usulü, gerçekçi tanımın ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu dönemde çağdaş teknik, artık bilim adamlarının savaştığı bir çalışma dalı durumuna gelmiştir. Sanayileşmiş ülkelerde üst düzey teknik okullar açılmıştır. Bu okullarda bir yandan sanayinin gereksinimi olan mühendisler yetiştirilmekte iken, bir yandan da laboratuvarlarda da araştırmalar gerçekleştirilmektedir.

Elektrik Endüstrisi Dalgası: 1830 ile 1840 seneleri arasında telgraf ve telefon icat edilmiştir. Fakat bu dalga büyük bir endüstri olarak 19. yüzyılın son evresinde güçlü akım yöntemine geçiş ile başlamıştır. Bu endüstri kendinden önceki sanayileri köklü olarak değiştirmiştir. Elektrik ile ulaştırma ve transfer değişik bir şekle dönüşmüştür.

Benzinli Motor Çağı: 1889 yılında Fransa'nın Paris kentinde ilk defa otomobil sergisi düzenlenmiştir. 1894 senesinde ise ilk uluslararası otomobil yarışı düzenlenmiştir. 1903 senesinde, Henry Ford Motor Fabrikası'nın kurulması ve seri üretimin ABD'de yapılması ile ABD otomobil sektöründe lider konuma gelmiştir. Freyer'm bu gelişim dalgalarına uzay, atom, genetik ve bilgisayar alanındaki yeni teknolojiler de diğer dalgalar olarak eklenebilir.

Bilimsel pozitif düşüncenin ilerlemesine eş olarak ilerleyen ve o dönemde sadece Avrupa'da rastlanan sanayi toplumu, dünya için örnek teşkil edecek bir toplumdur. Evrensel bir yönelimde seyreden sanayi toplumuna geçiş, geri kalan toplumlarda da mutlaka etkisini gösterecek, gelişimini tüm dünya toplumlarında gerçekleştirecektir. Buna neden olarak Avrupa topluluklarının esas özellikleri olan "işin bilimsel örgütlenmesi" diğer tüm örgütlenmelerden daha etkili bir şekilde kullanılması gösterilebilir. Bu bağlamda güç ve refah içerisinde yaşamak için zorunlu olan bu hususun toplumlar tarafından keşfi ile sanayi toplumuna geçiş dönemi tüm insanlık için kaçınılmaz bir ilerleme olacaktır. Aron'un düşüncelerini incelediğimizde Comte'un yaşadığı 19. Yüzyılın ilk yıllarında rastlanan sanayi toplumunun öne çıkan karakteristik özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Yapılan işin bilimsel örgütlenmesi esasında kurulan sanayide imalat, geçmişten gelen alışkanlarla değil verimi yüksek bir şekilde üretim yapılması üzerine kurulmuştur.
- İşlerin koordinasyonunda bilimsel yollara başvurulması dolayısıyla toplum, kaynaklarını büyük bir gelişime kavuşturmuştur.

- Sanayi imalatı, toplumsal olgulara yeni eklenen işçi sınıfının meydana gelmesini sağlamıştır.

- Çalışanların iş yerlerinde bir araya gelmeleri, işçi ve işveren arasında gizli veya açıktan bir çatışma ortamı oluşturmuştur.

- Bir yanda işlerin bilimsel koordinasyonu sayesinde verimlilik artışı sağlanırken, aşırı imalat bunalımları meydana gelmiş, bu bağlamda varlık içerisinde yokluk kavramı oluşmuş ve insanların büyük çoğunluğu yoksulluk içerisinde yaşadığından imal edilen ürünlerin satışı çok sınırlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

- İşlerin bilimsel ve endüstriyel koordinasyonuna bağımlı olan ekonomik sistem; değişim serbestliği, girişimci ve tüccarların fikir arayışlarıyla belirgin hale gelmiştir. Bazı kuramlar, zenginliğin ana şartının kâr elde etme isteği ve rekabet olduğu, devletin işlerine müdahalesinin azlığının imalat ve kârı arttıracaklarını savunmuşlardır.

Aron'un belirtmiş olduğu bu ilkelerin yalnızca üçünü kabul eden Comte, sermaye ve emek arasında gerçekleşen çatışmanın ikincil derece bir önem arz ettiğini, işlerin organizasyonun iyi yapılmamasından kaynaklandığını ve tüm toplumu kapsayacak yenilikler ile ancak giderilebileceğini savunmuştur. Bununla birlikte bunalımların önemsiz ve geçici olduğunu, Aron'un beş ve altıncı özelliklerinin sosyalistler tarafından öne sürüldüğünü belirtmiştir.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra "Sanayi Toplumu" kavramı büyük bir popülerite elde etmiştir. Bunun nedeni, bu yıllarda Bunham'ın "Yönetimsel Devrim" eserinde belirttiği gibi kapitalizm konusunda köklü değişimler meydana gelmesidir.

Genelde "orta yol" olgusunu temsil eden sosyologlar, modern toplumları en güzel şekilde açıklayan kavramın bundan böyle kapitalizm olmadığını, sanayi toplumu olarak tanımlanması gerektiğini savunmuşlardır. Modern sanayi toplumu teorilerinde büyük öneme sahip Aron, Giddens, Kumar ve Toffler gibi sosyologların yürütmüş olduğu çalışmaları incelediğimizde, bu sosyologların yapmış oldukları tespitler ile ilk dönem sosyologlarının tespitlerinin arasında bir takım benzerliklere rastlanmaktadır. Ayrıca bu sosyologların yaklaşımları, kendi aralarında da büyük bir benzerliğe sahiptir. Bu bağlamda sanayi toplumu olgusunun esas özelliklerinin sıralanması şu şekilde olacaktır:

Endüstri toplumu öncelikle imalatın dev fabrikalarda gerçekleştiği ve girişimin aileden ayrıldığı toplum şeklidir. Burada toplumun ağırlık merkezini fabrika meydana getirmektedir. Artık aile bir birim olarak birlikte çalışmaz. Ailenin esas fonksiyonuysa kendinden alınarak bağımsız kurumlara verilmiştir. Örnek olarak çocukların okullarda fabrika hayatına ayak uyduracak biçimde hazırlanmalarının amaç edinilmesi gösterilebilir. Bu nedenle endüstrinin kazandırmış olduğu disiplin, her şeyi yerli yerinde ve zamanında gerçekleştirmek, söz dinlemek, öğretileni çok bir zihinsek gayret harcamandan öğrenmek, fabrika için insan hazırlayan ve kitle eğitimi sunan kuruluşların asıl maksadı haline gelmiştir. Zira montaj sistemine uygun olarak oluşturulmuş fabrika yaşamı işçinin işe zamanında gitmesini, üstlerinin ve idarecilerinin verecek olduğu emirleri tartışmadan yapmasını ya da büro veya makine başında aynı görevi yineleyerek bıkmadan yerine getirmesini gerektirmekteydi (Apilioğulları, 2018).

Aran'ın deyimiyle endüstri toplumu, işbölümün orijinal bir yöntemini sunmaktadır. Esasen iş bölümü endüstriden önceki toplumlarda da ön plandadır fakat Taylor'un işin akademik örgütlenmesi kuramında bahsettiği gibi rasyonalitenin gerektirdiği işlerin küçük bölümlere ayrılarak birçok sayıda çeşitli uzmanlık dallarının meydana gelmesi yalnızca endüstri toplumlara mahsus bir şey olmamaktadır. Sözü edilen toplumda 'ne iş olsa yaparım' diyen köylü kesimin yerini uzman işçiler almaktadır. Fakat endüstri toplumunun fazla uzmanlaşmayı düşünen kesimi Marx gibi iktisatçılarca tenkit edilmiş olsa dahi endüstri toplumunun asıl kıstaslarından bir tanesini meydana getirmektedir (Hussin, 2018).

18. ve 19. yüzyıl iktisatçıları ve modern sosyologlar, rasyonalite veya rasyonel hesap konusunu endüstri toplumunun önemli özellikleri arasında saymaktadırlar. Büyük işletmeler endüstri toplumlarında devamlı olarak maliyetlerini düşürerek, karlarını artırmak maksadıyla faaliyetlerde bulunmaktadırlar. Bu doğrultuda da yine endüstri toplumu rasyonalizmin yanında sekülerizmin bürokratik teşkilatlanmanın artmış olduğu toplumlar olarak ifade edilmektedir (Gilchrist, 2016).

Ulaşımın artması, üretim ölçeğinin büyümesi ve iletişimin artması endüstri toplumlarında bir bütün haline gelen ulusal ekonomilerin ve merkezileşmiş yönetimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kerr ve diğerleri (1960), "Industrialism and Industrial Man" adlı çalışmalarında belirttikleri gibi politik yönetimleri ne olursa olsun sanayi toplumları gittikçe artan bir biçimde birbirlerine yaklaşmaktadırlar.

Tüm toplumların ortak özelliği sermaye birikimi ve yoğunlaşmadır. Sanayileşme ile beraber büyük bir hız ile büyük şehirlerin meydana geldiği ve yüzlerce insanın aynı fabrika çatısı altında çalışmaları, ciroları çoğu ülkenin mili hasıllarını geçen büyük işletmelerin var olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan sanayi toplumlarının kökenleri ‘Aydınlanma’ ya uzanan ilerlemeci bir eylemi ifade etmektedir ve sanayi toplumlarındaki var olan çatışmaların da bu ilerleme sürecine benzer olarak çözümleneceği fikri egemendir (Kaygısız ve Sipahi, 2019).

Böylelikle çağdaşlaşma kavramı ile endüstri toplumu aynı toplumların değişil ölçütlerini anlatan aynı kavramlar durumuna gelmiştir. Özellikle sanayileşerek daha fazla güç ve refah elde etmek isteyen geliştirmekte olan ülkelerin aydınları için ara sıra batılılaşma ile öne sürülen çağdaşlaşma, son zamana dek asıl amaçlardan biri olarak düşünülmüştür. Günümüzde de hala bazı kişiler tarafından araştırılmakla birlikte resmi ideolojiler için önem arz etmektedir (Kerr ve diğerleri, 1960).

Dahrendorf’un ifade ettiği şekilde endüstri toplumlarında grup çatışmaları toplu pazarlık, arabuluculuk, uzlaşma biçiminde kurumsal hale gelmiştir. Bu sebeple gruplar arasında oluşan gergin durumlar endüstrileşmenin ilk senelerindeki gerilimini yitirmiştir (Luthra ve Mangla, 2018).

Özet olarak, endüstri toplumu iş bölümünün, standart hale gelmenin, şehirleşmenin, uzmanlaşmanın, toplumun geriye gitmesinin, rasyonelliğin, sermaye birikiminin, bürokratik yapıya gelmenin, çağdaşlaşmanın, teknolojik ilerlemenin, benzerliğin, kişiselliğin, nitelikli işgücünün, biçimsel ilişkilerin, para hâkimliğinin, toplumsal değişimin ve çekirdek ailenin egemenliğinin arttığı toplumlar olarak ifade edilebilir.

2.5.1. Finansal Sermayenin Gelişimi

Globalleşmenin en çok etkin olduğu alan finans piyasalarında gözlemlenmektedir. Finansal globalleşme, sermaye unsuru üzerindeki serbest piyasa sistemine uluslararası çerçevede işlerlik edindirme teşebbüsü şeklinde ifade edilebilir (Karabıyık, 2004). Başka bir deyişle, milli finans piyasalarını ayırt eden sınırların yok edilmesi, finans piyasalarını farklı denetim ve kısıtlamalardan temizlenerek uluslararası rekabete açılması, piyasaların konverbilitelelerinin olması, kurların dalgalanmasına izin verilmemesi, uluslararası sermaye akımlarının artış göstermesi ve yatırım fonları iş birlikleri gibi yeni kurumsal yatırımların mali piyasalarındaki görevlerinin artış göstermesi olarak ifade edilebilir.

Böylelikle finansal küreselleşme, gerek küreselleşmenin bir bölümü gerekse küreselleşmeye hız kazandıran önem içeren faktörü meydana getirmektedir. Günümüzde, sermaye hareketlerinin giderek önem arz ettiği, gelişmiş kurumsal yatırım sahiplerinin idaresinde olan fonlarda büyük artışlar meydana gelmektedir. Finans dalındaki farklılıkların temelini meydana getiren teknolojik ilerlemelerin zemini 19. yüzyılda oluşturulmuştur. Bu yüzyılın ikinci yarısında telgraf ve demiryollarının yaygın hale gelmesi ile şube bankacılığı ilerleme kaydetmiştir. İngiliz Kanalı ve Atlantik Okyanusu'na 1960 senelerinde telgraf kablolarının döşenmesi ile birlikte finansal işlemler gelişmiştir (Eroğlu & Karaöz, 2002).

Haberleşme ve bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler fonların dünya çapında daha kolay ve hızlı biçimde harekete geçmesine olanak tanımaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ilişkin fon eğilimlerin ise resmi kanallardan özel yatırımlar bölümüne kaymış olmasının yanı sıra önceki durumun haline şimdiki uluslararası sermaye eğilimlerinin ödemeler dengesinin cari işlemler bölümü ile ilişkisi güçsüzleşmiş ve hatta tümüyle yok olmuştur.

Finansal alandaki serbestleşmenin öncelikli olarak dolaysız sermaye yatırımları ortamında gözlemlendiği görülmüştür. Çoğu ülke sürdürülebilir gelişme gibi hedeflerle ilk olarak dolaysız yabancı sermaye girişlerini isteklendirici finans planlarını uygulamıştır. Sonrasında uluslararası piyasalardaki hisse senedi ve tahvil gibi menkul kıymetlere yapılmakta olan portföy sermayesi yatırımlarının serbestleştirilmesi uygulanmıştır. Son olarak bu sürece sıcak para eğilimleri de adı verilen kısa zamanlı sermaye eğilimleri eklenmiştir.

Endüstrileşmiş ülkeler sermaye piyasalarını ilk küreselleşme aşamasında oluşturup geliştirdikleri için, sermaye hareketlerinin serbestleşmesini izleyen merkez ülke statüsüne ulaşmışlardır. Çevre ülke statüsünde bulunanların da şimdilik milli serbestleşme aşamasını bitirmeden küreselleşme sürecine girdiklerini ifade etmekte fayda vardır. Bu aşamalar ile beraber gelişen ülkeler, yabancı sermaye gereksinimini daha fazla sıcak para girişi ile giderme çabası içinde olmuşlardır (Aydemir & Kaya, 2007).

Bilindiği üzere gelişmiş ülkelerde sermaye kaynaklarının yaygın olması ve bu kaynaklardan üst düzey getiri sağlanmasını istemeleri, çevre ülkeleri liberalleşme hususunda güç durumu yitirmiştir. Küreselleşme olgusunun ilk adımlarının finans alanında atılmış olması, en kararlı yöntemlerin bu alanda uygulanmasına neden olmuştur. Zira hala

küresel ölçüde serbestlik en fazla finans alanındadır.

Sermayenin rahat dolaşımı, mal ve hizmetlerin ve halen işgücünün serbest dolaşımının önünde olduğu düşünülerek, küreselleşme perspektifinde uluslararası sermayenin akışının ve ticaretinin sağlam temellere oturtulması söz konusu olmuştur. Diğer bir taraftan var olan pazarların kapsamının genişletilmesi maksadıyla bütün alanlarda küreselleşme süreçleri hızlanırken, diğer taraftan genişleyen dünya pazarından daha kuvvetli imkânlarıyla daha çok hisse almak maksadıyla bloklaşma eğilimleri de hızlandırmaktadır (Özmen ve Çelik, 2011).

1980 yıllarından sonra yeni küresel sistem içerisinde bir taraftan AB, diğer taraftan NAFTA gibi bölgesel blokların meydana gelmesi durumunda Dünya Ticaret Örgütü Çok Taraflı Yatırım Anlaşmasını (MAI: Multilateral Agreement on Investment) düzenleme durumuna girmiştir. Bu anlaşma uluslar üzeri sermayenin girmiş olduğu ülkelerde üretimden pazarlamaya dek mülkiyet kazanma da dâhil olarak hiçbir kontrol ve kısıtlama ile karşı karşıya kalmadan devletlerin uzlaştığı kanuni bir düzenlemedir.

Bir başka ifadeyle, uluslararası yatırımları tespit eden kanunların serbestleşmesi, yatırımların korunması ve haliyle küreselleşmenin yaygın hale gelmesi maksadıyla çok taraflı bir kapsam anlaşması ortaya çıkarılmaya uğraşılmıştır. Hala plan seviyesinde kalan MAI ile atılan adım, sermayenin uluslar üstü hale gelmesinin en son evresi olarak küreselleşme için gereken bütün şartları meydana getirmektedir. Bunlar neticesinde 1980 yıllarında direkt yabancı yatırımlarda portföy yatırımlarında önem ifade eden artışlar meydana gelmiştir. Birçok kişi ekonomik globalleşmeden sermayeden uluslararası dolaşımındaki artışı ve neticesinde finansal piyasaların bütün olmasını anlamıştır (Aydemir & Kaya, 2007).

Ciddi anlamda da küreselleşme ile dünya mal ticareti olağan olmayan oranlarda gelişmiş ise, finans piyasalarının ilerlemesi de dış ticaretten çok daha fazla gerçekleşmiştir. Fazla çeşitli finansman imkanları ve riski düşürmeye ilişkin birçok finans yöntemleri ticaretin global ölçütte ilerlemesine ve yayılmasına bu piyasalar lokomotiflikte bulunmuştur. Finans piyasalarının ilerlemesini ve ayrıca belli bir zaman zarfında kapitalizmin kar haddinin azalma yönelimi hastalığına kalıcı olmasa da ilaç fonksiyonu gördüğü ifade edilmektedir.

Bir manada finansal küreselleşme sermaye unsuru üstündeki serbest piyasa sistemine uluslararası çerçevede işlerlik edindirme teşebbüsü olarak düşünülebilir (Seyidoğlu, 2003). Önceden de ifade edildiği gibi uluslararası finans, yabancı paralara fon eğilimlerini ele almaktadır. Yabancı finansal fonlar prensip olarak sınır ötesine doğru hareket etmektedir. Önceki dönemde başlıca büyük ülkelerin finansal merkezlerinde meydana gelen serbestleşmenin de buna büyük etkisi bulunmaktadır.

Küreselleşme sürecinin iki ögesinden bahsedilebilir; İlk olarak sermaye birikiminde temel olan sermaye dolaşımının liberal hale gelmesi, hacmin artış göstermesi, hız kazanması, yaygın hale gelmesi ve yeni yatırım vasıtalarının devreye girmesidir. Burada küreselleşmenin temel itici etkisi bulunmaktadır. Geçmiş on sene süresince mali piyasalar görüş açılarını önceye kıyasla son derecede ilerletmişlerdir. Küreselleşme sürecinin ikinci ögesi ise teknolojik gelişmeler ifade edilmektedir. Burada bilgisayarın yaygın hale gelmesinden, iletişim ve bilişim teknolojisinin hız kazanmasından ve büyük ölçüde ucuzlamasının önemi mevcuttur.

1997 senesinde uluslararası sanal ticaret, mal ve hizmet ticaretinin 100 katı haline gelmiştir (Karabıyık, 2004). Finansal serbestleşme kendini en çok döviz piyasasında göstermektedir. Bu piyasada giderek artış gösteren işlem hacmi döviz piyasalarının dünya reel mal ticaretini finanse etmekten daha fazla spekülasyon sürecinde olduğunu ifade etmektedir.

2.5.2. Örgütsel Yapı ve Örgüt Kültürünün Endüstrideki Önemi

Örgütler, gittikçe daha farklı ve karışık duruma gelen bir kapsamda etkin olmaktadır. Bu nedenle örgütler esnek bir yapıda olduklarından ve buldukları çevreye ayak uydurdukları boyutta varlıklarını devam ettirme, gelişme ve büyüme imkanlarına ulaşacaklardır (Ataman, 2001).

Örgütlerin devamlı farklılaşan şartlar altında izlemlerini ve tasarılarını gözden geçirme zorunluluğu oluşmaktadır. Bu durumun ortaya getireceği zorlukları yok etmek için geleceği düzene bindirecek olan politika, tasarı, bütçe, program gibi idare araçlarının kesin ve katı usullerine dayandırılması, tersine çevresel şartların farklılaşma seyri ve eğilimine uyum sağlayabilmelerini elde edecek esneklikte düzenlemeleri gereklidir (Yıldırım, 2000).

Farklılıklara ayak uydurmak için, örgüt tüm problemleri kaldırabilecek kapasitede ve esnek olma halindedir. Bu kapasite ve esneklik, örgütün insan gücü kaynaklarına dayalıdır. İdareciler ve çalışanlar esnek olduğu durumda farklılaşan koşullar karşısında örgütsel faaliyet tasarısının akılcı bir biçimde yenilenmesi mümkün olmaktadır. Çalışan kişilerin esnek olmaları durumunda ise çalışma tasarımlarını farklılaştırmanın, örgütün işleyişinde bir etkisi bulunmayacaktır. Dolayısıyla örgütün problemi esneklik ve entegre sürecinin kişilerde ne derece geliştirilebileceğidir (Schein, 2010).

Etkili ve gelişmiş bir örgüt, kendisine ve etrafına yönelik problemleri çözümleyerek çevreye ayak uyduran esnek bir örgüttür. Esneklik, örgütün bir bunalım veya sıkıntı ile karşılaştığında bu durumların gerektiği uyumu hemen sağlayabilmesidir. Etkili örgüt, esneklik kalitesi ile etrafına ayak uydururken, uyum süreci içerisinde meydana gelecek olağan dışı hallere de ayak uydurabilirler (Başaran, 1998). Böylelikle uyumla beraber yeni koşullar ve ilerlemeler karşısında yeni tutumlar sergileyeceklerdir (Apuhan, 1988).

Örgütlerin başarısını tespit eden ve devamlılığını sağlayan önemli unsurlardan biri de çevresi olmaktadır. Bu bakımdan örgütlerin varlıklarını devam ettirebilmeleri için çevrenin beklentilerine yanıt vermek ve farklılıklara ayak uydurmak mecburiyetindedir. Çevredeki değişikliklere göre örgütün yapı, süreç ve teknolojilere farklılık yapması gereklidir (Dinçer, 1988). Bu durum için de örgütün esnek olması, devamlı öğrenebilme yetisi kazanması, öğrendiklerini problemleri çözmeye kullanabilmesi, yanlışlarını kabul ederek gidermeye çabalaması, farklılığı istemesi ve bunun için uğraşması gerekmektedir. Böylelikle, örgüt geliştirmede de başarı elde edilmektedir.

Literatürde, kültür özüne, çalışan kişilerin birbirleriyle olan değerleri ve gruptaki kimliklere ait duyguların olduğu vurgulanmaktadır. Uygulamaların paylaşılmış olan algılarıyla karakter edindiği söylenmektedir. İnsanların sosyalleşmeyi öğrenmesi, uygulamalar sayesinde gerçekleşmektedir (Hofstede, Neuijen, Ohayv, & Sanders, 1990). 1985 yılında Schein, “iç entegrasyon ve dışsal uyum problemini çözmeye çalışan ekibin paylaştığı varsayımın modelini öğrenme ürünü” şeklinde betimlemiştir.

1982 yılında Kennedy ve Deal'e göre kültürün, şirketlerin başarılı veya başarısız oluşunu etkilediği; 200 yılında ise, örgütlerin kültürleri üzerinde, geçmişteki kültür alışkanlıklarının etkisi olduğu konusunu savunmuşlardır.

İnsanlar birbirlerine olan davranışlarıyla kendi kültürlerini şekillendirmektedir. Kùltürler sayesinde insanlar ortak dile sahip olmaktadır. Aynı zamanda insanın hayatına mana yüklemektedir (Schein, 2010).

Özetle kùltür, insanların içsel ve dışsal konularda karşılaştıkları zorlukları, yerinde duygularla ve düşüncelerle çözebilmelerine olanak sağlamaktadır. Kùltürler nesilden nesille aktarılmaktadır (Hofstede, Neuijen, Ohayv, & Sanders, 1990). İnsan davranışlarının açıklaması kùltüre bağlanabilir. Aynı zamanda “davranışın ardında ve altında yer alan” inanca da bağlanabilir (Alvesson, 2004).

Örgütlerin kùltürleri, örgüt tecrübesini, örgüt değerini ve örgüt inancını konu almaktadır. Örgüt değerleri, kurallara ve beklentilere bağlıdır. Kùltürlerin birçok kategorisi mevcuttur. Schein, kùltürleri mikro, örgüt, makro ve alt kùltür olarak 4'e ayırmıştır (Schein, 2010).

Alt kùltürler, kendisinden kapsamlı örgütlerin içerisindeki kùltürler olarak tanımlanmaktadır. Buna örnek olarak füzyon merkezleri verilmektedir. Belli görev ve tehdidin istihbarat ve analiz yöntemlerine dikkat veren kuruluş olarak belirtilmiştir (Boardman & Poesen, 2006).

Makro kùltürler, dini ve etnik gruplarda ve küresel kùltürde yer alan mesleklerle ilgilenmektedir. Bu kùltür türü alt kùltürlerle ilgilenmektedir. Buna örnek olarak tıp mesleğinin alt kùltürü verilmektedir (Schein, 2010).

Düzenlenen organizasyonlarda kùltürlerin önemi, kùltürlerin direkt liderlik kùltürüne bağlıdır. Örgütlerin kùltürlerinin anahtarına liderlik denmektedir.

Kùltürler 4 özelliğe sahiptir. Bunlar genişlik, derinlik, modelleme ve yapısal kararlılıktır. Modelleme yerine entegrasyon da denilmektedir. Örgüt kùltürüne konu olan istikrarlılık, üyeliğin sağlamlığı ile doğru orantılıdır. Örgüt kùltürüne konu olan derinlik, örgütteki üyelerin kùltür içerisinde davranışının nasıl olduğunu gösteren içsel bilgi düzeyidir. Örgüt kùltürü, insanın çevresini düzenleme şekliyle ilgilenmektedir (Boardman & Poesen, 2006).

Organizasyondaki kùltür varsayımları, değer, inanç, norm ve üyeler arasında olan etkenlerden oluşmaktadır. Buradaki anlam, üyeler arasında bulunan organizasyonlar ile

ilgili duygu yaratılmasıdır. 1998 yılında Robbins ve Stefan ve Pey'e göre örgüt kültüründe 7 özellik öngörülmüştür. Bunlar (Yazıcı & Düzkaça, 2016);

- Yenilikçilik
- Detaya önem verme
- Verimlilik
- Bireylerin dikkati
- Grupların dikkati
- Cesurca ve çılgınca hareket etmek
- Kararlı ve istikrarlı olmaktır.

Bu özellikleri detaylı olarak açıklamak gerekirse:

Yenilikçilik: Örgüt bireyleri, içerisindeki tehlikeleri üstlenmektedir. Mevcut durumu iyileştirmek için uygulamadaki koşulları düzeltmek anlamına gelmektedir.

Detaya önem verme: Çalışanların problemleri çözebilmeleri amaçlanmaktadır. Burada önemli olan görev çalışanların analizlerdeki güçleridir.

Verimlilik: Çalışmanın bitmesine kadar geçen sürenin verimli geçmesi amaçlanmaktadır.

Bireylerin dikkati: Çalışanların yaptıkları işlerde dikkatli ve saygılı olma çabalarıdır.

Grupların dikkati: Çalışanların takım çalışmasına olan yatkınlığı gözlenmektedir.

Cesurca ve çılgınca hareket etmek: Çalışanlar içerisinde tehlike ve riskin tanımına önem verilmektedir. Kişinin çalışmayı sevmesi, rekabet içeren bir ruha sahip olması ve cesaretli olması beklenmektedir.

Kararlı ve istikrarlı olmak: Kurumun istikrarını korumasını içeren faaliyetlerini içermektedir.

Söz konusu özelliklerden ortak beklenti, süreklilik olarak düşünülmektedir. Burada temel yapı örgüt kültürü olmaktadır.

Organizasyon kültürü insan karakterine benzetilmektedir. Belirgin varsayımların başında inanç ve değer yer almaktadır, iyiliği ve kötülüğü temsil ettiği belirtilmektedir. Örgüt kültürü organizasyonların ana etkeni gösterilmektedir. Bu etken dışında kalan diğer faktörler arasında, teknoloji ve organizasyonlardaki yönetim şekli yer almaktadır.

Örgüt kültürü, bireylerin tutumlarını ve davranışlarının yanı sıra içsel kontrollerini de incelemektedir (Mahmoudi, 2005). Kuvvetli kültürde, çalışanların organizasyonlarındaki stratejik bilgilere daha fazla yer verilmektedir.

Örgüt kültüründe, bireylerin değer ve inançları yer almaktadır. Organizasyonların bir kişiliğe sahip olduğu düşünülmektedir. Örgüt kültürü, çalışanların herhangi bir kuruluştan çıkardıkları algı olarak tanımlanmaktadır. Bir örgütün başka bir kuruluştan ayrılmasını sağlayan temel özellik, organizasyon özelliği olarak belirlenmektedir.

Örgüt yöneticileri, kütlülerini devam ettirmek için takipçi bulmak istemektedirler. Herhangi bir kurumun yöneticisinin amaçları arasında kültür özelliklerine uymak ve deneyimlerinden yararlanmak yer almaktadır. Bu kurucu kişiler ağırlıklı olarak projelerini “Başarı Yöntemi” hipoteziyle başlatmaktadırlar. Kültürlerde oluşan ayrışmaların altında başka bir kültürel modelleme bulunmaktadır. Bu kültürün zamanla değiştiği ve başarılı işveren örgüt kültürü üzerinde etkisi olduğu ispat edilmiştir (Popa, 2004).

2.6. İşletmelerde Endüstri 4.0 Entegrasyonu

Sanayi ve Teknoloji alanındaki gelişmelerin hızlı bir şekilde gerçekleştiği günümüzde Endüstri 4.0 kavramının da ortaya çıkması ile birlikte iş tanımlamalarında ve yönetsel süreçlerde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yeni gelişen teknolojilerin, teknolojiyi elinde bulunduran işletme ya da kurumlara rekabet avantajı sağladığı bilinmektedir. Küresel rekabetin ve yeniliklerin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi, istek gönderin bu yeniliklere uyum sağlaması bakımından personel ve yönetsel süreçlerdeki değişimleri zorunlu hale getirmiştir. Endüstri alanındaki gelişmeler iş ortamlarında değişikliklere neden olmuş, insan gücüne dayalı işletmelerde çalışanların sayısının azalmasına neden olmuş, verimliliğin artmasına ve yönetsel süreçlerde gelişmelere katkı sağlamıştır.

Günümüzde E4.0'a yönelik farkındalık düzeylerinde hızlı bir artış görülse de, bu alanda gerçekleştirilecek olan yeniliklerin nasıl uygulanacağı ile ilgili bir takım sorunlar bulunmaktadır. Dolayısıyla bu inovasyon ve uyum sürecinde işletmelerin yaşadıkları belirsizliklerin ve risk durumlarının azaltılması, yeni yöntem ve tekniklerin kullanılmasına ilişkin sağlıklı rehberlik hizmetlerinin alınması ile mümkün olmaktadır (Schumacher ve diğerleri, 2016). Bu noktada E4.0'ın kurulumu, tasarımı ve mimarisi ile ilgili çalışmalar mühendislik çalışmaları ile açıklanabilir.

E4.0'ın geliştirilmesi iki boyutta gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi sahip oldukları işletmelerin dönüştürülmesini isteyen yöneticiler, diğeri ise teknolojileri geliştiren ve üreterek işletmelere hizmet sunan mühendislik kuruluşlarıdır. Dolayısıyla işletmelerin E4.0'a geçiş yapmalarında yalnızca kendi istek ve çabaları yeterli olmayıp, bu teknolojileri geliştiren diğeri işletmelerden yardım almaları gerekmektedir (Banger, 2018).

Türkiye'de yerli ya da yabancı çok sayıda şirket E4.0 dönüşüme için destek sunmaktadır. Bunlardan bazıları ICC, Otomasyon, Siskon, Festo, Omron şeklinde ifade edilebilir. Bu şirketler E4.0'a uyum sağlamış makinelerin yazılımlarının geliştirilmesi, makinelerin kurulması, tasarım ve eğitim gibi faaliyetler üretmektedirler. Özel işletmelere ek olarak Kamu Kurum ve kuruluşlarında yapılan dönüşümler için de bu şirketlerden destek alınmaktadır. Bununla birlikte Tübitak, üniversiteler bünyesinde bulunan teknoparklar ve TÜSİAD gibi kuruluşlar kurumlarda ve işletmelerde E4.0'a geçişin sağlanması ile ilgili Destek Hizmetleri sunmaktadırlar (Duman, 2020).

E4.0'ın gelişmesinde günümüzde ihtiyaçların artması, otomasyon ve bilgi teknolojilerinde meydana gelen hızlı artışlar etkili olmuştur (Oesterrich ve Teuteberg, 2016). Bu bağlamda E4.0 aynı zamanda işletmelere paydaşlarla etkili iletişim sağlama verimliliğinin ve katma değer artırılması gibi avantajlar sunmaktadır (Lasi ve diğerleri, 2014). Sonuç olarak E4.0 geleneksel üretim sürecinin merkezi yapısından uzaklaşarak, üretim çevresinin ihtiyaçlarını dikkate alan, kişiye özel ürünler üretilmesine imkân sağlayan özerk üretim yapısına iyi geçiş sağlamayı gerektirmektedir. Dolayısıyla üretim sürecinde meydana gelen bu yaklaşımlar işletmelerin iş modellemesi, üretim ve yönetim süreçlerini de doğrudan ve büyük ölçüde etkilemektedir. İşletmelerin hiyerarşik yapısında da önemli değişiklikler meydana getiren bu teknolojiler çalışanların ve müşterilerin işletme sahipleri tarafından daha fazla dikkate alınmasını gerektirmektedir. E4.0 geliştirme sürecinde üretim süreçlerinde kullanılan dijitalleşme ve otomasyonun sağlanmasında etkili

olan 6 temel ilke bulunmaktadır. Bu ilkeler şu şekildedir,

- Birlikte çalışabilirlik
- Sanallaştırma:
- Özerk yönetim:
- Gerçek zamanlı yetenek
- Hizmet paylaşımı
- Modülerlik

Endüstri4.0 sürecinde sistemin kullanabileceği çeşitli alternatiflerin bulunması gerekir. Ancak bu alternatifler içerisinde en uygun olan sistemin tercih edilmesi önemlidir. Bunu bağlamda sistem içerisinde fonksiyonların ve faaliyetlerin modüler parçalara ayrılmış olması gerekir (Görçün, 2017). Bu modüler sistemler, ana sistem içerisinde bulunan ve at görevleri yerine getiren, ana sistem ile doğrudan bağlantılı ve diğer modeller sistemlerden çoğu zaman bağımsız olan birimlerdir. Bu bakımdan alt sistem olarak belirlenen modüler sistemlerin esneklik düzeylerinin maksimum düzeyde olması sağlanmaktadır (Türk, 2008). Bu modüler yapılar sayesinde ana sistem değişen çevresel şartlara ve ihtiyaçlara uygun bir şekilde kendini güncelleyebilmekte ve uyum ağlaması kolaylaşmaktadır. Ayrıca bu modüler sistemler üretim sürecinde beklenti ve müşterilere uygun ürünlerin üretilmesini kolaylaştırmaktadır (Gilchrist, 2016; Santos ve diğerleri, 2017).

Endüstri4.0 makinelerin, insanların, yöneticilerin ve ürünlerin karşılıklı işbirliği yapmalarına imkan sağlamaktadır. Bu bakımdan lojistik süreçleri ve üretimin daha etkili hale getirilmesi, esnek hazırlanmış işletim sistemleri ile bir değer zinciri oluşturmaktadır (Erol ve diğerleri, 2016). İlgili literatür incelendiğinde Endüstri4.0'ın üç temel özelliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde ifade edilebilir(Gilchrist, 2016, Stock ve Seliger,2016; Oesterreich ve Teuteberg, 2016, Shafiq, 2015);

- Akıllı üretim sistemlerinin entegrasyonunun dikey sağlanması,
- Küresel değer zinciri bağlamında yatay entegrasyonun sağlanması,

- Değer zincirinin tamamının uçtan uca mühendisliğinin sağlanması

Entegrasyon ya da uyum işletmenin iç ve dış süreçlerinin birbiriyle eşgüdümlü şekilde belirli bir amaca yönelik çalışmasını ifade etmektedir. Aynı zamanda bu kavram işletmenin üretim, hizmet, çalışanlar, yöneticiler, dağıtım kanalları ve müşteriler arasındaki her bir sürecin birbirine bağlı olmasını da ifade eder (Avcı, 2019). Bu uyumun ve entegrasyonun sağlanması durumunda müşterilerin beklentilerine özel ürünlerin üretilmesi daha kolay hale gelmekte ve kaynakların verimliliğinin artırılması sağlanmaktadır. Daha duyarlı ve esnek bir hale gelen bu sistem, üretim sürecinde beklentilerin karşılanmasına daha hızlı ve pratik çözümler sunabilmektedir.

2.7. Üniversitelerde Endüstri 4.0 Eğitimi ve Farkındalık

Toplumlarda değişim ve dönüşümlerin öncesi eğitim sistemleridir. Özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızla geliştiği ve yaygınlaştığı günümüz şartlarında dönüşümün sağlanmasında eğitim sistemi ve yükseköğretim kurumlarının konumu daha önemli hale gelmiştir. Eğitim süreçleri ile Endüstri sanayi ve teknoloji alanındaki gelişmeler birbiriyle yakından ilişkilidir. Bu kapsamda endüstri devrimleri ile eğitim dönemleri arasındaki ilişkiler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Maria, Shahbodin & Naim, 2018);

Tablo 2.1. Eğitim devrimlerinin karşılaştırılması

Eğitim Dönemi	Metot	Teknoloji
Eğitim1.0	Dikte Eğitim ve Bilginin Doğrudan Transferi	Kullanılmıyor
Eğitim2.0	İlerlemecilik, Teknoloji	Sınırlı kullanım
Eğitim3.0	Yapılandırmacı ve Bilgi Üretimi	Bilgi almak amacıyla tam erişimin sağlanması
Eğitim4.0	Yenilik Üretimi ve Sınıfların Değişimi	Değişimin sürekliliği ve öğrenenlerin teknolojinin kaynağı olması

Eğitim devrimlerinin karşılaştırılmasına ilişkin tablo incelendiğinde Eğitim1.0 sürecinde bilginin doğrudan aktarıldığı vakitte eğitiminin verildiği, Bununla birlikte teknolojinin bu dönemde kullanılmadığı görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin aktif olmadığı ve gelişme kapalı olduğu bir eğitim dönemini ifade etmektedir (Gerstein, 2014). Bu eğitim dönemi genellikle geleneksel anlamda tarım toplumu için temel düzeyde bilgiye sahip olan insanların yetiştirilmesi için kullanılmıştır. Bu eğitim aynı zamanda öğrencilerin belirli bilgi ya da becerileri doğrudan ezberleyerek ya da tekrarlayarak öğrenmelerini gerektirir (Öztemel, 2018).

Eğitim 2.0 döneminde ise öğrenciler arasında bir etkileşimden söz etmek mümkündür. Bu etkileşim teknolojilerin belirli düzeyde ve sınırlı bir şekilde kullanılması ile gerçekleşmektedir. Bu dönemde ğretmen bilginin tek kaynağı olarak görülmemektedir. Genellikle tarım toplumu sonrasında sanayi döneminde görülen bu eğitim uygulamalarında içerik ve modeller bakımından önemli değişiklikler yaşanmıştır. Eğitimin amacı iş sektörlerinde çalışabilecek ve insan ihtiyacını karşılayacak, teknolojik araçları geliştirebilecek ve kullanabilecek bireylerin yetiştirilmesidir (Öztemel, 2018). Bu bağlamda eğitimin yönünü ve eğitimden beklentileri belirleyen temel süreç sanayi devrimleri olmasındır. Eğitim sonunda bireylerden, bir fabrikadan çıkan seri üretim ürünleri gibi benzer bilgi ve donanıma sahip olmaları beklenmektedir (Keleşoğlu ve Kalaycı, 2017). Bununla birlikte eğitimin nasıl yapılacağı ve temel niteliklerine yönelik belirlemeler ihtiyaçlara göre yapılmaktadır. Bu eğitim sürecinde yapılan sınavlar öğrencilerin niteliğinin denetlenmesi ve eğitim sonunda alınan diplomalar ise bireylerin yeterliliğine ilişkin güvence belgesi olmaktadır.

Eğitim 3.0 dönemi günümüzde halen devam eden bir süreç olarak görülmektedir. Bu eğitim süreci bilginin doğrudan aktarılmasından ziyade yenilikçilik ve bilginin üretimi gibi süreçleri önemli kabul etmektedir. Teknoloji bu eğitim döneminin en önemli özellikleri arasında yer almakta olup yüksek düzeyde kullanılmaktadır. Teknolojiye bağlı olarak sosyal medya grupları ve sosyal ağların öğrenciler arasında önemli bir iletişim aracı olduğu bir dönemdir (Gerstein, 2014). Bilginin daha fazla elde edilmesi ile ilgili beklentiler teknoloji ve internet kavramlarının eğitim ile doğrudan etekli olmasına katkı sağlamıştır. Benzer şekilde bu eğitim döneminin en belirgin özelliklerinden birisi bireylerin kendi kendine öğrenme becerilerine kazanmalarındır. Bireyler fiziksel olarak okul eğitimlerinin yanında karşılıklı teknolojik araçlar kullanılarak ve bilgisayarlar aracılığıyla da eğitim almaktadırlar. Bilginin tktiminden daha çok paylaşıma ve üretime gibi süreçler önemli hale gelmiştir (Öztemel, 2018).

Eğitim 4.0 ise günümüzde teknoloji ve internet imkanlarının makinelerde kullanılmaya başlanması nedeniyle toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilecek yeni bir modeldir. Bu eğitim sisteminin en önemli özelliği inovasyondur. Inovasyon, küreselleşme ile birlikte eğitim-ğretim süreçlerinde önemli bir etken haline gelmiştir (Öztemel, 2018). Bu eğitim yaklaşıma öğrenme ve öğretme süreçlerinde bilgi ezberleme ve içerikten daha çok uygulama, dönüştürme, geliştirme ve üretme gibi bir yaklaşım benimsemektedir.

Eğitim sistemi bu kavram ile ilgili olan diğer kavramların öğrenilmesini, gelecekte işe yarayabilecek eğitimde ve nitelikli bireylerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır. Dolayısıyla bireylerin hem günümüz şartları hem de gelecekte ortaya çıkabilecek gelişmelerin farkında olan, yaşam boyu öğrenme özelliğine sahip olarak yetiştirilmesi gerekir. Eğitim 4.0 bireylere üretkenlik, duygusal zekâ, ortaklık, etkin haberleşme, uluslararası vatandaşlık, dijital okuryazarlık, sorun çözebilme yeteneği, girişimcilik ve ekip çalışması gibi becerilerin kazandırılmasını temel öğrenme kazanımları olarak kabul etmektedir (Öztemel, 2018). Eğitim 4.0 normal ve sıradan bir eğitim sistemi olarak kabul edilmemektedir. Bu sistemde bireylere sorumluluklar yüklenmekte, yeniliklere açık olma, kariyer geliştirme ve analitik düşünme becerilerinin kazandırılmasına odaklanmaktadır. Bu kapsamda eğitim 4.0'ın temel özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Hussin, 2018);

- Öğrenme içerikleri ve nasıl öğrenmeleri gerektiği ile ilgili öğrenciler seçme hakkına sahiptirler. Her ne kadar müfredat ve içerikler ilgili kurum tarafından önceden belirlenmiş olsa da öğrencilerin tercihlerine göre bu içeriklerde değişiklikler yapılabilmektedir.

- Öğrenme faaliyetleri bireysel öğrenmeleri imkân sağlamaktadır. Bu bakımdan öğrenme sürecinde öğrencilerin bireysel özellikleri ve amaçları dikkate alınmakta, kişiselleştirilmiş eğitimler sunulmaktadır. Öğrencinin eksiklikleri ve ihtiyaçları doğrultusunda, ekmek program sayesinde öğretmenler alternatif içerikler ile uygulama yapabilmektedir.

- Öğrenme öğretme faaliyetleri zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın her yerde ve her zaman yapılabilmektedir. Özellikle uzaktan eğitim imkanları sayesinde öğrencilerin kayıtlı dersler ile istedikleri zaman istedikleri yerde eğitim içeriklerine ulaşmaları mümkün olmaktadır.

- Öğrenme sürecinde ağırlıklı olarak proje tabanlı öğrenme yaklaşımı uygulanmaktadır. Bu sayede öğrenciler hem bilgi kazanmakta hem de öğrendikleri bilgileri uygulama ve becerilerini geliştirme imkânı elde etmektedirler. Bununla birlikte proje ekiplerinin oluşturulması, bireylerde işbirlikçi öğrenme ve zaman yönetimi becerilerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır.

- Öğrenciler teorik bilgileri uygulayabilecekleri ve muhakeme yeteneğini kullanabilecekleri uygulamalar yapmaktadırlar. Burada aynı zamanda öğrenciler matematikten okuryazarlığı manuel kısmını kullanmamakta, bunun yerine matematiksel işlemleri ve istatistiksel analizleri yapan bilgisayarlar bulunmaktadır. Dolayısıyla matematik hesaplamalarının manuel yapılması artık önemsiz hale gelecektir.

- Staj uygulamaları ve mentörlük gibi süreçler sayesinde öğrencilerde beceri gelişimi daha fazla olacaktır. Teknolojinin gelişmesi bazı alanlarda etkili öğrenmeyi desteklemektedir. Bu bakımdan öğrenci fiziksel olarak eğitim ortamında bulunmasa da canlı derslere katılım sağlayacaktır.

- Eğitim sisteminde meydana gelen bu farklılıklar aynı zamanda eğitim çıktısı olarak ürünlerin ve öğrenmelerin değerlendirilmesinde gelenekten yöntemlerin dışında yeni yöntem ve tekniklerin kullanılması gerekebilir. Öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin doğruluğu ve bilginin ne kadar kullanılabilirdiği öğrenme süreçlerinde ve uygulama aşamalarında ortaya çıkacaktır.

- Müfredatın tasarlanması ve güncellenmesinde öğrencilerin görüşleri dikkate alınacaktır. Onların girdileri, müfredat tasarımcılarının müfredatın çağdaşlığını, güncelliğini ve kullanılabilirliğini korumalarını sağlar.

- Öğrenciler kendi öğrenmelerinde daha bağımsız olacaklar ve böylece öğretmenleri, öğrencilere öğrenme sürecinde yönlendirecek kolaylaştırıcılar olarak yeni bir rol üstlenmeleri için zorlayacaklar.

Görüldüğü üzere eğitim 4.0 yaklaşımı, geleneksel eğitim sistemi içerisinde çağın gereksinimlerine uygun bir şekilde köklü değişikliklerin yapılmasına zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda ortaöğretim kademesinden itibaren günümüzde ve gelecekte ihtiyaç duyulan bilgi ve becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesi, çeşitli becerilerin kazanılmış olması, yükseköğretim kademesinde teknoloji ve dijitalleşmenin daha etkili olmasını sağlayacaktır. Bu yüzden eğitim 4.0 kapsamında öğrencilere kazandırılması gereken yaklaşık 39 kavram bulunmakta olup, bu kavramlar ortaöğretim kademesinden itibaren yükseköğretimin sonuna kadar öğrencilere kazandırılması ve pekiştirilmesi amaçlanmaktadır (Ajmain ve diğerleri, 2019).

Dolayısıyla eğitim 4. kapsamında, çağın gerekliliklerine uygun, yeniliklere açık ve teknolojiye uyum sağlayabilen, zihinsel potansiyeli ve becerileri gelişmiş bireylerin yetiştirilmesi öncelikli konular arasında yer almaktadır. Günümüzde bu kavramların sıklıkla kullanılmaya başlanması farkındalığın belirli düzeyde sağlandığını da göstermektedir.

Endüstri4.0'ın gelişim süreci ve dijitalleşme ile ilgili gelişmeler dikkate alındığında disiplinler arası araştırmaların daha değer kazandığı, derslik laboratuvar ve kütüphane gibi imkanların sanal hale geldiği, hatta eğitim öğretim süreçlerinin sanallaştırıldığı bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda Sezgin ve Karabacak (2020) yaptıkları araştırmada yükseköğretim kademesinde dijital dönüşümün sağlanmasının önemli olduğu, özellikle de çevrimiçi açık ve kitlesel derslerin zaman ve mekândan bağımsız olarak yapılmaya başlanmasının gerekliliği belirtilmiştir. Türkiye'de bu kapsamda yapılan çalışmaların öncüsü konumunda olan Akdeniz araştırma ve Bilim Üniversitesi 2018 eğitim öğretim yılı itibarıyla sanal ortamlarda ders gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu sistem endüstri 4.0'a benzer şekilde eğitim 4.0 ve üniversite 4.0 gibi modellere uygun olarak geliştirilmiştir.

Eğitim ve yükseköğretim alanında yapılan çalışmalar, endüstri 4.0'ın ihtiyaç duyduğu belirli özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Bireyler bu bağlamda uzmanlık alanlarının geliştirilmesi, bilimsel programların takip edilmesi, eğitim öğretim yöntemleri ile ders içeriklerinin güncellenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu düzenlemeler yalnızca mühendislik alanı ile sınırlı olmayıp sağlık, eğitim, tıp ve işletme gibi diğer disiplinlerle de ilişkilendirilebilir. Eğitim 4.0 yaklaşımını bu ölçüde geniş kapsamlı bir şekilde ele alınması uyum sürecinin daha kolay hale gelmesine yardımcı olabilir.

Özellikle üniversitelerde dijitalleşmenin ve yeni endüstri devrimlerinin ihtiyaç duyacağı değişimler ha ve yeniliklere uyum sağlayarak hem öğrencilerin hem de akademisyenlerin bu yönde geliştirilmesi gerekmektedir. Akademisyenler sahip oldukları mevcut bilgi birikimi ve tecrübeleri daha da geliştirerek yeni bilgi ve beceriler kazanabilirler. Dördüncü Sanayi Devrimi'ne ilişkin, dünya ekonomik forumu başkanı Klaus Schwab tarafından yapılan açıklamalarda dünya ekonomisi, biyolojik sistemler, endüstriler ve dijital sistemlerin birleştirilmesi gerektiği, bu birleşmeye bağlı olarak da üniversitelerde eğitim alan öğrencilerin mezun olduklarında yeni yaklaşımlara uygun bir vizyona sahip olmaları son derece önemli görülmektedir. Üniversitelerin endüstri 4.0 ve

teknoloji çağına uyum sağlayabilmeleri için sahip olmaları gereken üç temel özelliğin bulunduğu belirtilmiştir (Kablan, 2018). Bu özellikler aşağıda verilmiştir;

- Endüstri 4.0 ve dijital çağa uygun üniversite mezunları yetiştirmek, eğitimin kalitesini arttırmak için çok disiplinli ortamlar yaratmak gerekir. Bu sayede üniversiteden mezun olan öğrencilerin iş yerlerindeki seviyeleri ne olursa olsun birbirinin dilinden anlayan ve çok disiplin gerektiren ortamlarda çalışabileceklerdir. Özellikle gelecek yılların en önemli becerileri olan, yaratıcılık, karmaşık an çözümü, eleştirel düşünme, uyum sağlama, analiz edip esnek kararlar alabilme gibi temel becerileri kazanabilen mezunlar bir adım daha öne çıkacaktır. Özellikle değişen ve gelişen teknolojiye uyum ve teknolojiyi kullanabilme hatta teknolojiyi üretme en temel beceri olarak karşımıza çıkacaktır.

- Laboratuvarlarda model ölçeklinin yanı sıra disiplinler arası gerçek uygulamalar yapılmalıdır. Özellikle eğitim-öğretim teknolojilerinin endüstri ile aynı oranda gelişerek öğrencilerin bu süreçte geri kalmalarını önlemek gerekmektedir. Özellikle nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar gibi bazı kavramların uygulanabilirliğini eğitim-öğretim ortamında artırmak çok önemlidir.

- Tüm kurumların akıllı sistemleri ve dijital dönüşümü kullanarak bütün süreçlerini hızlı, şeffaf ve kaliteli karar alabilen bir yapıya büründürmeleri gerekmektedir. Özellikle insanların ve kurumların karşılaştıkları problemleri büyük veri, yapay zekâ, nesnelerin interneti gibi kavramları süreçlerin içine dâhil ederek çözmek ve iş ortamlarının yaşanabilir ortamlara dönüştürülmesi gerekmektedir.

Günümüzde bilgi ve teknoloji çağının gerektirdiği insan kaynağının yetiştirilmesi için özellikle üniversitelerde ders içeriklerinin ve eğitim programlarının incelenmesi, çeşitli disiplinlerin bir araya getirilerek inovasyon ve girişimcilik gibi özelliklerin geliştirilmesi önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda üniversiteleri ve üniversite dışındaki paydaşların uluslararası standartlarda ar-ge faaliyetlerini geliştirecek politikalar uygulamaları, kendi bünyelerinde ar-ge faaliyetlerini geliştirmeleri gerekmektedir (Yazıcı & Düzkaaya, 2016). Genel olarak teknolojik gelişmelerin, değişim ve yeniliğin öncüsü olan üniversiteler eğitim öğretim politikalarını da güncellemek durumundadırlar. Sahip oldukları özellikler nedeniyle kaliteli programların geliştirilmesi, yeniliklere uyum sağlamada ve geliştirmede hızlı, esnek ve çevik olmaları gerekmektedir. Günümüzde Endüstri 4.0'ın sağladığı ve zorunlu hale getirdiği dijital dönüşüme uyum sağlama ve önderlik etme üniversitelerin

görev ve sorumluluğu arasında yer almaktadır.

2.8. Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Farkındalığı

Endüstri 4.0 günümüzde yaşamın her alanında gelişmelere katkı sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ın gelişmesinde ve pratiğe yönelik uygulamalarda kullanımında üniversiteler önemli bir role sahiptir. Bu yeni endüstri devriminin getirdiği özelliklerde üniversiteler ve öğrencilerinin önemli bir saçı ayağı olduğu düşünülmektedir (Yıldız ve Fırat, 2020). Çünkü üniversiteler gelişen yeniliklere ve dördüncü sanayi devriminin getirdiği özelliklerin başarılı olmasında gelişmelere uyum sağlayan nitelikli ve yetişmiş insan kaynağının da gelişimini sağlamaktadır (Temel, 2019).

Genel olarak eğitim sisteminde bireylerin yeniliklere uyum sağlaması ve günlük yaşamda ortaya çıkan teknolojik gelişmeleri pratik olarak kullanılması iyidir becerilere yer verilmektedir. Bu sistemin son basamaklarından biri olan üniversitelerde çağın gerektirdiği olduğu yeterliliklere sahip genç bireylerin yetiştirilmesi son derece önemlidir (Bilotta ve diğ., 2021). Çünkü üniversitelerde gençlik dönemine henüz geçmiş ve toplumun geleceğini oluşturan bireyler bulunmaktadır. Bu bireylerin endüstri devrimi ile ilgili farkındalıklarının bulunması, teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeleri, teknolojinin gelişimine katkı sağlamaları, üretimi destekleyerek ülkenin sosyoekonomik kalkınmasına katkıda bulunmaları gibi olumlu etkiler meydana getirecektir (Tinmaz & Jin, 2019). Bu kapsamda bireylerin yapay zeka, sanal gerçeklik, otonom robotlar, bulut teknolojileri, hologram teknolojileri, insansız sistemler, üç boyutlu yazıcılar, yapay sinir ağları, simülasyon teknolojileri, derin öğrenme, makine-makine işbirliği, insansız sistemler gibi kavramlar hakkında bilgi sahibi olmaları önemlidir (Doğan ve Baloğlu, 2020). Bu kavramlar yeni teknolojilerin öncelikle teknoloji ve sanayi alanına, sonrasında ise günlük yaşama entegre ettiği kavramlardır. Bu kavramların uygulama alanlarının geniş olması endüstri 4.0'ın kullanılabilirlik düzeyini de artırmaktadır (Torun ve Cengiz, 2019).

Gelişen teknolojiler beraberinde yetişmiş insan ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır. Özellikle işletmeler ya da kamu kurumları personel seçimlerinde belirli teknolojik gelişmeleri yakından takip eden ve güncel teknolojileri kullanabilen bireylere öncelik vermektedirler (Yıldız ve Fırat, 2020). Bu kapsamda yine üniversite öğrencilerinin eğitim sonrasında iş imkanı elde etme gibi durumlar bakımından da endüstri 4.0 farkındalıkları önemli role sahip olmaktadır. Bu konuda yapılan çeşitli araştırmalarda üniversite

öğrencilerinde endüstri devrimi ile ilgili farkındalıklarının öğrencilerin buldukları üniversitelere, fakülte ve bölümlere göre farklılıklar meydana geldiği görülmektedir (Doğan ve Baloğlu, 2020; Torun ve Cengiz, 2020; Kazimirov, 2018; Yıldız ve Fırat, 2020). Meydana gelen bu farklılıklar üniversite öğrencilerinde farklı düzeylerde endüstri farkındalığının bulunduğunu ve öğrencilerde bu farkındalığın geliştirilebilir olduğunu göstermektedir.



3. BÖLÜM

3. ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ BAKIŞ AÇISIYLA, ENDÜSTRİ 4.0 YAKLAŞIMINA YÖNELİK FARKINDALIĞIN BELİRLENMESİ: AYDIN ADÜ ÖRNEĞİ

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın uygulama aşamaları, literatür taraması, araştırmanın modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları, faktör analizi, güvenilirlik analizi ve araştırma bulgularına yer verilmiştir.

3.1. Literatür Taraması

Günümüzde teknolojik gelişmelerin hızlı olması, yaşamın bütün alanlarında olduğu gibi sanayi alanında da devrim niteliğinde etkiler meydana getirmektedir. Endüstri 4.0 yaklaşımıyla ilgili ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde çok sayıda araştırmanın yapıldığı söylenebilir. Araştırma kapsamında yapılan literatür taraması sonucunda E4.0 ile ilgili yapılan araştırmalar ve bulguları incelenmiştir.

Ungerman ve Dědková (2019) endüstri 4.0'daki pazarlama yenilikleri ve bunların mevcut işletmeler üzerindeki etkilerine ilişkin 17 şirket ile yaptıkları araştırmada Endüstri 4.0'ın altı temel ilkesinin bulunduğu belirtilmiştir. Bunlar siber-fiziksel sistemlerin, insanların ve tüm akıllı fabrika bileşenlerinin nesnelerin ve hizmetlerin interneti aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurma yeteneği, fiziksel sistemleri sanal modellere ve simülasyon araçlarına bağlama yeteneği, karar verme ve kontrol sisteminin bağımsız alt sistemlerde özerk ve paralel olarak gerçekleştiği, gerçek zamanlı uyumluluk gösterdiği, SOA'lara (hizmet yönelimli mimariler) yol açan standart hizmetleri sunmaya ve kullanmaya yönelik bilgi işlem felsefesini kullanması, modülerlik ve yeniden yapılandırılabilirlik özelliği şeklinde ifade edilmiştir.

Sarı, Güleş & Yiğitöl (2020) endüstri 4.0 farkındalığı ve hazırlığına ilişkin Türk imalat sanayi örneğinde 6 farklı sektörde 427 kişiyle yaptıkları araştırmada, temel Endüstri 4.0 teknolojilerinin önem dereceleri ile uygulanması arasında önemli bir korelasyon olduğu, firma büyüklüğü arttıkça E4.0 uygulama derecesinde artmakta olduğu, Türk imalatında en temel Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan ilk üç sektörün sırasıyla otomotiv, elektrik ve elektronik ve makine sektörlerinin olduğu belirtilmiştir.

Temel (2019) endüstri 4.0 farkındalığının belirlenmesi ile ilgili Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Örneğinde 1062 öğrenci ile yaptığı araştırmada, E4.0 ile ilgili olarak kız öğrencilerin algıladıkları faydanın daha fazla olmasına karşılık, erkeklerin kullanım niyetlerinin ve kullanım kolaylığı algılarının daha yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca E4.0 ile ilgili algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve kullanım niyetinin, kullanma davranışlarına anlamlı düzeyde pozitif yönlü etki meydana getirdiği belirtilmiştir.

Luthra & Mangla (2018) gelişmekte olan ekonomilerde tedarik zinciri sürdürülebilirliği için Endüstri 4.0 girişimlerine yönelik zorlukların değerlendirilmesine ilişkin, Hindistan'daki çeşitli imalat sektörlerinde çalışanlara uygulanan 86 anketle, yaptıkları araştırmada bu zorlukların yeni iş modelleri ve stratejilerin tanımlanması, örgütsel yapının yeniden revize edilmesi gerektiği, değişim yönetiminin uygulanması ve işletme kültürünün incelenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu kapsamda “Nesnelerin İnterneti (IoT)”, makineleri ve sistemleri birbirine bağlaması ve bir işyerinin tüm departmanları arasında sorunsuz veri aktarımına olanak tanıyarak imalat, bilgi işlem ve diğer birçok sektörde tamamen yeni iş modelleri için fırsatlar yaratması beklenmektedir.

Basl (2017) Çek Cumhuriyetindeki 161 şirketten topladıkları verilerle, Endüstri 4.0 ilkelerini uygulamaya hazır olma durumunu inceledikleri pilot çalışmada, endüstri 4.0'ın uygulanmasının yüksek öneme sahip olduğu ancak teknolojik ve stratejik zorluklar ile Hukuki ve etik konularda sorunların yaşandığı belirtilmiştir. Bu kapsamda firmaların Endüstri 4.0 ile İlgili temel bilgi düzeyleri, firmalardaki uygun stratejilerin varlığı, sorumlu kişileri ve çalışanlar arasındaki genel farkındalığı belirlenmeye odaklanılmıştır. Araştırma, Endüstri 4.0 ile ilgili mevcut bilgilerin çalışanlara ulaştırılması açısından iyileştirme için geniş bir alan olduğunu göstermiştir. Çoğu şirket (%56), çalışanlarının bu yeni trendin ne anlama geldiğinin henüz farkında olmadığını, şirketlerin sadece %8'i'nin Endüstri 4.0'ın çalışanlarının motivasyonunun bir parçası olduğu ile ilgili farkındalıklarının olduğu belirtilmiştir.

Whysall, Owtram & Brittain (2019) Endüstri 4.0'ın yeni yetenek yönetimi zorluklarına ilişkin yaptıkları araştırmada, inşaat, savunma ve kamu sektörlerinde üst düzey çalışan 12 katılımcıyla derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik değişimin hızı, çalışanların mevcut yetenekleri ile rollerinin hızla gelişen gereksinimleri arasında önemli bir boşluk yaratmış ve yetenek geliştirmeye yönelik yeni ve daha etkili yaklaşımları dikkate alma ihtiyacını ortaya çıkardığı belirtilmiştir.

Brozzi, Forti, Rauch & Matt (2020) Sürdürülebilirlik için Endüstri 4.0 Uygulamalarının avantajlarına ilişkin, Marche bölgesinde (İtalya) bulunan 65 şirketin imalathane örneğinde yaptıkları araştırmada genel olarak ekonomik fırsatlar algısının hâkim olduğunu gösterirken, Endüstri 4.0'ın çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki faydalı etkisi arasındaki ilişki, büyüklükleri, ciroları ve dijital seviyeleri ne olursa olsun şirketler arasında oldukça düşük uygulandığı belirtilmiştir. Endüstri 4.0'ın çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki faydalı etkisinin şirketlerin büyüklükleri, ciroları ve dijital seviyeleri fark etmeksizin düşük olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sürdürülebilirliğin sırasıyla sosyal ve ekonomik boyutunun Endüstri 4.0'ın avantajlarıyla ilişkisinin güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Oke & Fernandes (2020) 4. Sanayi Devrimi Üzerine Eğitim Sektörünün Algılarını araştırdıkları araştırmada, eğitim sektöründe çalışan 12 katılımcı ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada eğitim sektöründe dördüncü sanayi devriminin (4IR) kabul edilebilirliği ve sonuçları konusunda yeterli bilgi bulunmadığı belirtilmiştir. Bulgular E4.0'ın yayılmasının önündeki kolaylaştırıcıları ve engelleri anlamak için öğrenme ortamını değerlendirmeye ihtiyaç olmasına rağmen, 4.0'ın öğrencilerin öğrenme deneyimini kolaylaştırabileceğini ve işyerlerini dönüştürebileceğini göstermektedir. Ayrıca eğitim sektörünün, öğrencilerin deneyimini geliştirmek için araştırma ve öğretim yoluyla E4.0 ile ilişkili yeniliklerden yararlanılması gerektiği belirtilmiştir.

Akgül, Akbaş ve Gümüş (2018) tarafından, Türkiye'nin farklı bölgelerinde faaliyet gösteren 4 üniversitede öğrenim gören 472 öğrenciyle, Endüstri 4.0 ile ilgili algı seviyesini ölçmek amacıyla yapılan bir çalışmada, özellikle sosyal programlarda okuyan öğrencilerin algı düzeylerinin mühendislik programlarında okuyan öğrencilere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda kız öğrencilere göre erkek öğrencilerde, İktisadi-İdari Bilimler Fakültesi öğrencilerinde de Mühendislik Fakültesi öğrencilerinden manidar olarak daha yüksektir. Ayrıca ortaöğretim mezuniyet türü ve sınıf düzeyi bakımından farklılıklar meydana gelmediği belirtilmiştir.

Eryılmaz'ın (2018) üniversite öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerini belirlemek amacıyla Turizm fakültesinde öğrenim gören 431 öğrenciyle yaptığı araştırma da özellikle erkek öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerine olan ilgi düzeylerinin kadın öğrencilere göre daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda, Eryılmaz'ın çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile tez çalışmasında elde edilen

sonuçların birbiriyle uyumlu olmadığını söylemek mümkündür. Öğrencilerin eğitim durumları yükseldikçe Bilgi ve İletişim Teknolojiler (BİT) yeterliliklerinde bir farklılaşma olmadığı ve bilgi teknolojileri ile ilgili okul dışında herhangi bir eğitim/kurs programına katıldıklarında bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliklerinin arttığı belirlenmiştir.

Schwab (2019) çalışmasında “Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek” başlıklı kitabı ile Endüstri 4.0’ın tanımı yapmış, nesnelerin interneti, robot teknolojisi, bulut bilişim sistemleri, 3D yazıcılar gibi Endüstri 4.0’ın dinamiklerinin tek tek analizini yapmıştır. Sektörel yansımalarından söz etmiş ve avantajlarından, dezavantajlarından bahsetmiştir. Sanayi 4.0 neticesinde tüm sektörler, işletmeler ve hatta ülkeler olarak bütünsel bir farklılık meydana gelmesi genetik alanından bilgi işlem teknolojilerine dek her çeşit akademik alanı etkileyecek bütün alanlarda aynı anda gelişmeler oluşabilecektir. Teknolojideki ilerlemelerin birbirini takip ederek iç içe geçmesi, eşgüdümlü hareket etmesi ve bütün alanların birlikte etkilenecek gelişmesi bu devrimin en büyük farkı olduğunu ifade etmiştir. Yıldız (2018), “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar” isimli çalışmada esas amaç, rekabet ortamında firmanın sürdürülebilirliklerini koruyabilmeleri için ilerlemeleri yakından izlemeli bu sebeple asıl dinamiklerini doğru ve net olarak incelemektir. Endüstri 4.0’ın temel dinamikleri açıklanarak akıllı fabrikalar ile ilgili genel bir değerlendirme gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda ülkelerin takip ettiği politikalarından da kısa bir şekilde söz edilmiştir.

Lasi ve diğerleri (2014) ve Roblek ve diğerleri, (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, ilk olarak Endüstri 4.0 terimini ortaya çıkma sebepleri ve Endüstri 4.0’ın temel faktörlerine yer verilmiştir. Sonrasında Endüstri 4.0 araçlarının firmalarda hangi alanlarda kullanılabileceği ve bu teknoloji ile hangi farklılıkların ortaya çıkabileceği ile ilgili durumlardan söz edilmiştir. Bu çalışmalar ile örtüşen bir diğer çalışma da Lee ve diğerleri (2010), endüstri 4.0’ın temel faktörlerinden biri olan siber-fiziksel sistemlerin firmalarda uygulanması ile ilgili bir kavramsal çalışma yapmışlardır.

Moniz ve Krings (2016), çalışmasında, imalat endüstrisinde sosyal boyut yönünden yeni robotik sistemlerin insanlar tarafından kullanımına ve bireylerin robotlar ile ilgili davranışlarına değinmiştir. Çalışmada endüstrideki yeni HRI stratejilerinde sosyal boyutları belirlemek ve bütünleştirmek için organizasyonel faktörü entegre eden yeni çözümleri ortaklaşa aramak için sistem geliştiricilerle iş birliği yapılması gerektiği, HRI ile ilgili çalışmaların sayısının artış gösterdiği, Robot üretim endüstrisi bu tür çalışma

faaliyetlerine giderek daha fazla dahil olurken, ürün geliştirmede güvenlik konularına daha fazla dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Nagy ve diğerleri (2018), araştirmasında, Macaristan'da çalışan firmaların Endüstri 4.0 kavramını nasıl ifade ettiklerini, süreçleri desteklemek için hangi Endüstri 4.0 araçlarını kullandıklarını ve uyum esnasında hangi kritik problemler ile karşı karşıya kaldıklarını belirlemeyi hedeflemişlerdir. Nagy ve diğerleri, (2018) tarafından yapılan araştırma ile örtüşen diğer bir araştırma Slusarczyk, (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada müteşebbislerin Endüstri 4.0'a yönelik davranışlarını, firmaların Endüstri 4.0 ile ilgili uygulamaların uygulamaya hazır olup olmadıklarını ve uygulamaların yapılmasında oluşabilecek problemleri belirlemeyi amaç edinmiştir.

Kaygısız ve Sipahi (2018) üniversitelerdeki Y kuşağı öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi seviyelerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, Giresun Üniversitesi'ndeki 321 öğrenciden nicel veriler toplanmıştır. Araştırmada öğrencilerin endüstri 4.0 ile ilgili bilgi düzeylerinin öğrencilerin Endüstri 4.0 terimini ders evresi veya internet yoluyla öğrendiği neticesini elde etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin bireysel yenilikçilik durumları ile cinsiyetleri, eğitim düzeyleri ve endüstri 4.0 kavramını daha önce duyup duymamaları arasındaki ilişkilerinin bağımsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Oliveira ve Sommer (2017) araştırmalarında firmaların küreselleşme ve dijitalleşme evrelerinin Almanya ve Brezilya'da üniversitelerde teknik ve sosyal bilimler alanlarında okuyan öğrencilerin gelecekteki kariyerleri ile İlgili güçlükleri ve farkındalıklarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında öğrencilerin küreselleşme ve dijitalleşme ile ilgili farkındalıklarının ülkelerine, sınıflarına ve öğrenim gördükleri alanlara göre değişiklik gösterip göstermediklerini analiz etmişlerdir.

Bulut ve Akçacı (2017) araştırmalarında, Endüstri 4.0'ın kavramlarının yanı sıra AR-GE planlaması ve iletişim göstergesi dahilinde Türkiye'nin ekonomisi ele almışlardır. Araştırmada Endüstri 4.0'ın 3D yazıcılar, Nesnelerin İnterneti, Arttırılmış gerçeklik ve robot teknolojinin 4 temel teknolojik gelişim üzerinde kurulduğu görülmektedir. 3D teknolojisi ile üretici tüketici terimi meydana gelmiş üretim ve tüketim gerçekleştiren kesimin aynı bireylerin olacağı sistemden söz edilmiştir. Ülkelerin internet kullanım oranları araştırılmış Türkiye'deki oran incelenerek karşılaştırılmıştır. Türkiye de internet kullanım oranını fazla olmasına karşı Endüstri 4.0 dinamikleri karşıısında yeterli

olmamıştır.

Torun ve Cengiz (2019) tarafından yapılmış olan araştırmada ise iktisadi ve idari bilimler fakültesindeki 462 öğrencinin Endüstri 4.0 ile ilgili bakış açılarının teknoloji kabul modeli vasıtasıyla tespit edilmesi amaç edinilmiştir. İlgili literatür dikkate alınarak yapılan bu araştırmada ise; Aydın Adnan Menderes Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili bakış açılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda cinsiyete göre anlamlı farklılık meydana gelmediği, bölümler arasında farklılık meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca algılanan kullanım kolaylığının algılanan fayda üzerinde, algılanan kullanım kolaylığının kullanıma yönelik niyet üzerinde, algılanan faydanın kullanıma yönelik niyet üzerinde ve kullanıma yönelik niyetin kullanım davranışı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenciler endüstri 4.0'a yönelik olumlu algılara sahiptir.

3.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada üniversite öğrencilerinin bakış açısıyla endüstri 4.0'a ilişkin farkındalıklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2019 yılında Aydın Adnan Menderes Üniversitesinde gerçekleştirilen ve 400 öğrencinin katıldığı araştırmada, elde edilen veriler öğrencilerin demografik özelliklerine göre karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda araştırmada öğrencilerin cinsiyet, sınıf düzeyi, yaş, bölüm, anne-baba eğitim durumu, kullanılan teknolojik araçlar, medeni durum, ikamet, endüstri 4.0 kavramını duyma durumu değişkenlerine göre karşılaştırmalar yapılmıştır.

Araştırma endüstri 4.0 kavramı ve uygulamalarının güncel olması, dünya genelinde bu teknolojilerin yaygınlaşmaya başlaması ve üniversite öğrencilerinin teknolojik gelişmelere ilişkin farkındalıklarının ortaya çıkarılması bakımından önemlidir. Gelişim ve inovasyon içerikli derslere sahip olan ülkelerin geleceğinde eğitim sistemi oldukça önemlidir. Bu bağlamda Endüstri 4.0'ın özelliklerini yansıtan eğitim içeriklerine yer verilmesi, yaşam boyu öğrenme sürecinde yenilikçiliğin bir felsefe olarak benimsenmesini sağlayabilir. Endüstri 4.0 ile ilgili sunulan eğitim içerikleri sayesinde öğrencilerde sorumluluk, analitik düşünce, bilgi paylaşımı verimlilik ve inovasyon gibi kariyer geliştirmeye dayalı süreçler ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan özellikle üniversitelerde yenilikçiliği ve inovasyonu içeren Endüstri 4.0 yaklaşımına uygun eğitimlerin hazırlanması önemli görülmektedir. Endüstri 4.0 aynı zamanda bireylere bilimsel düşünme, eleştirel

düşünme ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey beceriler geliştirmeyi destekler. Sonuç olarak yükseköğretim kurumlarında hem öğrencilerin hem de eğitim sunan öğretim elemanlarının dijital okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesi, yenilikçi düşüncenin ve eğitim kalitesinin artırılması bakımından gerekli olduğu gibi önemli görülmektedir.

3.3. Araştırmanın Modeli

Araştırmada betimsel araştırma modellerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli belirli bir duruma ya da olguya yönelik duygu ve düşüncelerin çeşitli yönleriyle ortaya çıkarılmasını sağlayan araştırma modelleridir. Bu modelde herhangi bir müdahale yapılmadan, durum betimlenmeye çalışılmaktadır.

3.4. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan üniversite öğrencileri oluşturmaktadır. Evrenin tamamına ulaşmak zor ve maliyetli olması nedeniyle örneklem seçim yöntemine gidilmiştir. Örneklem seçimi modeli olarak, evrende yer alan her birimin araştırmaya dahil edilme olasılığının eşit olduğu basit seçkisiz örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Örneklemin belirlenmesinde, 2019-2020 eğitim-öğretim döneminde evreni temsil edebilecek kolayda örnekleme metodu ile belirlenmiş 416 öğrenciden 16 öğrenci anket formunu eksik ya da hatalı doldurduğundan araştırmada 400 öğrencinin verileri değerlendirmeye alınmıştır. Betimsel araştırmalar için bu oran yaklaşık %5-10 aralığında yeterli olabilmektedir. Araştırmaya katılan öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.1. Sosyo demografik özellikleri

Sosyo Demografik Özellikler	N	%	
Bölüm	Bilgisayar Mühendisliği	14	3,5
	Elektrik-Elektronik Mühendisliği	16	4,0
	Gıda Mühendisliği	42	10,5
	İktisat	124	31,0
	İnşaat Mühendisliği	51	12,8
	İşletme	13	3,3
	Maliye	28	7,0
	Siyaset Bilimi Ve Kamu Yönetimi	13	3,3
	Uluslararası İlişkiler	7	1,8
	Uluslararası Ticaret Ve Finansman	15	3,8
Anne Eğitimi	İlkokul	157	39,3
	Ortaokul	70	17,5
	Lise	93	23,3
	Üniversite	64	16,0
	Yüksek Lisans	16	4,0
Baba Eğitimi	İlkokul	100	25,0
	Ortaokul	82	20,5
	Lise	116	29,0
	Üniversite	93	23,3
	Yüksek Lisans	9	2,3
Cinsiyet	Kadın	174	43,5
	Erkek	226	56,5
Yaş	17-21	169	42,3
	22-25	193	48,3
	26-29	38	9,5
Medeni Durum	Bekâr	335	83,8
	Evli	15	3,8
	Birlikteliği Var	50	12,5
Kişi Sayısı	2 kişi	8	2,0
	3 kişi	49	12,3
	4 kişi	176	44,0
	5 kişi	89	22,3
	6 kişi ve Üzeri	78	19,5
Sınıf	1. sınıf	91	22,8
	2. sınıf	83	20,8
	3. sınıf	111	27,8
	4. sınıf	115	28,8
Gelir	2000 TL'den Az	5	1,3
	2000-3000 TL	22	5,5
	3000-4000 TL	57	14,3
	4000-5000 TL	41	10,3
	5000-6000 TL	82	20,5
	6000 ve Üzeri	193	48,3
İkamet	Yurt	127	31,8
	Pansiyon	15	3,8
	Ev	190	47,5
	Akraba Yanı	3	0,8
	Kendi Evleri	65	16,3
Toplam	400	100,0	

Tablo 3.1 incelendiğinde bölüm değişkeni bakımından öğrencilerin %4'ünün elektrik-elektronik mühendisliği, %10.5'inin gıda mühendisliği, %31'inin iktisat, %12.8'inin inşaat mühendisliği, %3.3'ünün işletme, %18.3'ünün makine mühendisliği, %7'sinin maliye%3.3'ünün siyaset bilimi ve kamu yönetimi, %1.8'inin uluslararası ilişkiler, %3.8'inin uluslararası ticaret ve finansman bölümlerinde öğrenim görmektedirler. Anne eğitim durumu bakımından öğrencilerin %39.3'ünün ilkokul mezunu, %17.5'inin ortaokul mezunu, %23.3'ünün lise mezunu, %16'sının üniversite mezunu, %4'ünün ise yüksek lisans mezunu olduğu; baba eğitim durumu bakımından %25'inin ilkokul mezunu, %20.5'inin ortaokul mezunu, %29'unun lise mezunu, %23.3'ünün üniversite mezunu, %2.3'ünün ise yüksek lisans mezunudur. Öğrencilerin cinsiyet bakımından %43.5'inin kadın ve %56.5'inin ise erkek olduğu; yaş grubu bakımından %42.3'ünün 17-21 yaş, %48.3'ünün 22-25 yaş ve %9.5'inin 26-29 yaş grubunda; medeni durum bakımından %83.8'i bekar, %3.8'i evli ve %12.5'inin birlikteliği var yanıtını verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca ailedeki kişi sayısı bakımından %2'sinin evde 2 kişi, %12.3'ünün 3 kişi, %44'ünün 4 kişi, %22.3'ünün 5 kişi ve %19.5'inin ise 6 ve daha fazla kişiyle yaşamakta olduğu; sınıf düzeyi bakımından %22.8'inin 1. sınıf, %20.8'inin 2. sınıf, %27.8'inin 3. sınıf, %28.8'inin 4. Sınıfta öğrenim gördüğü; gelir düzeyi bakımından %1.3'ünün 2000 TL'den az, %5.5'inin 2000-3000 TL arası, %14.3'ünün 3000-4000 TL arası, %10.3'ünün 4000-5000 TL arası, %20.5'inin 5000-6000 TL arası, %48.3'ünün 6000 TL ve üzeri olduğu; ikamet bakımından öğrencilerin %31.8'inin yurttan, %3.8'inin pansiyonda, %47.5'inin evde, %0.8'inin akraba yanında, %16.3'ünün ise kendi evinde yaşamakta olduğu belirlenmiştir.

3.5. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak, “Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçekte araştırmanın temelinde yer alan değişkenlerin her biri ile ilgili sorular bulunmaktadır. Ölçekte yer alan sorular 5'li likert tipinde hazırlanmıştır. Katılım düzeyleri, 1= her zaman, 2= sıklıkla, 3= genellikle, 4= nadiren, 5=hiçbir zaman şeklindedir. Ayrıca ölçeğe katılanlarla ilgili demografik bilgiler için sorular sorulmuştur.

Ölçekte yer alan soruların faktör analizi ve güvenilirlik analizleri yapılmış olup, formda “Endüstri 4.0 Faydası (E4F), Endüstri 4.0 Bilgisi, Endüstri 4.0'ın Gelişimi, Endüstri 4.0 Olumsuz Yönleri, Endüstri 4.0 Sanal Kullanım, Endüstri 4.0 Katkıları, Teknolojinin Vazgeçilmezleri, Robot Kullanımı, Endüstri 4.0 Zararları” şeklinde 9 alt boyut ve toplam 24 madde bulunmaktadır. Anket formunun geçerlik ve güvenilirlik

analizlerine ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.6. Faktör Analizi

Faktör analizinin yapılabilmesi için ilk olarak örneklemin yeterli olup olmadığını incelemek için Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) Testi yapılmıştır. KMO test sonucunun 0.5 değerinden büyük olması incelenen ele alınan verilerin örneklem boyutunun yeterli olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2010: 322). Daha sonra verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığını test edilmesi gerekmektedir. Bunun için ise Barlett' s Sphericity Test kullanılmaktadır. Bu test sonucunda elde edilen p değerinin 0.05'den küçük olması verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Analiz sonucunda elde edilen KMO ve Barlett Testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.2. KMO ve Barlett testi sonuçları

KMO		.844
Bartlett Testi	Chi-Square	3963.525
	df	595
	Sig.	.00

Analiz sonucunda elde edilen KMO değeri 0.844 olarak elde edilmiştir. Bu değer faktör analizi yapabilmek için yeterli sayıda örneklem bulunduğunu göstermektedir. Verilerin uygunluğunu test etmek için yapılan Barlett Testi sonucunun anlamlı ($p \leq 0.00$) olduğu görülmektedir. Yani ele alınan verilerin faktör analizi için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Faktör analizi sonucunda elde edilen faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans oranları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.3. Elde edilen faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans oranları

Faktörler	Özdeğerler	Açıklanan Varyans	Toplam Varyans
1	6.944	19.839	19.839
2	2.656	7.588	27.427
3	2.317	6.620	34.048
4	1.995	5.701	39.749
5	1.581	4.518	44.267
6	1.339	3.826	48.093
7	1.211	3.461	51.555
8	1.086	3.104	54.659
9	1.017	2.905	57.564

Yapılan faktör analizi sonucunda toplam varyansın %57.5'ini açıklayan ve özdeğeri 1.00'ın üzerinde 9 faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Varimax dönüşümü yapıldıktan sonra, faktör yük değerleri incelenmiştir. Faktör analiz sonuçlarını incelemek için faktör yükleri önem taşımaktadır. Analiz sonucunda elde edilen faktör yükleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.4. Faktör yükleri

Maddeler	Faktör yükleri
Endüstri 4.0 Faydaları (E4F)	
Madde13 Endüstri 4.0'ın üretimde kullanılan sistemlerin etkin	0.768
Madde11 Endüstri 4.0 dönüşümünün 3.0 endüstriyel (sanayi)	0.729
Madde12 Endüstri 4.0 uygulama veya teknolojileri istihdamı artıracaktır.	0.707
Madde14 Üretimde esneklik sayesinde akıllı fabrikalar ve evler	0.633
Madde9 4.0 endüstriyel dönüşümünün teknolojik aletlerin yerinde	0.589
Madde10 Nesnelerin interneti çağı ile robotların çağı arasında	0.571
Madde15 4.0 endüstriyel dönüşümü, farklı toplumsal birimlerin	0.534
Endüstri 4.0 Bilgi Sahipliği (E4BS)	
Madde2 4.0 endüstriyel dönüşümünün teknolojik arka planı	0.774
Madde1 4.0 endüstriyel dönüşümü hakkında yeterli bilgiye sahibim.	0.744
E4BS_3 Endüstri 4.0 kullanımının ne anlama geldiğini ve farklı	0.737
E4BS_4 Endüstri 3.0'ın; elektronik kullanımı ve dijital	0.716
Madde5 Endüstri 4.0 veya 4. Sanayi Devrimi, birçok çağdaş	0.582
Endüstri 4.0'ın gelişimi (E4G)	
Madde22 Büyük veri ve dataların kullanımı, sanallık	0.735
Madde20 Eklemeli üretim sisteminin (<i>Plastik, metal,</i>)	0.680
Madde21 Ses, video, grafik veya GPS verilerinin duyuşal	0.648
Madde19 Yapay zekaya sahip sistemler, üretimde mutlaka	0.496
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri (E4OY)	
Madde30 Üretim ve paketleme süreçlerinde robot kullanımı	0.720
Madde31 Bulut bilişim sistemi uygulamalarının, farklı	0.641
Madde33 Nesnelerin interneti ve robot sistemler kazaları ve	0.541
Madde32 Küçük ve orta ölçekli firmalar için yanlış	0.531
Endüstri 4.0 sanal kullanım (E4SK)	
Madde8 " <i>Fiber-siber sistemler</i> " ifadesinin, sanal dünyanın	0.704
Madde7 " <i>Hizmetlerin İnterneti</i> " ifadesiyle, üretim ve	0.690
Madde6 " <i>Nesnelerin interneti</i> " ifadesiyle, makinelerin	0.667
Endüstri 4.0 katkıları (E4K)	
Madde25 4.0 endüstrisi üretimde esnekliğin artırılması	0.674
Madde26 İnsan hatasına bağlı kazalar ve kayıplar robot	0.619
Madde29 Görsel benzetimin gerçek dünya ile bütünleştirilmesi	0.537
Madde24 Teknolojik reformların gerçekleştirildiği varsayılarak,	0.446
Madde17 Endüstriyel devrim içinde yer alan özerk robot	0.692
Madde18 Bulut bilişim sistemi üretimde mutlaka gereklidir,	0.524
Teknolojinin vazgeçilmezleri (TV)	
Madde16 4.0 dönüşümlü endüstriler teknolojik inovasyon	0.515
Robot kullanım (RK)	
Madde35 Robotların işçinin yerini almaktan çok işçiliği	0.805
Madde34 Robotlar sayesinde seri olarak yapılan yüksek	0.649
Endüstri 4.0 zararları (E4Z)	
Madde27 Kendi kendine insan müdahalesi olmadan karar	0.729
Madde28 Üretimde kapasiteler yetersiz kaldığında, verimlilik	0.419

Faktör analizi sonucunda maddelerin 9 faktöre ayrıldığı belirlenmiştir. Tabloda faktörler ve maddelerin faktör yükleri incelendiğinde Faktör 1'in yük değeri 0.53 ile 0.76 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 Faydaları (E4F)” şeklinde, Faktör 2'nin yük değeri 0.58 ile 0.77 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 Bilgi Sahipliği (E4BS)” şeklinde, Faktör 3'ün yük değeri 0.49 ile 0.73 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0'ın gelişimi” şeklinde, Faktör 4'ün yük değeri 0.53 ile 0.72 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 olumsuz yönleri” şeklinde, Faktör 5'in yük değeri 0.66 ile 0.70 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 sanal kullanım” şeklinde, Faktör 6'nın yük değeri 0.52 ile 0.67 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 katkıları” şeklinde, Faktör 7'nin yük değeri 0.51 ile 0.69 arasındadır ve bu faktör yükü “Teknolojinin vazgeçilmezleri” şeklinde, Faktör 8'in yük değeri 0.64 ile 0.80 arasındadır ve bu faktör yükü “Robot kullanımı” şeklinde ve Faktör 9'un yük değeri 0.41 ile 0.72 arasındadır ve bu faktör yükü “Endüstri 4.0 zararları” şeklinde adlandırılmıştır.

3.7. Güvenilirlik Analizi

Faktör Analizi sonucunda ortaya çıkan 9 faktörlü yapının güvenilirlik analizleri incelenmiş olup, bu boyutlara ait güvenilirlik analizi sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.5. Güvenilirlik analizi sonuçları

Alt Boyutlar	Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	Madde Sayısı
Endüstri 4.0 Faydası (E4F)	0,900	0,901	7
Endüstri 4.0 Bilgisi (E4B)	0,928	0,929	5
Endüstri 4.0'ın Gelişimi (E4G)	0,839	0,839	4
Endüstri 4.0 Olumsuz Yönleri (E4OY)	0,664	0,663	4
Endüstri 4.0 Sanal Kullanım (E4SK)	0,785	0,786	3
Endüstri 4.0 Katkıları (E4K)	0,760	0,758	4
Teknolojinin Vazgeçilmezleri (TV)	0,777	0,777	3
Robot Kullanımı (RK)	0,535	0,538	2
Endüstri 4.0 Zararları (E4Z)	0,695	0,695	2

Ölçeğin alt boyutlarının güvenilirlik analizi sonucunda elde edilen değerler tabloda verilmiştir. Buna göre “Endüstri 4.0 Faydası (E4F)” Cronbach's Alpha değeri 0.901 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7'nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Endüstri 4.0 Bilgisi” Cronbach's Alpha değeri 0.928 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7'nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede

güvenilir olduğu söylenebilir. “Endüstri 4.0’ın Gelişimi” Cronbach’s Alpha değeri 0.839 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Endüstri 4.0 Olumsuz Yönleri” Cronbach’s Alpha değeri 0.664 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun orta derecede güvenilir olduğu söylenebilir.

“Endüstri 4.0 Sanal Kullanım” Cronbach’s Alpha değeri 0.785 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Endüstri 4.0 Katkıları” Cronbach’s Alpha değeri 0.760 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Teknolojinin Vazgeçilmezleri” Cronbach’s Alpha değeri 0.777 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Robot Kullanımı” Cronbach’s Alpha değeri 0.538 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun orta derecede güvenilir olduğu söylenebilir. “Endüstri 4.0 Zararları” Cronbach’s Alpha değeri 0.695 olarak elde edilmiştir. Bu değer 0.7’nin üzerinde olduğu zaman yüksek derecede güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir. Bu nedenle incelenen alt boyutun orta derecede güvenilir olduğu söylenebilir.

3.8. Verilerin Analizi

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin demografik özelliklerine ilişkin bulguları belirlemek amacıyla frekans ve yüzde analizleri elde edilmiştir. Verilerin parametrik koşulları sağlaması için normallik varsayımını ve homojenlik varsayımını sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle araştırma verilerinin normallik dağılımları Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları ile incelenmiştir.

Tablo 3.6. Normallik testi sonuçları

Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
0,233	399	0,00	0,846	399	0,00

Analiz sonucunda elde edilen bulgular ele alınan ölçeklerin normallik varsayımını sağlamadığını ($p \leq 0.05$) göstermektedir. Parametrik varsayımlardan homojenlik varsayımı için gerçekleştirilen Levene testi sonuçları ise aşağıda verilmiştir;

Tablo 3.7. Levene testi sonuçları

Levene Statistic	df ₁	df ₂	Sig.
81,652	1	398	0,00

Analiz sonucunda elde edilen bulgular ele alınan ölçeklerin homojenlik varsayımını sağlamadığını ($p \leq 0.05$) göstermektedir. Sonuç olarak ele alınan verilerin parametrik varsayımları sağlamadığı görülmektedir. Bu durumda verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda verilerin çarpıklık ve basıklık değerleri aşağıda verilmiştir;

Tablo 3.8. Çarpıklık ve basıklık sonuçları

	İstatistik Değeri	Standart Hata
Çarpıklık	0,919	0,172
Basıklık	0,367	0,343

Analiz sonucunda elde edilen çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir. Bu değerler -1.96 ile +1.96 arasında olması gerekmektedir. Buna göre anket sonucunda elde edilen verilerin çarpıklık basıklık aralıklarına uyduğu görülmektedir. Bu doğrultuda parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda verilerin parametrik olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu doğrultuda verilerin demografik özelliklere göre farklılık belirtip belirtmediğini test etmek amacıyla t testi ve ANOVA testi yapılmıştır. ANOVA analizi sonucu anlamlı farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla Post-Hoc testlerinden Tukey Testi uygulanmıştır.

Bağımsız örneklem t testi, araştırma verilerinin ve varyansların homojen olması durumunda iki kategorili olan değişkenlerin analizinde kullanılan parametrik bir test iken, ANOVA testi araştırma verilerinin ve varyansların homojen olması durumunda ve en az üç

kategoriye sahip değişkenlerin analizinde kullanılan parametrik bir testtir.

3.9. Araştırmanın Hipotezleri

Bu araştırmada üniversite öğrencilerinin bakış açısıyla endüstri 4.0'a ilişkin farkındalıklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırmanın amacı kapsamında incelenen hipotezler belirlenirken genel olarak H0 yokluk hipotezleri, yukarıda faktör analiziyle belirlenmiş olan alt faktörlerin belirli bir demografik faktöre göre farklılık göstermediğini belirtmektedir. Alternatif hipotezler ise aşağıda farklı demografik değişkenlere yönelik olarak tanımlanmıştır. Bu hipotezlerde italik olarak verilen kelimeler demografik değişkeni göstermektedir;

H1₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri cinsiyet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H2₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri WIFI kullanımı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H3₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri Endüstri 4.0 kavramı duyma değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H4₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri yaş değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H5₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri evdeki kişi sayısı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H6₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri baba eğitim durumu değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H7₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sınıf düzeyi değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H8₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri ikamet yeri değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H9₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sahip olunan teknolojik alet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

H10₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri fakülte değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

3.10. Araştırma Bulguları

Çalışma kapsamında kullanılan verilerle gerçekleştirilen analiz sonuçları ve ilgili yorumlar bu kısımda yer almaktadır.

3.10.1. Demografik Özelliklere Yönelik Bulgular

3.10.1.1. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tablo ile ifade edilmiştir;

Tablo 3.9. Cinsiyete Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

	Cinsiyet	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	df	p-değeri
Endüstri 4.0 faydası	Kadın	174	2.6591	1.15232	1.95	39	0.051*
	Erkek	226	2.4543	0.94341	4	8	
Endüstri 4.0 bilgisi	Kadın	174	3.6141	1.08779	3.21	39	0.001**
	Erkek	226	3.2542	1.12931	0	8	
Endüstri 4.0 sanal kullanım	Kadın	174	3.2280	1.19720	3.43	39	0.001**
	Erkek	226	2.8385	1.06358	7	8	
Teknolojinin vazgeçilmezleri	Kadın	174	2.8065	1.03639	3.66	39	0.00***
	Erkek	226	2.4454	0.92814	6	8	

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo incelendiğinde cinsiyete göre değerlendirilen “Endüstri 4.0 sanal kullanım” ve “Endüstri 4.0 bilgisi” ve “Teknolojinin vazgeçilmezleri” faktörleriyle anlamlı bir farklılık olduğu, fakat incelenen diğer faktörlerle cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre “*H1₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri cinsiyet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.2. Öğrencilerin WIFI Kullanım Durumlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin WIFI kullanım durumlarına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tablo ile ifade edilmiştir.

Tablo 3.10. WIFI Kullanımına Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	df	P-değeri
Endüstri 4.0 bilgisi	Evet	351	3.4454	1.14399	1.65	39	0.099
	Hayır	49	3.1622	0.94536	5	8	
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri	Evet	349	2.8988	0.88990	1.94	39	0.053
	Hayır	49	2.6378	0.81019	3	6	
Robot kullanımı	Evet	350	2.8500	1.06840	2.08	39	0.038*
	Hayır	49	2.5102	1.06306	6	7	

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 bilgisi, Endüstri 4.0 olumsuz yönleri ve robot kullanımı evet ve hayır cevapları olarak gruplandırılmıştır. Bu grubaşmaya göre elde edilen sonuca göre WIFI kullanım durumuna göre sadece “Robot kullanımı” faktörüne göre anlamlı bir farklılık olduğu, fakat incelenen diğer faktörlerle WIFI kullanım durumu arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre “*H21 Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri WIFI kullanımı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.3. Öğrencilerin Endüstri 4.0 Kavramını Duyma Durumlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin endüstri 4.0 kavramı duymasına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.11. Endüstri 4.0 Kavramı Duyumuna Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
Endüstri 4.0 faydası	Evet	226	2.9954	1.08459	8.024	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.2093	0.86934			
Endüstri 4.0 bilgisi	Evet	226	4.1451	0.93870	13.800	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.8502	0.91848			
Endüstri 4.0'ın gelişimi	Evet	226	2.5606	1.01712	3.530	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.2209	0.89759			
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri	Evet	226	2.9701	0.85507	2.090	396	0.003 *
	Hayır	170	2.7832	0.89973			
Endüstri 4.0 sanal kullanım	Evet	226	3.4457	1.12273	6.999	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.6836	1.03939			
Endüstri 4.0 katkıları	Evet	226	2.7727	0.96066	6.081	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.2226	0.83981			
Teknolojinin vazgeçilmezleri	Evet	226	2.9264	1.01246	5.888	396	0.000 ***
	Hayır	172	2.3599	0.90118			

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

“Endüstri 4.0 faydası”, “Endüstri 4.0 bilgisi”, “Endüstri 4.0'ın gelişimi”, “Endüstri 4.0 sanal kullanım”, “Endüstri 4.0 katkıları” ve “Teknolojinin vazgeçilmezleri” faktörlerinin evet ve hayır cevaplarına göre gruplaştırılması sonucunda, endüstri 4.0 kavramı duyup duymama arasındaki faktörlerin anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna göre “*H31 Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri Endüstri 4.0 kavramı duyma değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.4. Öğrencilerin Yaşlarına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin yaş gruplarına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.12. Yaşa Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	p
Endüstri 4.0 bilgisi	17-21	169	35.571	105.347	2.572	0.078
	22-25	193	32.912	118.153		
	26-29	38	33.671	108.380		
	Toplam	400	34.108	112.434		

“Endüstri 4.0 faydası”, “Endüstri 4.0 bilgisi”, “Endüstri 4.0’ın gelişimi”, “Endüstri 4.0 sanal kullanım”, “Endüstri 4.0 katkıları”, “Endüstri 4.0 katkıları” ve “Teknolojinin vazgeçilmezleri” faktörlerinin yaşa göre gruplaştırılması sonucunda endüstri 4.0 ile ilgili bilgilere göre “Endüstri 4.0 bilgisi” faktörü arasında anlamlı bir farklılık olduğu, fakat incelenen diğer faktörlerle endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Yaş değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri içeren faktörler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($p>0.05$) sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre “*H₄₀ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri yaş değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.5. Öğrencilerin Evdeki Kişi Sayısına Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin evlerindeki kişi sayısına göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tablo ile ifade edilmiştir;

Tablo 3.13. Evdeki Kişi Sayısına Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

Alt Boyutlar	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	p	
Endüstri 4.0 faydası	2	8	27.500	0.97116	2.561	0.038*
	3	49	21.395	0.88666		
	4	176	25.968	106.981		
	5	89	25.019	103.033		
	6 ve üzeri	78	27.027	105.115		
	Toplam	400	25.434	104.305		
Endüstri 4.0’ın gelişimi	2	8	31.563	148.166	2.545	0.039*
	3	49	21.429	0.79057		
	4	176	24.460	0.98851		
	5	89	22.790	0.9312		
	6 ve üzeri	78	23.333	0.94548		
	Toplam	400	23.640	0.96405		
Endüstri 4.0 katkıları	2	8	31.250	119.014	3.387	0.010**
	3	49	21.122	0.67008		
	4	176	25.517	0.99212		
	5	89	23.843	0.84034		
	6 ve üzeri	78	24.821	0.94759		
	Toplam	400	24.585	0.93189		
Teknolojinin vazgeçilmezleri	2	8	31.250	102.256	2.710	0.030*
	3	49	23.061	0.81034		
	4	176	26.780	103.641		
	5	89	24.607	0.97378		
	6 ve üzeri	78	27.265	0.96511		
	Toplam	400	26.025	0.99178		

Tablo 3.13. Evdeki Kişi Sayısına Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık (devamı)

	2	8	30.00	128.174		
	3	49	21.939	0.93995		
Endüstri 4.0 zararları	4	176	26.818	105.338	2.854	0.024*
	5	89	24.213	108.946		
	6 ve üzeri	78	24.936	102.087		
	Toplam	400	25.338	105.642		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Evdeki kişi sayısı değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri belirten faktörlerden “Endüstri 4.0 faydası”, “Endüstri 4.0’ın gelişimi”, “Endüstri 4.0 katkıları”, “Endüstri 4.0 zararları” ve “Teknolojini vazgeçilmezleri” faktörleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) saptanmıştır. Elde edilen bu farklılığın hangi değişkenden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Yapılan Tukey Testi bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.14. Evdeki Kişi Sayısına Göre Tukey Testi

Değişkenler			Ortalama Farkı	Standart Hata	p
Endüstri 4.0 Faydası	3	4	-0.45738	0.16718	0.051*
		6 ve üzeri	-,56323*	0.18867	0.025*
	4	3	0.45738	0.16718	0.051*
Endüstri 4.0’ın gelişimi	2	3	1,01339*	0.3648	0.045*
		3	2	-1,01339*	0.3648
	2	3	1,01276*	0.35117	0.034*
Endüstri 4.0 katkıları	3	2	-1,01276*	0.35117	0.034*
		4	-,43946*	0.14875	0.027*
	4	3	,43946*	0.14875	0.027*
Endüstri 4.0 Zararları	4	3	,48794*	0.16907	0.033*

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yapılan Tukey Testi sonuçları “Endüstri 4.0 faydası” faktörüne göre incelendiğinde evinde 3 kişi olanlar ile 6 ve üzeri kişi olanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu; “Endüstri 4.0’ın gelişimi” faktörüne göre incelendiğinde evinde 2 kişi olanlar ile 3 kişi olanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu; “Endüstri 4.0 katkıları” faktörüne göre incelendiğinde evinde 2 kişi olanlar ile 3 kişi olanlar arasında, 3 kişi olanlar ile hem 2 hem 4 kişi olanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu; “Endüstri 4.0 zararları” faktörüne göre incelendiğinde ise evinde 3 kişi olanlar ile 4 kişi olanlar arasında anlamlı bir farklılık

olduğu görülmektedir. Buna göre “H5₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri evdeki kişi sayısı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.6. Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin babalarının eğitim durumuna göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.15. Babanın Eğitim Durumuna Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	P
Endüstri 4.0'ın gelişimi	İlkokul	100	22.308	0.91294	2.430	0.047*
	Ortaokul	82	26.382	108.133		
	Lise	116	23.685	0.96203		
	Üniversite	93	22.625	0.90373		
	Yüksek Lisans	9	23.333	0.625		
	Toplam	400	23.640	0.96405		
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri	İlkokul	100	27.075	0.86485	2.542	0.039*
	Ortaokul	82	31.118	0.88019		
	Lise	114	28.575	0.85054		
	Üniversite	93	28.513	0.89827		
	Yüksek Lisans	9	26.759	108.529		
	Toplam	398	28.666	0.8837		
Endüstri 4.0 katkıları	İlkokul	100	23.595	0.84458	3.026	0.018*
	Ortaokul	82	27.256	100.441		
	Lise	116	25.099	0.94451		
	Üniversite	93	22.833	0.89935		
	Yüksek Lisans	9	22.722	0.92571		
	Toplam	400	24.585	0.93189		
Endüstri 4.0 zararları	İlkokul	100	23.150	102.901	3.041	0.017*
	Ortaokul	82	27.622	103.705		
	Lise	116	26.767	104.934		
	Üniversite	93	23.925	103.695		
	Yüksek Lisans	9	25.00	134.629		
	Toplam	400	25.338	105.642		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Babanın eğitim durumu değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler hakkındaki faktörlerden “Endüstri 4.0'ın gelişimi”, “Endüstri 4.0 olumsuz yönleri”, “Endüstri 4.0 katkıları” ve “Endüstri 4.0 zararları” arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) görülmektedir. Elde edilen bu farklılığın hangi değişkenden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Yapılan Tukey Testi

bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.16. Babanın Eğitim Durumuna Göre Tukey Testi

Değişkenler			Aritmetik Ortalama Farkı	Standart Hata	P
Endüstri 4.0'ın gelişimi	İlkokul	Ortaokul	-,40738*	0.14261	0.036*
	Ortaokul	İlkokul	,40738*	0.14261	0.036*
	Yüksek Lisans	Ortaokul	-,40429*	0.13064	0.018*
Endüstri 4.0 Olumsuz Yönleri	Ortaokul	İlkokul	,40429*	0.13064	0.018*
Endüstri 4.0 Katkıları	Ortaokul	Üniversite	,44228*	0.13975	0.014*
	Üniversite	Ortaokul	-,44228*	0.13975	0.014*
	Yüksek Lisans	Ortaokul	-,44720*	0.1558	0.035*
Endüstri 4.0 zararları	İlkokul	Lise	-0.36172	0.1427	0.085
		Ortaokul	,44720*	0.1558	0.035*

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yapılan Tukey Testi sonuçları Endüstri 4.0'ın gelişimi faktörüne göre incelendiğinde, babalarının eğitim durumu ilkokul ve ortaokul olanlar arasında; Endüstri 4.0 olumsuz yönleri faktörüne göre incelendiğinde, babalarının eğitim durumu ortaokul ve ilkokul olanlar arasında; Endüstri 4.0 katkıları faktörüne göre incelendiğinde, babalarının eğitim durumu ortaokul ve üniversite olanlar arasında; Endüstri 4.0 zararları babalarının eğitim durumu ilkokul ve ortaokul olanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Buna göre “*H₆₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri baba eğitim durumu değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.7. Öğrencilerin Sınıf Düzeyine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin sınıf düzeylerine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.17. Sınıf Düzeylerine Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

Alt Boyutlar		N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	F	P
Endüstri 4.0 faydası	1	91	2.6033	1.10873	2.172	0.091*
	2	83	2.3559	0.92299		
	3	111	2.7117	1.09018		
	4	115	2.4688	1.00805		
	Toplam	400	2.5434	1.04305		
Endüstri 4.0 bilgisi	1	91	3.7896	1.03900	8.113	0.000**
	2	83	3.1042	1.06617		
	3	111	3.5622	1.10883		
	4	115	3.1861	1.14544		
	Toplam	400	3.4108	1.12434		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sınıf düzeyi değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler hakkındaki faktörlerden Endüstri 4.0 bilgisi ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) görülmektedir. Elde edilen bu farklılığın hangi sınıf düzeyinde kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Endüstri 4.0 faydası ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.10$) görülmektedir Endüstri 4.0 bilgisi için yapılan Tukey Testi bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.18. Sınıf Düzeyine Göre Tukey Testi

Değişkenler		Aritmetik Ortalama Farkı	Standart Hata	P	
Endüstri 4.0 bilgisi	1	2	,68534*	0.16626	0.000***
		4	,60347*	0.15369	0.001***
	2	1	-,68534*	0.16626	0.000***
		3	-,45795*	0.15896	0.022*
	3	2	,45795*	0.15896	0.022*
		4	,37608*	0.14576	0.050*
	4	1	-,60347*	0.15369	0.001**
		3	-,37608*	0.14576	0.050*

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 bilgisi faktörüne göre yapılan Tukey Testi sonuçları incelendiğinde öğrencilerin sınıf düzeylerinin “1. sınıf” olması ile “2. sınıf” ve “4. sınıf” olması arasında, “2. sınıf” olması ile “1. sınıf” ve “3. sınıf” olması arasında; “3. sınıf” olması ile “2. sınıf ve “4. sınıf” olması arasında; ve “4. sınıf” olması ile “1. sınıf” ve “3 sınıf” olması arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Buna göre “*H₇₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sınıf düzeyi değişkenine göre anlamlı düzeyde*

farklılaşmaktadır.” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.1.8. Öğrencilerin İkamet Yerine Göre Endüstri 4.0 Bilgisi

Araştırmaya katılan öğrencilerin ikamet yerlerine göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tablo ile ifade edilmiştir;

Tablo 3.19. İkamet Yerlerine Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	F	P
Endüstri 4.0 bilgisi	Yurt	127	3.4969	1.09188	5.883	0.000***
	Pansiyon	15	2.4800	0.94052		
	Ev	190	3.3679	1.11065		
	Akraba yanı	3	1.600	0.52915		
	Kendi evleri	65	3.6662	1.11615		
	Toplam	400	3.4108	1.12434		
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri	Yurt	126	2.8492	0.89267	2.207	0.068
	Pansiyon	15	2.4333	0.86843		
	Ev	189	2.8964	0.85272		
	Akraba yanı	3	1.8333	0.38188		
	Kendi evleri	65	2.9615	0.93589		
	Toplam	398	2.8666	0.88370		
Endüstri 4.0 sanal kullanım	Yurt	127	2.9593	1.15674	2.827	0.025*
	Pansiyon	15	2.400	0.73679		
	Ev	190	3.0360	1.10582		
	Akraba yanı	3	1.6667	0.88192		
	Kendi evleri	65	3.2231	1.21274		
	Toplam	400	3.0079	1.13874		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

İkamet yeri değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler hakkındaki faktörlerden “Endüstri 4.0 bilgisi” ve “Endüstri 4.0 sanal kullanım” faktörleri ile ikamet yeri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) görülmektedir. Elde edilen bu farklılığın hangi ikamet yerinden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Yapılan Tukey Testi bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.20. İkamet Yerine Göre Tukey Testi

Değişkenler		Aritmetik Ortalama Farkı	Standart Hata	P
Yurt	Pansiyon	1,01685*	0.29972	0.007*
	Akraba Yanı	1,89685*	0.64125	0.027*
Pansiyon	Yurt	-1,01685*	0.29972	0.007*
	Ev	-,88789*	0.29442	0.023*
	Kendi Evleri	-1,18615*	0.31446	0.002*
Endüstri 4.0 bilgisi	Pansiyon	,88789*	0.29442	0.023*
	Akraba Yanı	1,76789*	0.63879	0.046*
Akraba Yanı	Yurt	-1,89685*	0.64125	0.027*
	Ev	-1,76789*	0.63879	0.046*
Kendi Evleri	Kendi Evleri	-2,06615*	0.64827	0.013*
	Pansiyon	1,18615*	0.31446	0.002*
	Akraba Yanı	2,06615*	0.64827	0.013*

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yapılan Tukey Testi sonuçları “Endüstri 4.0 bilgisi” faktörüne göre incelendiğinde öğrencilerin yurttaki kalmaları ile pansiyon ve akraba yanında kalmaları arasında; pansiyonda kalmaları ile yurt, ev ve kendi evlerinde kalmaları arasında; evde kalmaları ile pansiyon, akraba yanı ve kendi evlerinde kalmaları arasında; akraba yanında kalmaları ile yurt, ev ve kendi evlerinde kalmaları arasında; kendi evlerinde kalmaları ile pansiyon ve kendi evlerinde kalmaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Buna göre “*H81 Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri ikamet yeri değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.2. Teknolojik Donanım ve İnternet Erişim Özelliklerine Yönelik Bulgular

3.10.2.1. Öğrencilerin Endüstri Araçları ve Endüstri 4.0 Bilgisi

Ankete katılan öğrencilerin teknolojik aletler ve endüstri ile ilgili bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.21. Endüstri Araçları Ve Endüstri İle İlgili Bilgiler

		N	%
Endüstri Araçları	Masaüstü Bilgisayar	12	3,0
	Dizüstü Bilgisayar	52	13,0
	Tablet	6	1,5
	Oyun Konsolu	4	1,0
	Akıllı Telefon	316	79,0
	Cep Telefonu	10	2,5
Endüstri Araçlarının Kullanım Sıklığı	Masaüstü Bilgisayar	25	6,3
	Dizüstü Bilgisayar	69	17,3
	Tablet	22	5,5
	Akıllı veya Cep Telefon	284	71,0
Wifi Kullanımı	Evet	351	87,8
	Hayır	49	12,3
Endüstri kavram bilgi	Evet	226	56,5
	Hayır	172	43,0
Bilgi kaynağı	Ders Konusu	101	25,3
	Sosyal Medya	113	28,3
	İnternet Sitesi	130	32,5
	Arkadaş Ortamı	22	5,5
	TV-Gazete-Dergi	6	1,5
	Panel-Seminer	28	7,0
	Teknoloji	116	29,0
Endüstri anlam ifadesi	Rekabet	46	11,5
	Endüstriyel Devrim	52	13,0
	Küreselleşme	34	8,5
	Akıllı Fabrikalar	149	37,3
	Geleceğin Fabrikaları	3	0,8
	Toplam	400	100,0

Üniversite öğrencilerinin endüstri araçları ve endüstri ile ilgili bilgileri incelendiğinde Endüstri aracı olarak %3'ünün masaüstü bilgisayarı, %13'ünün dizüstü bilgisayarı, %1.5'inin tableti, %1'inin oyun konsolu, %79'unun akıllı telefonu, %2.5'inin ise cep telefonu tercih etmektedirler. Öğrencilerin gün içinde en sık kullandıkları endüstri araçlarının %71'i cep telefonu, %17.3'ü dizüstü bilgisayar, %6.3'ü masaüstü bilgisayar ve %5.5'i tablet olduğu görülmektedir. Öğrencilerin %87.8'inin evinde/ikamet ettiği yerde WIFI bulunmakta iken %12.2'sinde bulunmamaktadır. Öğrencilerin %56.5'i endüstri 4.0 kavramını daha önce duymuşken %43.5'i duymamıştır. Öğrencilerin endüstri 4.0 kavramına ilişkin bilgi kaynağı olarak %25.3'ü ders konusu olarak, %28.3'ü sosyal medyadan, %32.5'i internet sitesinden, %5.5'i arkadaş ortamından, %1.5'i TV-gazete-dergilerden, %7'si ise panel ya da seminerlerden duymuştur. Öğrenciler endüstri

kavramının anlamını %29'u teknoloji, %11.5'i rekabeti, %13'ü endüstriyel devrim, %8.5'i küreselleşme, %37.5'i akıllı fabrikalar, %0.8'i geleceğin fabrikası olarak ifade etmektedir.

3.10.2.2. Öğrencilerin Teknolojik Aletler ve Endüstri İle İlgili En Çok Duydukları Kavramlar

Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri ile ilgili kavramlardan en çok duydukları aşağıda verilmiştir.

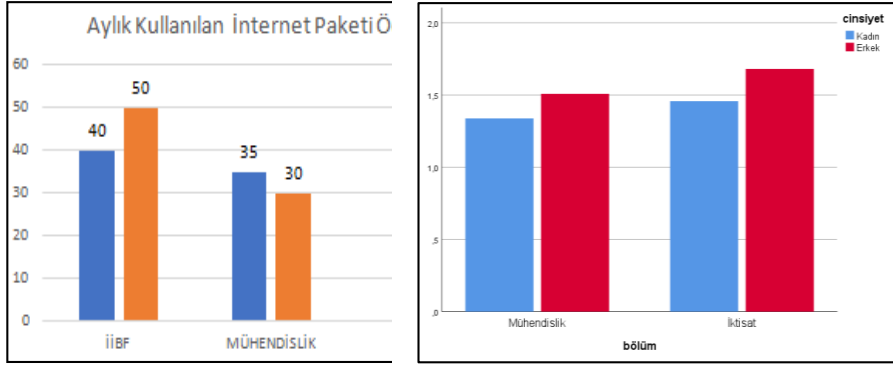
Tablo 3.22. Teknolojik Aletler ve Endüstri İle İlgili Kavramlardan En Çok Duyulanlar

Teknolojik aletler ve endüstri ile ilgili kavramlar	İİBF		Mühendislik		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
Nesnelerin interneti	52	13.0	24	6.0	76	19.0
Simülasyon	74	18.5	86	21.5	160	40.0
Bulut bilişim	9	2.3	6	1.5	15	3.8
Siber güvenlik	20	5.0	25	6.3	45	11.3
Otonom robotlar	6	1.5	12	3.0	18	4.5
Zenginleştirilmiş gerçeklik	3	0.8	4	1.0	7	1.8
Eklemeli üretim	0	0.0	3	0.8	3	0.8
Sistem Entegrasyonu	7	1.8	1	0.3	8	2.0
Büyük veri ve Analiz	3	0.8	5	1.3	8	2.0
Sanal gerçeklik	28	7.0	32	8.0	60	15.0
Toplam	202	50.5	198	49.5	400	100.0

Tablo 3.3'e göre mühendislik bölümden katılan öğrencilerin en çok %21.5 oranında simülasyon kavramını, sonrasında ise %8 oranında sanal gerçeklik kavramını, %6.3 oranında siber güvenlik kavramını ve %6 oranında nesnelerin interneti kavramını duydukları belirlenmiştir. İİBF bölümünün öğrencilerin %18.5 oranında simülasyon kavramını, sonrasında ise %13 oranında nesnelerin interneti kavramını, %7 oranında sanal gerçeklik kavramını, %5 oranında ise siber güvenlik kavramını duydukları belirlenmiştir.

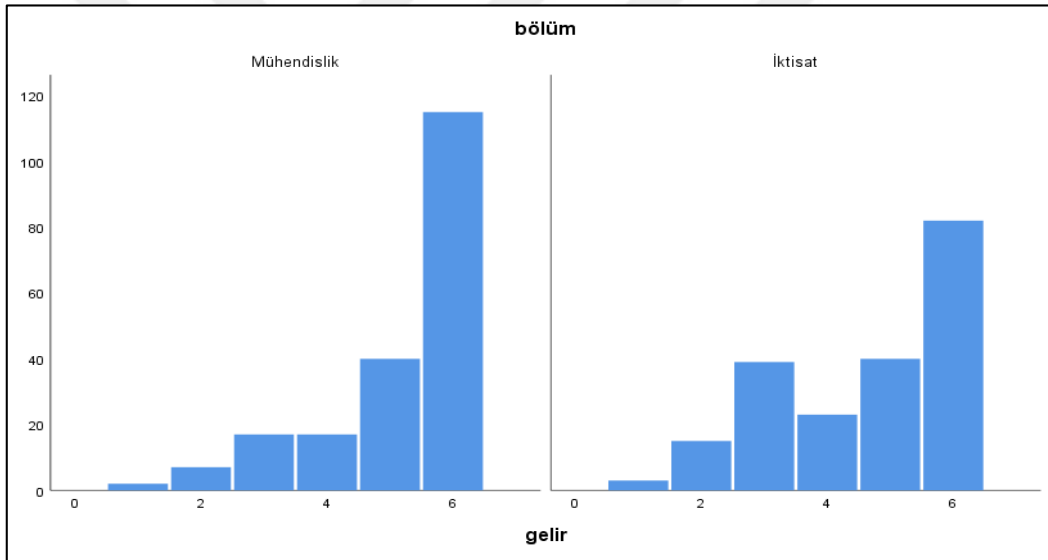
Aşağıdaki grafikte öğrencilerin kullandıkları endüstri araçlarından biri olan internetin aylık kullandıkları internet paketi ve aylık ödeme miktarları görülmektedir. Bu da öğrencilerin endüstriyel araçlara ne kadar bağlı oldukları görülmektedir.

Grafik 3.1'de ankete katılan İİBF ve Mühendislik bölümü öğrencilerinin internet kullanım paketleri ödemeleri oranı görülmektedir. İİBF öğrencilerinin internet paketi ödemeleri Mühendislik bölümünü öğrencilerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.



Grafik 3.1. Farklı Fakültelele Göre, Cinsiyetler Bazında GB Olarak Aylık İnternet Kullanım Ortalaması (Dikey Eksen)

Öğrencilerin fakültelele ve cinsiyetlele göre aylık internet kullanım miktarları grafikte verilmiştir.

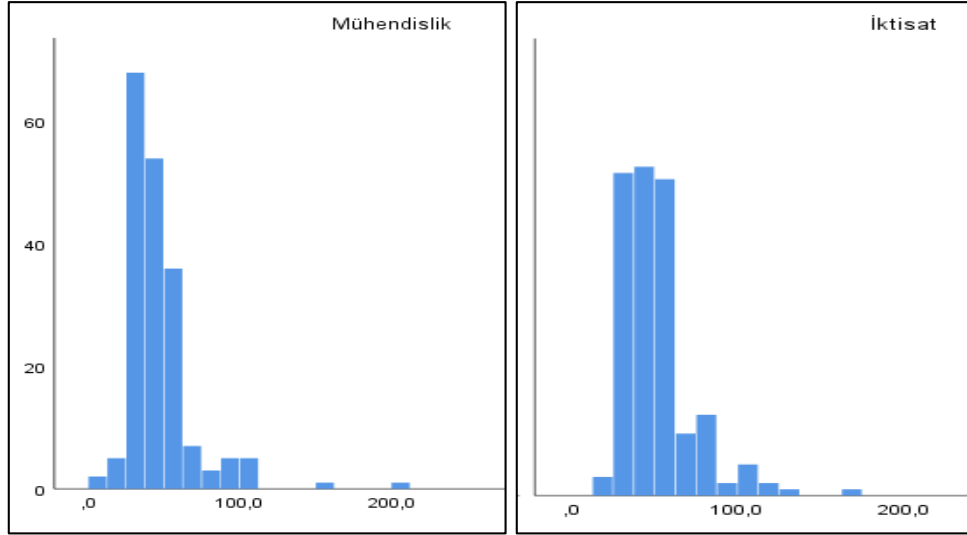


Aylık İnternet Ücreti

Aylık İnternet Ücreti

Grafik 3.2. Farklı Fakültelele Göre; Aile Gelir Durumu İle Frekans (Dikey Eksen) Histogramları

Öğrencilerin fakültelele ve aylık internet ücretine göre dağılımları grafikte verilmiştir.

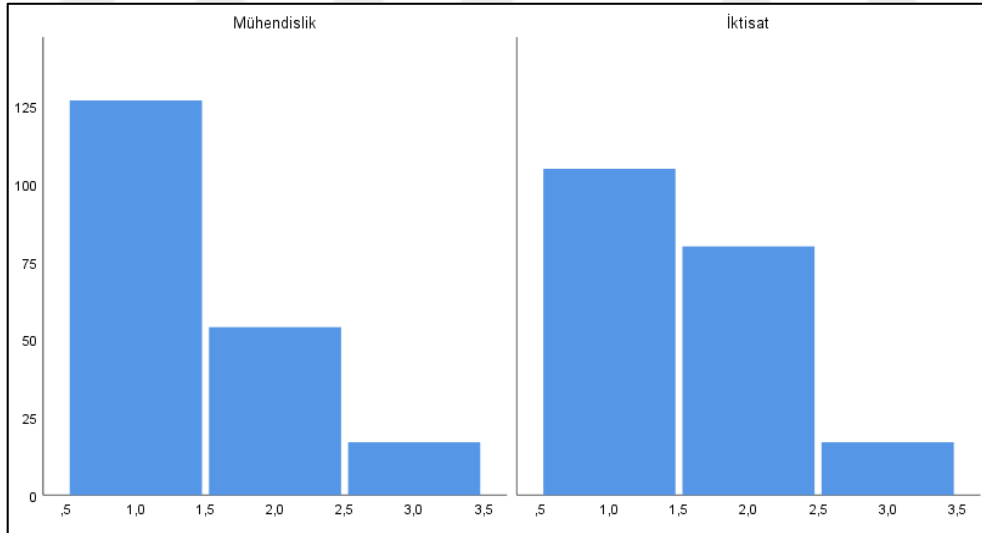


Aylık İnternet Ücreti

Aylık İnternet Ücreti

Grafik 3.3. Farklı Fakülteleere Göre; Aylık İnternet Ücreti ve Frekans (Dikey Eksen) Histogramı

Öğrencilerin fakülteleere ve aylık internet ücretine göre dağılımları grafikte verilmiştir.



Aylık İnternet Kullanımı (GB)

Aylık İnternet Kullanımı (GB)

Grafik 3.4. Farklı Fakülteleere Göre; GB Olarak Aylık İnternet Kullanımları ve Frekans (Dikey Eksen) Histogramı

Öğrencilerin fakültelere ve aylık internet kullanım miktarına (GB) göre dağılımları grafikte verilmiştir.

3.10.2.3. Öğrencilerin Kullandıkları Teknolojik Aletler

Araştırmaya katılan öğrencilerin kullandıkları teknolojik aletlere sahip olma durumuna göre endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.23. Teknolojik Aletlere Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	P
Endüstri 4.0 Bilgisi	Masaüstü Bilgisayar	12	3.5750	0.99989	5.166	0.000* **
	Dizüstü Bilgisayar	52	2.7856	1.03186		
	Tablet	6	3.8333	0.91579		
	Oyun Konsolu	4	2.500	0.95917		
	Akıllı Telefon	316	3.4910	1.10767		
	Cep Telefonu	10	4.0400	1.27471		
	Toplam	400	3.4108	1.12434		
Endüstri 4.0 Zararları	Masaüstü Bilgisayar	12	2.2500	0.69085	2.116	0.060
	Dizüstü Bilgisayar	52	2.5769	0.99205		
	Tablet	6	2.000	0.83666		
	Oyun Konsolu	4	1.3750	0.47871		
	Akıllı Telefon	316	2.5791	1.08089		
	Cep Telefonu	10	2.000	0.81650		
	Toplam	400	2.5338	1.05642		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Teknolojik aletlere sahip olma durumuna göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler hakkındaki faktörlerden “Endüstri 4.0 bilgisi” ile teknolojik aletlere sahip olma durumu arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) görülmektedir. Elde edilen bu farklılığın hangi teknolojik alete sahip olma durumundan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Yapılan Tukey Testi bulguları aşağıda verilmiştir;

Tablo 3.24. Teknolojik Aletlere Sahip Olma Durumuna Göre Tukey Testi

	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	p	
Endüstri 4.0 bilgisi	Masaüstü Bilgisayar	12	35.750	0.99989	5.166	0.000**
	Dizüstü Bilgisayar	52	27.856	103.186		
	Tablet	6	38.333	0.91579		
	Oyun Konsolu	4	25.00	0.95917		
	Akıllı Telefon	316	34.910	110.767		
	Cep Telefonu	10	40.400	127.471		
	Toplam	400	34.108	112.434		

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

Yapılan Tukey Testi sonuçları “Endüstri 4.0 bilgisi” faktörüne göre incelendiğinde teknolojik aletlerden dizüstü bilgisayara sahip olanlar ile akıllı telefon ve cep telefonuna sahip olanlar arasında; akıllı telefona sahip olanlar ile dizüstü bilgisayara sahip olanlar arasında; cep telefonuna sahip olanlar ile dizüstü bilgisayara sahip olanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna göre “*H91 Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sahip olunan teknolojik alet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

3.10.2.4. Öğrencilerin Teknolojik Aletler ve Endüstri 4.0 ile İlgili Bilgilerin Fakülte Değişkenine Göre Karşılaştırılması

Araştırmaya katılan öğrencilerin okudukları fakülteye göre teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasındaki farklılık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.25. Fakülte Değişkenine Göre Teknolojik Aletler Ve Endüstri 4.0 İle İlgili Bilgiler Arasındaki Farklılık

		N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	df	p
Endüstri 4.0 Faydaları	İİBF	202	23.891	100.712	-3.019	398	0.003*
	Mühendislik	198	27.008	105.797			
Endüstri 4.0 Bilgi Sahipliği	İİBF	202	31.730	106.141	-4.367	398	0.000***
	Mühendislik	198	36.533	113.747			
Endüstri 4.0'ın gelişimi	İİBF	202	22.941	0.97148	-1.465	398	0.144
	Mühendislik	198	24.352	0.95359			
Endüstri 4.0 olumsuz yönleri	İİBF	202	28.016	0.93998	-1.493	396	0.136
	Mühendislik	196	29.337	0.81867			
Endüstri 4.0 sanal kullanım	İİBF	202	28.267	107.394	-3.253	398	0.001***
	Mühendislik	198	31.928	117.541			
Endüstri 4.0 katkıları	İİBF	202	23.441	0.97155	-1.882	398	0.061
	Mühendislik	198	25.189	0.88385			
Teknolojinin vazgeçilmezleri	İİBF	202	25.165	100.193	-1.756	398	0.080
	Mühendislik	198	26.902	0.97603			
Robot kullanımı	İİBF	202	27.426	111.439	-1.240	397	0.216
	Mühendislik	197	28.756	102.570			
Endüstri 4.0 zararları	İİBF	202	25.00	111.190	-0.645	398	0.519
	Mühendislik	198	25.682	0.9983			

Not: Tabloda verilen p olasılık değerlerini açıklamaya dönük yıldızlar “*, ** ve ***” sırasıyla % 10, 5 ve 1 düzeyinde ilgili test sonucunun anlamlı olduğunu göstermektedir.

“Endüstri 4.0 faydası”, “Endüstri 4.0 bilgisi”, “Endüstri 4.0'ın gelişimi”, “Endüstri 4.0 sanal kullanım”, “Endüstri 4.0 katkıları”, “Endüstri 4.0 katkıları” ve “Teknolojinin vazgeçilmezleri” faktörlerinin okunan fakültele göre gruplaştırılması sonucunda fakülteye göre “Endüstri 4.0 faydası”, “Endüstri 4.0 bilgisi”, “Endüstri 4.0 sanal kullanım”, “Endüstri 4.0 katkıları” ve “Teknolojinin vazgeçilmezleri” faktörlerine göre anlamlı bir farklılık olduğu, fakat incelenen diğer faktörlerle endüstri 4.0 kavramı duyumu arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre “*H10₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri fakülte değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.*” Hipotezi kabul edilmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

2000'li yılların başından itibaren meydana gelen baş döndürücü teknolojik gelişmelerin üretim alanında yansımaları yavaş yavaş ortaya çıkmaktadır. Üç boyutlu yazıcılar, akıllı otonom robotlar, yenilikçi ve ileri teknoloji sensörler ve tamamen otonom bir şekilde gerçekleştirilen üretim süreçleri imalat sanayiye önemli bir şekilde etkilemektedir. Bu etkileşime genel bir kavram olarak dördüncü sanayi devrimi adı verilmekte olup gelecek dönemde küresel ekonomiyi şekillendirecek en ciddi faktörlerin başında yer alması beklenmektedir (Sayar, 2019).

Dünyada yaşanan küresel krizler ve yeni teknolojik dönüşüm kapsamında Almanya gibi ekonomik alt yapısı sanayiye bağlı ülkelerin diğer ülkelere göre daha az yara alarak bu süreçleri atlataları imalat sanayinin önemini bir kez daha vurgulamıştır. Ancak günümüzde; yeni sanayi devrimi kapsamında bütün imalat sektörü kabuk değiştirmektedir. Daha önceden çok büyük yatırımlar nedeniyle yıllardır sektördeki üreticiler tarafından korunaklı sayılan bu alanda günümüzde yeni oyuncular, yeni teknolojiler ve görece daha küçük yatırımlarla ilgili alanın bir üreticisi konumuna gelebilmektedirler. Sektöre girmek kolaylaştığı için çok büyük firmaların yaptığı işlemleri 3 veya 5 kişilik start-up ekipleri, iş modelini değiştirerek daha az maliyetlisini veya daha modernini daha rekabetçi bir şekilde yapabilmektedirler (Özkan, Arzu & Yavuz, 2018).

Günümüzde yaşamın çeşitli alanlarında teknolojik dönüşümler hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Benzer şekilde eğitim kurumlarında da endüstrinin gelişmesine bağlı olarak işlevsel ve yapısal boyutta değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Eğitim sistemlerinde meydana gelen bu değişimler, uygulama alanı olan sektörel gelişmelere uyum sağlamanın yanında, yapılan ar-ge faaliyetleri sayesinde sektörün öncüsü konumunda da olmaktadır. Dünya genelinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler endüstri alanındaki gelişmelere uygun olarak eğitim altyapılarında güncellemeler yapmakta ve bu gelişmeler yükseköğretimi doğrudan etkileyebilmektedir (Akgül, Akgül & Ayer, 2018).

Öğrenciler arasında teknolojik etkileşimlerin kullanılmaya başlandığı eğitim 2.0 Döneminden itibaren öğretmen merkezli eğitim anlayışı değişmeye başlamıştır. Buna göre bilginin tek kaynağı öğretmen olmayıp, rehberlik eden ve birlikte öğrenen konumuna geçiş olmaktadır. Bu süreçte sanayinin gelişmesi eğitim-öğretim içeriklerinin de güncellenmesini

zorunlu hale getirmiş, piyasanın ve işletmelerin ihtiyaçlarına uygun bireylerin yetiştirilmesi için sektörel gelişmeler dikkate alınmıştır. Bu bakımdan Sanayi alanında meydana gelen devrim niteliğindeki gelişmeler eğitimin niteliğini ve yönünü doğrudan etkilemektedir (Öztemel & Gürsev, 2018).

Günümüzde yaygın hale gelen endüstri4.0 Sanayi alanındaki gelişmelerin yanında eğitim alanında doğrudan etkilemiştir. Bu durum ortaöğretimden itibaren özellikle de üniversite kademesinde mezunların belirli niteliklere sahip olarak mezun olmalarını gerektirmektedir. Eğitim öğretim süreçlerinde bireylere kazandırılması gereken önemli becerilerden biri iş birliği ve takım çalışması gibi becerilerdir. Çünkü yeni teknolojiler, bireylerden belirli bir alanda uzmanlaşmayı ve farklı alanlarda çalışan bireyler ile iş birliği içerisinde çalışabilme iyi gerektirmektedir. Benzer şekilde bu eğitim sürecinde bireylerin problem çözme, yaratıcılık, analiz etme, eleştirel düşünme, uyum sağlama ve iş birliği yapabilme gibi temel ödevleri kazanmaları önemsenmektedir. Hatta değişen ve gelişmekte olan teknolojilere uyum sağlayarak bu teknolojileri kullanabilme ve gerektiğinde yeni teknolojileri üretme becerisine sahip olma önemli beceri olarak değerlendirilmektedir (Sayar, 2019).

Araştırma sonuçları literatürle kıyasladığında bazı demografik özellikler yapılan çalışmalar ile benzerlik veya farklılık göstermektedir. Buna göre araştırma sonucuna göre cinsiyet değişkenine göre, cinsiyet değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($p \leq 0.05$) görülmektedir. Ancak Eryılmaz'ın (2018) üniversite öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada özellikle erkek öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerine olan ilgi düzeylerinin kadın öğrencilere göre daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda, Eryılmaz'ın çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile tez çalışmasında elde edilen sonuçların birbiriyle uyumlu olmadığını söylemek mümkündür.

Çalışma kapsamında teknolojik aletleri kullanım sıklığı değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($p > 0.05$) bulgusu elde edilmiştir. Endüstri 4.0 hakkında bilgi edinilen kaynak değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($p > 0.05$) bulgusu elde edilmiştir. Endüstri 4.0'ın anlamı değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir

farklılık olmadığı ($p>0.05$) bulgusu elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Yelkikalan ve diğerleri (2021) çalışması ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, çalışmaya katılan öğrencilerin Endüstri 4.0 teknolojilerinden algıladıkları fayda düzeylerinin, kullanım kolaylıklarının ve kullanıma yönelik niyetlerinin öğrenim gördükleri bölüm veya programa göre anlamlı bir farklılık gösterdiği; kullanım davranışlarının ise öğrenim gördükleri bölüm veya programa göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Akgül, Akbaş ve Gümüş (2018) tarafından Endüstri 4.0 ile ilgili algı seviyesini ölçmek amacıyla üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada, özellikle sosyal programlarda okuyan öğrencilerin algı düzeylerinin mühendislik programlarında okuyan öğrencilere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Sınıf düzeyi değişkenine göre incelenen teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu farklılığın hangi değişkenden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Yapılan Tukey Testi sonucuna göre öğrencilerin sınıf düzeylerinin “1. sınıf” olması ile “4. sınıf” olması arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Yelkikalan ve diğerleri (2021) öğrencilerin sınıf düzeylerine göre endüstri40 ile ilgili algı ve farkındalık düzeylerinde farklılıklar meydana geldiği, kullanım kolaylığı ve kullanma davranışlarında farklılıklar gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna karşılık öğrencilerin kullanım niyetlerin de sınıf düzeyine göre farklılık meydana gelmediği belirtilmiştir. Motyl, Baranio, Uberti, Speranza ve Filippi (2017) öğrencilerin endüstri4.0 ile ilgili hazırlık sürecinde sahip olmaları gereken temel uzmanlık becerilerinin belirlenmesine yönelik İtalya'daki 3 farklı üniversitede gerçekleştirdikleri araştırmada, öğrencilerin sınıf düzeyinde meydana gelen artışa karşılık kavramlara ilişkin farkındalık düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kaygısız ve Sipahi (2018) yaptıkları araştırmada çeşitli üniversitelerde öğrenim gören öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin mi cinsiyetleri ile yenilikçilik durumları ve eğitim düzeyleri ile yenilikçilik durumları arasında anlamlı ilişkilerin meydana gelmediği belirtilmiştir. Sarı, Güleş & Yiğitöl (2020) endüstri 4.0 farkındalığı ve hazırlığına ilişkin yaptıkları araştırmada, temel Endüstri 4.0 teknolojilerinin önem dereceleri ile uygulanması arasında önemli bir korelasyon olduğu, firma büyüklüğü arttıkça E4.0 uygulama derecesinde artmakta olduğu belirtilmiştir. Temel (2019) endüstri 4.0 farkındalığının belirlenmesi ile ilgili yaptığı araştırmada, E4.0 ile ilgili olarak kız öğrencilerin algıladıkları faydanın daha fazla olmasına karşılık, erkeklerin kullanım niyetlerinin ve kullanım kolaylığı algılarının daha

yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca E4.0 ile ilgili algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve kullanım niyetinin, kullanma davranışlarına anlamlı düzeyde pozitif yönlü etki meydana getirdiği belirtilmiştir.

Araştırmada Kadınların erkeklere göre farkındalıklarının daha yüksek olduğu, endüstri 4.0 kavramını duyan öğrencilerin farkındalık düzeylerinin duymayanlara göre daha yüksek olduğu, öğrencilerin yaşlarına göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının benzer olduğu, birinci ve üçüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilerin iki ve dördüncü sınıftaki öğrencilere göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu, mühendislik fakültesi öğrencilerinin İİBF öğrencilerine göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Literatürde yapılan araştırmalardan elde edilen bulgular incelendiğinde benzer çalışma ve bulgulara rastlamak mümkündür. Nitekim Whysall, Owtram & Brittain (2019) Endüstri 4.0'ın yeni yetenek yönetimi zorluklarına ilişkin yaptıkları araştırmada, Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik değişimin hızı, çalışanların mevcut yetenekleri ile rollerinin hızla gelişen gereksinimleri arasında önemli bir boşluk yaratmış ve yetenek geliştirmeye yönelik yeni ve daha etkili yaklaşımları dikkate alma ihtiyacını ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Oke & Fernandes (2020) 4. Sanayi Devrimi Üzerine Eğitim Sektörünün Algılarını araştırdıkları araştırmada, eğitim sektöründe çalışan 12 katılımcı ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada E4.0'ın yayılmasının önündeki kolaylaştırıcıları ve engelleri anlamak için öğrenme ortamını değerlendirmeye ihtiyaç olmasına rağmen, 4.0'ın öğrencilerin öğrenme deneyimini kolaylaştırabileceğini ve işyerlerini dönüştürebileceğini, eğitim sektörünün, öğrencilerin deneyimini geliştirmek için araştırma ve öğretim yoluyla E4.0 ile ilişkili yeniliklerden yararlanılması gerektiği belirtilmiştir. Akgül, Akbaş ve Gümüş (2018) tarafından, Türkiye'nin farklı bölgelerinde faaliyet gösteren 4 üniversitede yaptıkları çalışmada, özellikle sosyal programlarda okuyan öğrencilerin algı düzeylerinin mühendislik programlarında okuyan öğrencilere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda kız öğrencilere göre erkek öğrencilerde, İktisadi-İdari Bilimler Fakültesi öğrencilerinde de Mühendislik Fakültesi öğrencilerinden manidar olarak daha yüksektir. Ayrıca ortaöğretim mezuniyet türü ve sınıf düzeyi bakımından farklılıklar meydana gelmediği belirtilmiştir. Eryılmaz'ın (2018) üniversite öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerini belirlemek amacıyla Turizm fakültesinde yaptığı araştırma da özellikle erkek öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerine olan ilgi düzeylerinin kadın öğrencilere göre daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin eğitim durumları yükseldikçe Bilgi ve

İletişim Teknolojiler (BİT) yeterliliklerinde bir farklılaşma olmadığı ve bilgi teknolojileri ile ilgili okul dışında herhangi bir eğitim/kurs programına katıldıklarında bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliklerinin arttığı belirlenmiştir. Torun ve Cengiz (2019) tarafından yapılmış olan araştırmada cinsiyete göre anlamlı farklılık meydana gelmediği, bölümler arasında farklılık meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca algılanan kullanım kolaylığının algılanan fayda üzerinde, algılanan kullanım kolaylığının kullanıma yönelik niyet üzerinde, algılanan faydanın kullanıma yönelik niyet üzerinde ve kullanıma yönelik niyetin kullanım davranışı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenciler endüstri 4.0'a yönelik olumlu algılara sahiptir.

Araştırmada kurulan ve kabul edin hipotezler aşağıda verilmiştir;

- H1₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri cinsiyet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H2₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri WIFI kullanımı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H3₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri Endüstri 4.0 kavramı duyma değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H4₀ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri yaş değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır. (Kabul)
- H5₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri evdeki kişi sayısı değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H6₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri baba eğitim durumu değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H7₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sınıf düzeyi değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H8₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri ikamet yeri değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)
- H9₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri sahip olunan teknolojik alet değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)

▪ H10₁ Üniversite öğrencilerinin teknolojik aletler ve endüstri 4.0 ile ilgili bilgileri fakülte değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. (Kabul)

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde, demografik özelliklere göre üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıkları incelendiğinde ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Kadınların erkeklere göre farkındalıklarının daha yüksek olduğu,
- Wifi kullanan öğrencilerin kullanmayanlara göre farkındalıklarının daha yüksek olduğu,
- Endüstri 4.0 kavramını duyan öğrencilerin farkındalık düzeylerinin duymayanlara göre daha yüksek olduğu,
- Öğrencilerin yaşlarına göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının benzer olduğu,
- Baba eğitim durumu ortaokul ve lise olan öğrencilerin endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu,
- Birinci ve üçüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilerin iki ve dördüncü sınıftaki öğrencilere göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu,
- İkamet bakımından yurtda kalan öğrencilerin yurt ve pansiyonda kalan öğrencilere göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu,
- Mühendislik fakültesi öğrencilerinin İİBF öğrencilerine göre endüstri 4.0 ile ilgili farkındalıklarının daha yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Abdel-Basset, M. M., & Mohamed, M. (2018). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: a framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer Systems*.
- Acemoğlu, D., Robinson, J. A. (2017). *Ulusların Düşüşü: Güç, Zenginlik ve Yoksulluğun Kökenleri*, (çev: Velioglu, F.R.), Doğan Kitap.
- Ajmain, M. T., Mahpuz, A. N. A., Rahman, S. N. H. A., & Mohamad, A. M. (2019). Industrial revolution 4.0: Innovation and challenges of Islamic education teachers in teaching. *BITARA International Journal of Civilizational Studies and Human Sciences (e-ISSN: 2600-9080)*, 2(1), 38-47.
- Akben, İ., & Avşar, İ. İ. (2017). Dijital tedarik zinciri ve bulut bilişim. 1. *Uluslararası El Ruha Sosyal Bilimler Kongresi- El-Ruha*, 8-12 Kasım 2017, Şanlıurfa, 104-113.
- Akgül A., Akbaş H. E., Taşkin Gümüş A. (2018). A survey of students' perceptions on industry 4.0 in a large public university in Turkey. *in: Current Debates In Business Studies*.
- Akgül, H., Akgül, B., & Ayer, Z. (2018). Sanayi 4.0 sürecinde gazetecilik sektöründe çalışacak personelin mesleki yetenek ve yeterliliğine yönelik değerlendirme ve öngörüler. *Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(8), 198-205.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin interneti teknolojisinin biyomedikal alanındaki uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1).
- Akyurt, M. A. (2009). *Alman sosyoloji geleneğinde Hans Freyer ve sosyolojisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akyüz, K. (2020). *İmalat sanayinde endüstri 4.0 farkındalığı: TR52 bölgesi üzerine bir inceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aladağ, F. (2020). Dijital beşerî bilimler ve türkiye araştırmaları: bir literatür değerlendirmesi. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 18(36), 773-796.

- Albers, A. B. G., Tobias, P., Viktoriia, B., and Tobias, S. (2016). Procedure for defining the system of objectives in the initial phase of an industry 4.0 project focusing on intelligent quality control systems. *Procedia CIRP*, 5, pp.262- 267.
- Al-Ruithe, M., Benkhelifa, E., & Hameed, K. (2018). Dijital bir dönüşümü benimsemek için bulut bilişimin benimsenmesi için kilit konular: Suudi kamu sektörü üzerine bir çalışma. *130*, 1037-1043.
- Alvesson, M. (2004). *Bilgi Çalışması ve Bilgi Yoğun Firmalar*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Apilioğulları, L. (2018). Industry 4.0: The stages of industrial development and bringing of change. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*.
- Apuhan, R. Ş. (1988). *Doğru Yönetim*. İstanbul: Timaş Yayınları.
- Arıkan, E., Bayram, A. T., Kavlak, H. T., & Bayram, G. E. (2021). Turizm öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri ve teknoloji kullanım alışkanlıkları arasındaki ilişki. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 19-33.
- Ataman, G. (2001). *İşletme Yönetimi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Atzori, L., Antonio, I., and Giacomo, M. (2017). Understanding the internet of things: Definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm, *Ad Hoc Networks*, 56, pp. 122-140.
- Avcı, N. (2019). *İnsan kaynaklarından yetenek yönetimine endüstri 4.0*. Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Ay, İ. C. (2002). *Küreselleşme*. İstanbul: Om Yayınevi.
- Aydemir, C., & Kaya, M. (2007). Küreselleşme Kavramı ve Ekonomik Yönü. Küreselleşme kavramı ve ekonomik yönü. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(20), 260-282.
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. Ankara: Dorlion Yayınları.

- Barab, S. A., Thomas, M. K., Dodge, T., Carteaux, B., & Tüzün, H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86-107.
- Bartle, R. (2003). *Designing virtual worlds*. Indianapolis: New Riders Press.
- Basl, J. (2016). The pilot survey of the industry 4.0 principles penetration in the selected czech and polish companies. *Journal Of Systems Integration*, 7 (4), pp. 3-8.
- Basl, J. (2017). Pilot study of readiness Of Czech Companies To Implement The Principles Of Industry 4.0. *Management and Production Engineering Review*, 8.
- Başaran, İ. (1998). *Yönetimde insan ilişkileri*. . Ankara: Aydan web Tesisleri.
- Baştuğ, S., Arabelen, G., Vural, C. A., & Deveci, D. A. (2020). A value chain analysis of a seaport from the perspective of Industry 4.0. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 12(4), 367-397.
- Bauer, W., Moritz, H., Sebastian, S., and Christian, V. (2015). Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 3, pp. 417-424.
- Becker, A. S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). NMC horizon report: 2017 higher education edition. *Austin*.
- Bhargava, K., Joseph, B., Ananthanarayanan, M., Balasubramaniyan, N., Tronco, G., Palestro, C., Gupta, S. (2009). Adenosine triphosphate-binding cassette subfamily c member 2 is the major transporter of the hepatobiliary imaging agent ^{99m}Tc-mebrofenin. *J. Nucl. Med*, 50, 1140–1146.
- Bilotta, E., Bertacchini, F., Gabriele, L., Giglio, S., Pantano, P. S., & Romita, T. (2021). Industry 4.0 technologies in tourism education: Nurturing students to think with technology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 29, 100275.

- Boardman, J., & Poesen, J. (2006). *Soil erosion in Europe: major processes, causes and consequences*. In: *Soil Erosion in Europe*. Edited J . Boardman and J. Poesen. Pub. by ohn Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Bozuklu, M. (2016). *Çevresel veriler ile gerçek zamanlı nesnelerin interneti uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International journal of mechanical, industrial science and engineering*, 8(1), 37-44.
- Bricken, M., & Byrne, C. (1992). Summer students in virtual reality: A pilot study on educational applications of VR technology . *Paper presented at the annual meeting of the AERA*. San Francisco.
- Brozzi, R., Forti, D., Rauch, E., & Matt, D. T. (2020). The advantages of industry 4.0 applications for sustainability: Results from a sample of manufacturing companies. *Sustainability*, 12(9), 3647.
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında türkiye analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.
- Büyüközkan, F., & Gülçin, G. F. (2018a). Agile supplier selection in digital supply chain. *The 16th International Logistics and Supply Chain Congress*.
- Büyüközkan, F., & Gülçin, G. F. (2018b). Digital supply chain risk analysis with intuitionistic fuzzy cognitive map. *Data Science and Knowledge Engineering for Sensing Decision Support*, 11, 1385-1391.
- Crafts, N. F. R. (1983). British Economic Growth, 1700-1831: A Review of the Evidence, *The Economic History Review*, 36, 177-199.
- Deane, P. (2000). *İlk sanayi inkrabı*, (çev: Güran, T.), Türk Tarih Kurumu.
- Demirtaş, B., & Argan, M. (2015). Büyük veri ve pazarlamadaki dönüşüm: kuramsal bir yaklaşım. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 1-22.

- Deng, Z., & Sang, Q. (2010). The applications and thinking of the Internet of things in education. *Journal of WUXI Institute of Technology*.
- Dickey, M. D. (2005). Three-dimensional virtual world sand distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 439-451.
- Dinçer, Ö. (1988). *Stratejik yönetim ve işletme politikası* (5. b.). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Doğan, K., & Arslantekin, S. (2016). Büyük Veri: Önemi, Yapısı Ve Günümüzdeki Durum. *DTCF Dergisi*, 56(1), 15-36.
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020). Üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 13(1), 126-142.
- Drath, R. and Alexander, H. (2014). Industrie 4.0: Hit or Hype?, *IEEE Industrial Electronics Magazin*, pp. 56-58.
- Duman, M. Ç. (2020). *Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performansa etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Duman, M. Ç., & Akdemir, B. (2021). İşletmelerin endüstri 4.0 teknolojileri kullanım düzeyinin belirlenmesine yönelik bir ölçek geliştirme çalışması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(3), 923-940.
- EKOIQ. (2014). “Akıllı” yeni dünya:Dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0: bilişimin endüstriyle buluştuğu yer Türkiye “Akıllı” üretime hazır mı?”, <https://docplayer.biz.tr/763659-Endustri-4-0-akilli-yeni-dunya-dorduncu-sanayidevrimi-ekoIQ-endustri-4-0-bilisimin-endustriyle-bulustugu-yer-turkiye-akilli-uretimehazir-mi.html>.
- Erdem, Ö. (2015). *Honey thing: Nesnelerin interneti için tuzak sistem*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Şehir Üniversitesi.

- Eroğlu, A., & Karaöz, M. (2002). Generalized formula for the periodic linear gradient series payment in a skip payment loan with arbitrary skips. *The Engineering Economist*, 47(1), 75-83.
- Erol, S., Andreas, J., Philipp, H., Karl, O., and Wilfried, S. (2016). Tangible industry 4.0: A Scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia CIRP*, 54, pp. 13-18.
- Eryılmaz, S. (2018). Öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerinin belirlenmesi: Gazi Üniversitesi, Turizm Fakültesi örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(65), 37-49.
- Esmer, A. H. (2019). *Dış ticaret firmalarının Endüstri 4.0 uygulama ve süreçlerine dair nitel bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Faller, C. and Dorothee, F. (2015). Industry 4.0 Learning Factory for Regional SMEs. *Procedia CIRP*, 32, pp. 88-91.
- Fırat, M. (2016). 21. yüzyılda uzaktan öğretimde paradigma değişimi. *Journal of Higher Education & Science/Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 6(2).
- Frank, A. G., Dalenogare L.S. & Ayala N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 15-26, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. *International Congress on Political, Economic and Social Studies*.
- Gaub, H. (2016). Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with industry 4.0 technologies. *Reinforced Plastics*, 60 (6), pp. 401-404.
- Gerstein, J. (2014). Moving from Education 1.0 Through Education 2.0 Towards Education 3.0. *Experiences in Self-Determined Learning*, 83-98. <https://pdfs.semanticscholar.org/04a1/3a12c2589bbb1095fb1b32423afb4a9dd23c.pdf> adresinden alındı.

- Ghorbani-Choghamarani, A., & Rabiei, H. (2016). Synthesis, characterization, and application of palladium-dithizone immobilized on magnetic nanoparticles as an efficient and recoverable catalyst for Suzuki type coupling reactions. *Tetrahedron Letters*, 57(1), 159-162.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The industrial internet of things*. Springer Publishing, Apress Media, New York.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The industrial internet of things*, Springer Publishing, Apress Media, New York.
- Gimpel, J. (2005). *Ortaçağda endüstri devrimi*, (çev: Özüaydın, N.), TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Gluhak, A. K., Nati, M., Pfisterer, D., Mitton, N., & Razafindralambo, T. (2011). A survey on facilities for experimental internet of things research. *IEEE Communications Magazine*, 49(11).
- Gordon, R.J., Is U.S. (2003). Economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwings, *Structural Change and Economic Dynamics*, 14, 365-384.
- Govindan, K., Cheng, T. C., Mishra, N., & Shukla, N. (2018). Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi için büyük veri analizi ve uygulaması. *Ulaştırma Araştırması Bölüm E: Lojistik ve Ulaştırma İncelemesi*, 114, 343-349.
- Görçün, Ö. F. (2017). *Dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Günel, T. (2015). Dijital tedarik zinciri ve elektronik ihaleler. *Satınalma Dergisi*, 3(28).
- Günay, E., Türkmen, S., & Özbek, S. (2018). İktisadi düşünce üzerinde doğa bilimlerinin etkisi, klasik fiziğin iktisadi alana ilk uyarlaması: fizyokrazi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 41-66.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Ankara'da Monoray Projelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama İle Seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 37-443.

- Hartmann, F., & Mietzner, D. (2017). The Maker Movement - Current Understanding and Effects on Production. *The XXVIII ISPIM Innovation Conference*.
- Hofstede, G., Neuijen, B., Ohayv, D. D., & Sanders, G. (1990). Measuring organizational cultures: a qualitative and quantitative study across twenty cases. *Administrative Science Quarterly*, 35, 286-316.
- Horowitz, E. (2015). A peek at a 'smart' classroom powered by the internet of things. <https://www.edsurge.com/news/2015-08-11-a-peek-at-a-smart-classroom-powered-by-theinternet-of-things> adresinden alındı
- Hsieh, H. C., Lee, C. S., & Chen, J. L. (2018). Mobile edge computing platform with container-based virtualization technology for IoT applications. *Wireless Personal Communications*, 102(1), 527-542.
- Huang, A. (2019). Teaching, learning, and assessment with virtualization technology. *Journal of Educational Technology Systems*, 47(4), 523-538.
- Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 6(3), 92-98.
- Jensen, M. C. (1993). The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. *the Journal of Finance*, 48(3), 831-880.
- Kablan, A. (2018). Endüstri 4.0, "nesnelerin interneti"-akıllı işletmeler ve muhasebe denetimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1561-1579.
- Kamagaev, A., Stenzel, J., Nettstrater, A., & Hompel, M. (2011). Concept of cellular transport systems in facility logistics. *Proceedings of the 5th International Conference on Automation*. New Zeland: Robotics and Applications.
- Karabıyık, L. E. (2004). *Küreselleşme sürecinde finansal krizler ve etkileri*. Bursa: Marmara Kitabevi.
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3).

- Kaygısız, E. G., & Sipahi, H. (2019). Y kuşağı üniversite öğrencilerinin bireysel yenilik ve Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 18(2), 922-936.
- Kazimirov, A. N. (2018). Education at university and industry 4.0. In *2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Keleşoğlu, S., & Kalaycı, N. (2017). Dördüncü sanayi devriminin eşliğinde yaratıcılık, inovasyon ve eğitim ilişkisi. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 12(1), 69.
- Kerr, C., Harbison, F. H., Dunlop, J. T., & Myers, C. A. (1960). Industrialism and industrial man. *Int'l Lab. Rev.*, 82, 236.
- Kışlalı, A.T. (2010). *Siyasal sistemler*, 8.Baskı, İmge Kitabevi, 2010
- Koçoğlu, C. M., & Avcı, M. (2014). Satın alma yönetimi: Teorik bir çalışma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 33-47.
- Kolberg, D., and Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC Papers on Line*, 48 (3), 1870-1875.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. In *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M. (2012). Educating the Internetof-Things generation. . *Computer*, 46(2), 53-61.
- Landes, D. S. (1994). What Room for Accident in History?:Explaining Big Changes by Small Events, *Economic History Review*, 47, 637-656.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Lee, E. A., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55, 1424-1442.

- Li, X., Di, L., Jiafu, W., Athanasios V. V., Chin-Feng, L. and Shiyong, W. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. *Wireless Netw*, 23, pp.23-41.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration* 6, pp.1-10.
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Mahmoudi, M. (2005). Review the importance of iwan in traditional houses. *Fine Arts*.
- Maria, M., Shahbodin, F., & Naim, P. C. (2018). Malaysian higher education system towards industry 4.0-Current trends overview. *Conference Paper in AIP Conference Proceedings*. doi:10.1063/1.5055483.
- Marinescu, D., & Kröger, R. (2007). State of the art in autonomic computing and virtualization. *Wiesbaden University of Applied Sciences*.
- Moniz, A. B., Krings, B. J. (2016). Robots working with humans or humans working with robots? Searching for social dimensions in new human-robot interaction in industry. *Societies*, 6 (23), 1-21.
- Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi, S. (2017). How will change the future engineers' skills in the industry 4.0 framework? A questionnaire survey. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1501–1509.
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D. and Popp, J. (2018). The role and impact of industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value Chain: The case of Hungary. *Sustainability*, 10 (3491), 1-25.
- Nef, J.,U. (1934). The progress of technology and the growth of large-scale industry in Great Britain, 1540-1640, *The Economic History Review*, 5, 3-24, 1934
- Neugebauer, R., Sophie, H., Miriam, L., and Martin, L. (2016). Industrie 4.0 – from the perspective of applied research. *Procedia CIRP*, 57, pp. 2-7.

- Oesterreich, T. D. and Frank, T. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, pp. 121–139.
- Oh, J., & Jeong, B. (2019). Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 55, 217-233.
- Oke, A., & Fernandes, F. A. P. (2020). Innovations in Teaching And Learning: Exploring The Perceptions Of The Education Sector On The 4th Industrial Revolution (4IR). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 31.
- Oliveira, P. Souza De and Sommer, L. (2017). Globalization and digitalization as challenges for a professional career in manufacturing industries-differences in awareness and knowledge of students from Brazil and Germany. *Journal of Education Siences*, 7 (55), 1-13.
- Özakın, D. (2021). Makineleşen bedenlerden kayıp kuşaklara Vf Odoyevski'nin endüstri devrimi ve çocuk işçiliğine yönelik eleştirileri. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 153-170.
- Özbilgin, İ. (2015). Borsa İstanbul Bilişim Endeksinde yer alan şirketlerin kurumsal yönetim ve finansal performans açısından değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi*, 2(4).
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0 dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarlar*. İstanbul: Pusula Yayınları.
- Özkan, M., Arzu, A. L., & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *International Journal of Political Science and Urban Studies*, 6(2).
- Özsoylu, A. .. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.

- Öztemel, E., & Gürsev, S. (2018). Türkiye’de lojistik yönetiminde endüstri 4.0 etkileri ve yatırım imkanlarına bakış üzerine anket uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2), 145-154.
- Öztürk, E. ve Küçük, H. K. (2017). Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6 (3), 786-794.
- Pan, M., Sikorski, J., Kastner, C. A., Akyord., Mosbach, S., Lau, R. & Kraft, M. (2015). Applying industry 4.0 to the jurong island eco- industrial park. The 7. international conference on applied energy, *ICAE*, 75, 1536-1541.
- Pflaum, A., Prockl, G., Bodendorf, F., & Chen, H. (2018). The digital supply chain of the future: from drivers to technologies and applications. *In The 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii : Minitrack Introduction.
- Popa, R. (2004). *Between Necessity and Probability: Searching far the Definition and Origin of Life*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Raab, M., & Griffin-Cryan, B. (2011). *Digital transformation of supply chains*. Creating Value—When Digital Meets Physical, Capgemini Consulting.
- Raj, S., & Sharma, A. (2014). Supply chain management in the cloud. *Accenture Global Management Consulting*, 1-12.
- Raveling, J. (2017). <https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/geschichte-der-digitalisierung-teil-zwei>. Die Geschichte der Digitalisierung—Teil II. adresinden alındı
- Rifkin, J. (2008). The third industrial revolution. *Engineering & Technology*, 3(7), 26–27. doi:10.1049/et:20080718
- Rifkin, J. (2016). How the third industrial revolution will create a green economy. *New Perspectives Quarterly*, 33(1), 6–10. doi:10.1111/npqu.12017
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *Sage Open*, 6(2), 2158244016653987.

- Roßmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (2018). The future and social impact of big data analytics in supply chain management: results from a delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, 130, 135-149.
- Rostow, W.W. (1999). *İktisadi gelişimin merhaleleri*, (çev: Güngör, E.), Ötüken Yayınevi.
- Santos, C., Mehraei, A., Barros, A. C., Araújo, M., & Ares, E. (2017). Towards industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. *Procedia Manufacturing*, 13, 972-979.
- Sarı, T., Güleş, H. K., & Yiğitöl, B. (2020). Awareness and readiness of Industry 4.0: The case of Turkish manufacturing industry. *Adv. Prod. Eng. Manag*, 15, 57-68.
- Sayar, S. (2019). *Dijitalleşme ile yeni oluşan kavramlar: endüstri 4.0, 10t ve blockchain uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4. b.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Schlötzer, F. (2015). *The dynamics of the digitalization and its implications for companies' future enterprise risk management systems and organizational structures*. Master Thesis.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52(1), 161-166.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. İstanbul: Optimist Yayınları.
- Selinger, M., Sepulveda, A., & Buchan, J. (2013). *Education and the internet of everything, how ubiquitous connectedness can help transform pedagogy*. White Paper, Cisco, San Jose, CA.
- Seyidoğlu, H. (2003). Uluslararası mali krizler, az gelişmiş ülkeler, Türkiye ve dönüşüm ekonomileri. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4.

- Sezgin, A. A., & Karabacak, Z. İ. (2020). Yükseköğretimde dijital dönüşüm ve dijital okuryazarlık dersine yönelik betimsel bir analiz. *Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi*, 28(1), 17-30.
- Shafiq, S. I., Cesar, S. , Edward, S., and Carlos, T. (2015). Virtual engineering object / virtual engineering process: A specialized form of cyber physical system for industrie 4.0. *Procedia Computer Science*, 60, ss. 1146-1155.
- Shim, K.-C., Park, J.-S., Kim, H.-S., Kim, J.-H., Park, Y.-C., & Ryu, H. I. (2003). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37(2), 71-74.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0 - are we ready? *Polish Journal of Management Studies*, 17 (1), 232-248.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready?. *Polish Journal of Management Studies*, 17.
- Spice, B. (2015). CMU leads google expedition to create technology for “internet of things”. <http://www.cmu.edu/news/stories/archives/2015/july/google-internet-of-things.html> (Erişim Tarihi: 10.11.2017).
- Stock, T. ve Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP* 40, s.540.
- Sural, İ. (2008). Yeni teknolojiler ışığında uzaktan eğitimde açıklık, uzaktanlık ve öğrenme. *XIII. Türkiye’de İnternet Konferansı Bildirileri* (s. 31-34). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Tapan, Ö. (2019). *Kalite kontrolde yapay sinir ağlarının denetimsiz kullanımı üzerine bir deneme: Lokal ve seyrek darbeli sinir ağı*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Temel, K. (2019). Endüstri 4.0 farkındalığının belirlenmesi: çanakkale onsekiz mart üniversitesi örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 14(1), 31-44.
- Temel, K. (2019). Endüstri 4.0 Farkındalığının belirlenmesi: çanakkale onsekiz mart üniversitesi örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 14(1), 31-44.

- Tinmaz, H., & Jin, H. W. A. (2019). A preliminary analysis on Korean university students' readiness level for Industry 4.0 revolution. *Participatory Educational Research*, 6(1), 70-83.
- Toker, K. (2018). Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirliğe etkileri. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 29(84), 51-64.
- Torun, N. K., & Cengiz, E. (2019). Endüstri 4.0 bakış açısının öğrenciler gözünden teknoloji kabul modeli (tkm) ile ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 235-250.
- Torun, N. K., & Cengiz, E. (2019). Endüstri 4.0 bakış açısının öğrenciler gözünden teknoloji kabul modeli (TKM) ile ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 235-250.
- Tunzelmann, N. V. (2003). Historical coevolution of governance and technology in the industrial revolution. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14, 365-384.
- TUSİAD. (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0: gelişmekte olan ekonomi perspektifi. *TÜSİADT/2016-03/576*.
- Türk, F. K. M. (2008). İşletmelerde teknoloji yönetiminin geleceği. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 59-71.
- Tüzmen, A. (2017). Endüstri 4.0 ile dönüşen liderlik, HBR Türkiye, <https://hbrturkiye.com/dergi/endustri-4-0-ile-donusen-liderlik> (21.06.2018)
- Ungerman, O., & Dědková, J. (2019). Marketing innovations in industry 4.0 and their impacts on current enterprises. *Applied Sciences*, 9(18), 3685.
- Uslu, G. (2019). *Sirk kültürü bağlamında Türkiye'Deki İthal formatlı yarışma programlarının endüstriyel Boyutu*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Wang, S., Wang, J., Zhang, D., D., L., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168.

- Weber, R. H., & Weber, R. (2010). *Internet of things* (Cilt 12). New York: Springer.
- Whysall, Z., Owtram, M., & Brittain, S. (2019). The new talent management challenges of industry 4.0. *Journal of Management Development*. Vol. 38 No. 2, pp. 118-129.
- Williamson, J. G. (1984). Why was british growth so slow during the industrial revolution?, *The Journal of Economic History*, 44, 687-712.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things. 57, 221-224. doi:10.1007/s12599-015-0383-3
- Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. s. 178–187.
- Yang, Y., & Yu, K. (2016). Construction of distance education classroom in architecture specialty based on internet of things technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(5).
- Yavaş, H. K. (2019). *Türkiye’De sanayileşme süreci Ve Sanayi politikalarının sınai yapıya Etkileri*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Yazıcı, E., & Düzkaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı? *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 7(13), 49- 88. <http://dergipark.gov.tr/eibd/issue/29466/315920> adresinden alındı
- Yee, N. (2006). *Motivations of play in online games* (s. 772–775). içinde *CyberPsychology & Behavior*.
- Yelkikalan, N., Kırılmaz, S. K., & Ayhün, S. E. (2021). İşletme yöneticilerinin endüstri 4.0 ve insan kaynakları yönetimi algılarının belirlenmesine yönelik bir araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 651-666.
- Yıldırım, E. (2000). *Endüstri ilişkiler ders notları*. Sakarya.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.

Yıldız, S. C., & Fırat, S. Ü. (2020). Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 31, 1-16.

Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. (2018). Endüstri 4.0 bağlamında türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 422-436. doi:10.29106/fesa.412009.

Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 422-436.



6. EKLER

Ek 1. Anket

ANKET SORULARI

Hazırlanan bu anket soruları Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uygulamalı Ekonometri Anabilim dalı Yüksek Lisans programı kapsamında “**Öğrenciler Bakış Açısıyla Endüstri 4.0 Yaklaşımına Farkındalığın Belirlenmesi: Aydın ADÜ Örneği.**” İsimli tez için hazırlanmış olup araştırma kapsamına alınmıştır. Konuyla ilgili niceliksel durum ölçülmek amacıyla anket maddeleri oluşturulmuş, şıkları beşli likert sistemi ile hazırlanmış ve anket uygulanabilir hale getirilmiştir. İlk aşamada tanımlayıcı istatistikleri hesaplamak ve SPSS analizinde uygulamak üzere sosyo-demografik sorular yöneltilmiş; İkinci aşamada ise, araştırma kapsamında farkındalığı ölçme amaçlı çoktan seçmeli likert ölçekli sorular sorgulanmıştır.

Öğrenci: İbrahim IŞIK Danışman: Dr. Öğr. Üyes Ahmet ÜNLÜ

A. SOSYO-DEMOGRAFİK SORULAR

1. Yaşınız: ... 2. Cinsiyetiniz: 3. Ailenizdeki Kişi Sayısı: ...

4. Medeni Durumunuz: O Bekar O Evli O Birlikteliği Var

5. Annenin Eğitim Durumu:

İlkokul Ortaokul Lise Üniversite Yüksek Lisans Doktora

6. Babanın Eğitim Durumu:

İlkokul Ortaokul Lise Üniversite Yüksek Lisans Doktora

7. Okuduğunuz Eğitim Kurumundaki Bölümünüz / Dalınız: ...

8. Okuduğunuz Eğitim Kurumundaki Sınıfınız:

Hazırlık 1. Sınıf 2. Sınıf 3. Sınıf 4. Sınıf Diğer:

9. Aile Bütçesine Giren Aylık (Yaklaşık) Tutar:

O 2000 TL'den Az O 2000-3000 TL O 3000-4000 TL

O 4000-5000 TL O 5000-6000 TL O 6000 TL ve Üzeri İse Tutarı Yazınız:

10. İkamet Ettiğiniz Yer: O Yurt O Pansiyon O Ev

O Akraba Yanı O Kendi Evleri O Diğer (Yazınız):

GÖZLEMİN TEKNOLOJİK DONANIM VE İNTERNET ERİŞİM ÖZELLİKLERİ

11. Aşağıdaki teknolojik aletlerden hangilerine sahipsiniz, tıklayınız:

O Masaüstü Bilgisayar O Dizüstü Bilgisayar O Tablet O Oyun Konsolu

O Akıllı Telefon O Cep Telefonu

12. Aşağıdaki teknolojik aletleri gün içinde kullanma sıklığınıza göre numaralandırınız:

O Masaüstü Bilgisayar O Dizüstü Bilgisayar O Tablet O Akıllı veya Cep Telefon

13. Aylık İnternet Paketiniz Kaç GB (Giga Byte) ? :

14. Akıllı Telefonunuz İçin Aylık İnternet Kullanımına Ödediğiniz Tutar ? : ...

15. Evinizde / İkamet Ettiğiniz Yerde Wi-Fi Kullanımı var mı?

O Evet O Hayır

ENDÜSTRİ 4.0 İLE TANIŞIKLIK/BİLİNÇ DÜZEYİ

16. Endüstri 4.0 kavramını daha önce duydunuz mu?

O Evet O Hayır

17. Endüstri 4.0 hakkında hangi kaynaktan bilgi edindiniz?

O Ders konusu O Sosyal medya O İnternet sitesi O Arkadaş ortamı

O TV-Gazete-Dergi O Panel-Seminer

18. Sizce Endüstri 4.0 ne ifade ediyor?

O Teknoloji O Rekabet O Endüstriyel Devrim O Küreselleşme O Akıllı fabrikalar

O Geleceğin fabrikaları

19. Aşağıdaki kavramların hangilerini daha önce duydunuz? (1.'den 5.'ye doğru sıralayınız?)

1. Nesnelerin interneti 2. Simülasyon 3. Bulut bilişim 4. Siber güvenlik 5. Otonom robotlar 6. Zenginleştirilmiş gerçeklik 7. Eklemeli üretim 8. Sistem Entegrasyonu 9. Büyük veri ve Analiz 10. Sanal gerçeklik (Sadece boşluklara numara yazsanız yeterlidir.)

B. ÇOKTAN SEÇMELİ MADDELER

MADDELER \ \ ŞIKLAR	1. Her Zaman	2. Sıklıkla	3. Genellikle	4. Nadiren	5. Hiçbir Zaman
1	4.0 endüstriyel dönüşümü hakkında yeterli bilgiye sahibim.				
2	4.0 endüstriyel dönüşümünün teknolojik arka planı hakkında yeterli bilgiye sahibim.				
3	Endüstri 4.0 kullanımının ne anlama geldiğini ve farklı alanlarda kullanımının gerekli olduğunu düşünüyorum.				
4	Endüstri 3.0'ın; elektronik kullanımı ve dijital devrim yanında bilgi teknolojilerinin de kullanımıyla üretimin otomatikleştirilmesini ifade ettiği hakkında bilgi sahibiyim.				
5	Endüstri 4.0 veya 4. Sanayi Devrimi, birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren birleşik bir terimdir. Bu kapsamda nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti ve siber-fiziksel sistemlerden bahsedildiğinin farkındayım.				
6	“Nesnelerin interneti” ifadesiyle, makinelerin birbirleri ile kablosuz iletişimi kastedildiğini önceden biliyordum.				
7	“Hizmetlerin İnterneti” ifadesiyle, üretim ve piyasa ile ilgili farklı pazar birimlerinden gelen bulut-tabanlı geliştirme ve servis platformları basitçe web-uyumlu hizmetlerin sunumunda kullanılabilirler. Bunun gibi işle ilgili hizmetlerin bulut üzerinden sunulacağı konusunu önceden biliyordum.				
8	“Fiber-siber sistemler” ifadesinin, sanal dünyanın bir kopyası olarak kendi kendini yöneten sensörler vasıtasıyla farklı işlemleri gören sistemlerin genel tanımı için kullanıldığını biliyordum.				
9	4.0 endüstriyel dönüşümünün teknolojik aletlerin yerinde ve etkin kullanımını artıracaktır.				
10	Nesnelerin interneti çağı ile robotların çağı arasında sürdürülebilir bir ilişki bulunduğunu düşünüyorum.				
11	Endüstri 4.0 dönüşümünün 3.0 endüstriyel (sanayi) devrimine göre daha yararlı ve gerekli olduğunu düşünüyorum.				
12	Endüstri 4.0 uygulama veya teknolojileri istihdamı artıracaktır.				
13	Endüstri 4.0 sayesinde üretimde kullanılan sistemler hızlı ve etkin çalışacaklardır. Sistemler üzerindeki olası arızalar en kısa süre içerisinde tespit edilip hatalı çalışmalar giderilebilir.				
14	Üretimde esneklik sayesinde akıllı fabrikalar ve evler uzaktan izlenebilecek ve uzaktan işlem yapılabilirlerdir.				
15	4.0 endüstriyel dönüşümü, farklı toplumsal birimlerin yapısının				

	çevresel, sosyal ve ekonomik olarak etkilenmesine yol açar.					
16	4.0 dönüşümlü endüstriler teknolojik inovasyon (yenilikler) içerikli üretimler ve sosyal inovasyon çıktıları açısından olmazsa olmazdır.					
17	Endüstriyel devrim içinde yer alan özerk robot sistemleri üretim tekniklerini özümsemesi için oldukça önemlidir ve teknolojik alet kullanımında fark yaratacaktır.					
18	Bulut bilişim sistemi üretimde mutlaka gereklidir, üretimde firma lehine finansal ve çıktı performansını olumlu etkiler.					
19	Yapay zekaya sahip sistemler, üretimde mutlaka gereklidir, üretimde firma lehine finansal ve çıktı performansını olumlu etkiler.					
20	Eklemeli üretim sisteminin (<i>Plastik, metal, seramik veya kompozit malzemelerden oluşan karmaşık parçalar doğrudan bilgisayar modellerinden üretilebilir</i>) üretim sektörleri açısından faydalı olacağını düşünüyorum.					
21	Ses, video, grafik veya GPS verilerinin duyuşal girdi ile zenginleştirilerek bilgisayar tarafından işlendikten sonra, fiziksel, gerçek dünya ortamıyla birleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı ortamıdır. Üretimde bu ortam giderek normal bir süreç haline gelecektir.					
22	Büyük veri ve dataların kullanımı, sanallık içermeyen reel işler veya üretimde kullanım için çoğu durumda kolaylık sağlayabilir.					
23	4.0 endüstri sistemlerinin ve bileşenleri her zaman bireysel farkındalık kazandırmaktadır ve bu farkındalık üretim alanı için kazanç sağlar.					
24	Teknolojik reformların gerçekleştirildiği varsayılarak, endüstri 4.0 sisteminin uygulanması diğer endüstriyel katmanlardan (3.0 veya 2.0) daha fazla verimlilik sağlayacaktır.					
25	4.0 endüstrisi üretimde esnekliğin artırılması ve maliyetin azalmasını sağlayacak, bu da üretimde gelir veya kazanç artışı yaşanmasına yol açacaktır.					
26	İnsan hatasına bağlı kazalar ve kayıplar robot sistemler ile büyük oranda aşıllacak, işletme verimliliğini arttıracaktır.					
27	Kendi kendine insan müdahalesi olmadan karar verenlerin varlığı (otonom akıllı sistemler) sektörde işsizlik oranını artıracak ve yatırım maliyetleri nedeniyle zarara neden olacaktır.					
28	Üretimde kapasiteler yetersiz kaldığında, verimlilik ve karlılık azalmasına neden olacaktır.					
29	Görsel benzetimin gerçek dünya ile bütünleştirilmesi (artırılmış gerçeklik) depo süreçlerinde kontrol amaçlı kullanımı lojistik sektörü maliyet artışına neden olacaktır.					
30	Üretim ve paketleme süreçlerinde robot kullanımı daha yüksek maliyetli ürünlere neden olacaktır.					
31	Bulut bilişim sistemi uygulamalarının, farklı sektörler için uyumsuz, verimsiz ve gereksiz bir uygulama olacağını düşünüyorum.					
32	Küçük ve orta ölçekli firmalar için yanlış planlanan yatırımlar firma iflaslarına ve ekonomik krizlere neden olabilir.					
33	Nesnelerin interneti ve robot sistemler kazaları ve kayıpları engellemekte yetersiz kalmaktadır.					
34	Robotlar sayesinde seri olarak yapılan yüksek miktarda üretim, tüketiciler açısından üretim fazlasına yol açacak ve stok fazlalarına zemin hazırlayacaktır.					
35	Robotların işinin yerini almaktan çok işçiliği tamamladığını, güçlendirdiği önermesi vardır. Bu şekilde iş kalitesinin arttığı ve yeni işlerin ücretlerini artırdığını anlayışına katılmıyorum.					