



**T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Doktora Tezi

**PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE
TEKNOLOJİK ÖZ YETERLİKLER VE DİJİTAL
DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ 4.0) FARKINDALIĞI
ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Cansu DOĞAN GİRĞİN

Zonguldak 2025

**T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Doktora Tezi

**PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE
TEKNOLOJİK ÖZ YETERLİKLER VE DİJİTAL
DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ 4.0) FARKINDALIĞI
ARASINDAKİ İLİŞKİ**

**Hazırlayan
Cansu DOĞAN GİRGİN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Sinan YILMAZ**

Zonguldak 2025

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Doktora Tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda ve basımda enstitü tez yazım ve basım yönergesine uygun davranıldığını taahhüt ederim.

Cansu DOĞAN GİRGİN

08.01.2025

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalında 185382201002 numaralı Cansu DOĞAN GİRGIN'in hazırladığı “**Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalığı Arasındaki İlişki**” başlıklı DOKTORA tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 06/12/2024 Cuma günü saat 11:30'da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezinin onayına OY ÇOKLUĞUYLA / OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet Ferda ÇAKMAK
Başkan

Doç. Dr. Sinan YILMAZ
(Tez Danışmanı)
Üye

Doç. Dr. Deniz ŞÜKRÜOĞLU
Üye

Doç. Dr. Hicran ÖZGÜNER KILIÇ
Üye

Doç. Dr. Metin KILIÇ
Üye

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2025

Prof. Dr. Yücel NAMAL
Enstitü Müdürü

ÖZET

Kurum : ZBEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı
Tez Başlığı : Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalığı Arasındaki İlişki
Tez Yazarı : Cansu DOĞAN GİRGİN
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sinan YILMAZ
Türü, Yılı : Doktora, 2025
Sayfa Adedi : 137

Sanayi devrimlerinin getirdiği dönüşüm, Endüstri 4.0 ile dijitalleşme ve otomasyonun merkezinde yer aldığı yeni bir endüstriyel çağı başlatmıştır. Fiziksel ve dijital sistemlerin birleşimi, üretim yöntemlerinde köklü değişimlere yol açarak sanayi uygulamalarını daha esnek ve verimli hale getirmiştir. 21. yüzyılda hızlanan bu dönüşüm, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler ve bulut bilişim gibi teknolojilerin entegrasyonu ile gelişmektedir. Endüstri 4.0, üretim teknolojilerini ve iş modellerini yeniden tanımlayarak küresel rekabeti şekillendirmektedir.

Dünya genelinde birçok ülke ve şirket, Endüstri 4.0'ı rekabet avantajı sağlamak amacıyla benimsemektedir. Hükümetler, dijital altyapıyı güçlendirerek ve geleneksel süreçleri çağdaşlaştırarak sanayide dönüşümü teşvik etmektedir. Türkiye, Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları değerlendirerek küresel rekabet gücünü artırmak istemektedir. Bu bağlamda, sanayi altyapısının güçlendirilmesi, Ar-Ge'nin desteklenmesi ve nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi ön plandadır.

Bu çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğrencilerinin Endüstri 4.0'ı benimseme düzeylerini, öznel normlar, algılanan davranışsal kontrol, davranışa yönelik tutumlar, niyetler ve dijital okuryazarlık seviyeleri bağlamında analiz etmektedir. Araştırma, Endüstri 4.0'ın beşerî sermaye üzerindeki etkilerini ele alarak, dijital dönüşüm sürecindeki tutum ve niyetleri anlamayı amaçlamaktadır.

Veriler, beşli Likert ölçeğiyle hazırlanan bir anket yöntemiyle 362 katılımcıdan toplanmış ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile değerlendirilmiştir. Bulgular, öznel normların ve Endüstri 4.0'a yönelik tutumların, öğrencilerin bu teknolojiyi benimseme niyetlerini olumlu etkilediğini, ancak algılanan davranışsal kontrolün sınırlı kaldığını göstermektedir. Dijital okuryazarlığın teknik boyutunun niyetler üzerinde olumlu bir etkisi bulunmuş, sosyal ve bilişsel boyutların etkisi anlamlı olmamıştır. Sonuçlar, dijital okuryazarlık ve olumlu tutumların, öğrencilerin Endüstri 4.0'ı benimseme niyetlerini

güçlendirdiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, daha derinlemesine araştırmaların gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Planlı Davranış Teorisi.



ABSTRACT

Institution : ZBEU, Institute of Social Sciences, Department of Business Administration

Thesis Title : The Relationship Between Technological Self-Efficacy and Awareness of Digital Transformation (Industry 4.0) within the Framework of the Theory of Planned Behavior

Thesis Author : Cansu DOĞAN GİRGIN

Thesis Adviser : Assoc. Prof. Dr. Sinan YILMAZ

Type, Year : Ph.D. Thesis, 2025

Number of Pages : 137

The transformation initiated by industrial revolutions has introduced a new era, known as Industry 4.0, characterized by digitalization and automation. The integration of physical and digital systems has significantly altered production methods, enhancing flexibility and efficiency in industrial practices. This transformation is accelerated by technologies such as the Internet of Things (IoT), cyber-physical systems, and cloud computing, which are reshaping global competition by redefining production technologies and business models.

Numerous countries and companies globally are adopting Industry 4.0 to gain competitive advantages. Governments are promoting industrial transformation by strengthening digital infrastructure and modernizing traditional processes. In Turkey, adopting Industry 4.0 is viewed as a strategic move to enhance global competitiveness, focusing on improving industrial infrastructure, supporting R&D, and developing a skilled workforce.

This study examines the adoption levels of Industry 4.0 among computer engineering students at Zonguldak Bülent Ecevit University, considering subjective norms, perceived behavioral control, attitudes, intentions, and digital literacy. The research aims to explore the impact of Industry 4.0 on human capital and provide insights into the attitudes and intentions influencing the digital transformation process.

Data was collected from 362 participants using a five-point Likert scale and analyzed through Confirmatory Factor Analysis (CFA). Findings indicate that subjective norms and attitudes positively influence Industry 4.0 adoption intentions, while perceived behavioral control has limited impact. The technical dimension of digital literacy affects

intentions, whereas social and cognitive dimensions do not. Digital literacy and positive attitudes enhance students' intentions to adopt Industry 4.0, highlighting the need for further research.

Keywords: Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, Digital Transformation, Theory of Planned Behavior.



ÖN SÖZ

Bu çalışma, Planlı Davranış Teorisi çerçevesinde, Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde eğitim gören öğrencilerin Endüstri 4.0'ı kabul ve benimseme niyetlerini incelemektedir. Endüstri 4.0'ın artan önemi göz önüne alındığında, yürütülen araştırmanın mühendislik eğitimi alan öğrencilerin yeni endüstriyel dönüşüme yönelik yaklaşımlarını anlamaya ve şekillendirmeye katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, çalışmanın, öğrencilerin Endüstri 4.0'a yönelik niyetlerini belirlemesi ve bu doğrultuda gelecekteki iş gücünün dönüşüme uyum sağlamasına ve iş dünyasına nitelikli bireyler kazandırılmasına katkı sunması beklenmektedir.

Lisansüstü eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, desteklerini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Sinan Yılmaz'a teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmalarım bana yol gösteren ve değerli katkılarıyla destek olan Sayın Prof. Dr. Ahmet Ferda Çakmak'a teşekkürlerimi sunarım. Akademik yardımları için Sayın Doç. Dr. Deniz Şükrüoğlu'na, Sayın Doç. Dr. Hicran Özgüner Kılıç ve Sayın Doç. Dr. Metin Kılıç'a, istatistiksel analizlerdeki yardım ve desteği için Sayın Aykan Uncu'ya ve her zaman manevi desteğini hissettiren Sayın Dr. Nurgul Akıncı'ya sonsuz teşekkürler.

Son olarak, yaşamım boyunca sevgi ve güvenlerini yanımda hissettiğim kıymetli aileme; sabrıyla ve sevgisiyle bu süreçte verdiği destek için sevgili eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖN SÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1
1. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI.....	5
1.1. Endüstri 4.0	5
1.1.1. Dünya’da Endüstri 4.0 Girişimleri.....	8
1.1.2. Türkiye’de Endüstri 4.0 Girişimleri	9
1.1.3. Endüstri 4.0’a Giden Süreç	11
1.1.4. Endüstri 4.0 Bileşen Teknolojileri	13
1.1.4.1. Nesnelerin İnterneti	16
1.1.4.2. Büyük Veri	18
1.1.4.3. Bulut Bilişim.....	19
1.1.4.4. Eklemeli İmalat ve Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar	20
1.1.4.5. Otonom ve İşbirlikçi Robotlar	21
1.1.4.6. Sistem Entegrasyonu	22
1.1.4.7. Akıllı Üretim.....	23
1.1.4.8. Akıllı Fabrikalar	24
1.1.4.9. Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik	25
1.1.4.10. Simülasyon	26
1.1.4.11. Siber – Fiziksel Sistemler	27
1.1.4.12. Siber Güvenlik	28
1.1.5. Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşüm: Farklılıklar ve Kesişim Noktaları ..	28
1.1.6. Beşerî Sermayenin Dijital Dönüşümdeki Rolü: Üniversite 4.0 Yaklaşımı	33
2. PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ VE KULLANICILARIN YENİ TEKNOLOJİLERİ BENİMSEMELERİNİ İNCELEYEN TEORİ VE MODELLER.....	40
2.1. Örgütsel Davranışın Temelleri: Planlı Davranışa Giriş	40
2.2. Planlı Davranış Teorisi: Yeni Teknolojilerin Benimsenmesi Sürecinde Temel Bir Yaklaşım.....	43
2.3. Planlı Davranışın Endüstri 4.0 Adaptasyonunda Rolü	44
2.4. Yeni Teknolojilerin Organizasyonel Değişim Sürecine Etkisi.....	46
2.5. Kullanıcıların Yeni Teknolojileri Benimsemelerini İnceleyen Teori ve Modeller.....	48
2.5.1. Nedenli Eylem Teorisi	49
2.5.2. Planlı Davranış Teorisi	51

2.5.3. Teknoloji Kabul Modeli.....	54
2.5.4. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli.....	59
2.5.5. Yeniliğin Yayılması Teorisi.....	61
2.5.6. Sosyal-Bilişsel Teori.....	63
2.5.7. Motivasyon Teorisi	66
2.5.8. Bilgisayar Kullanım Teorisi.....	67
2.5.9. Aktivite Teorisi	69
3. PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0'I KABUL VE BENİMSEME NİYETLERİNİN TEKNOLOJİK ÖZ YETERLİK VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM FARKINDALIKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	73
3.1. Araştırmanın Amacı ve Katkısı.....	73
3.2. Araştırmanın Modeli	75
3.3. Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi.....	76
3.4. Araştırmanın Yöntemi.....	77
3.5. Araştırmada Kullanılan Ölçekler	78
3.5.1. Öznel Norm Ölçeği	79
3.5.2. Algılanan Davranışsal Kontrol Ölçeği	79
3.5.3. Davranışa Karşı Tutum ve Davranışsal Niyet Ölçeği	80
3.5.4. Dijital Okuryazarlık Ölçeği.....	81
3.6. Araştırmanın Hipotezleri	82
3.7. Araştırmanın Kısıtları	86
3.8. İstatistiksel Analiz.....	86
3.9. Araştırmanın Bulguları	87
3.9.1. Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Güvenilirlik Analizine İlişkin Bulgular	88
3.9.2. Model Uyum İndeksi Değerleri	94
3.9.3. Hipotez Testleri	98
3.9.4. Modeldeki Bağımlı Değişkenlerle İlgili R2 Değerleri	102
SONUÇ	103
KAYNAKÇA	113
EKLER	131
EK 1: Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalığına İlişkin Anket Soruları	131
Ek 2: Etik Kurul Kararı.....	135
ÖZ GEÇMİŞ	136

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Ülkelerin Endüstri 4.0'a Yönelik Ulusal Stratejileri ve Planları.....	8
Tablo 1.2: Endüstri 4.0 Bileşenleri	15
Tablo 1.3: Endüstri 4.0'ın Yapısı	31
Tablo 1.4: Dijital Dönüşüm Tanımları	32
Tablo 2.1: Planlı Davranış Teorisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	54
Tablo 2.2: Teknoloji Kabul Modeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar	59
Tablo 2.3: Sosyal Öğrenme Teorisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	66
Tablo 2.4: Motivasyon Teorisi ile İlgili Çalışmalar	68
Tablo 2.5: Etkinlik Teorisi Kullanılarak Yapılan Literatür Çalışmaları.....	72
Tablo 3.1: Araştırmada Kullanılması Planlanan Ölçekler.....	80
Tablo 3.2: Doğrulayıcı Faktör Analizi ile Gözlenen Değişkenlerin Örtük Değişkenlerin Ölçümüne Katkıları ve Cronbach Alpha ile Güvenilirlik Analizi Verileri.....	91
Tablo 3.3: Ortalama Çıkarılan Varyans, Kompozit Güvenilirlik ve Yapılar Arası Korelasyon Matrisi	94
Tablo 3.4: Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksi Değerleri	96
Tablo 3.5: Yapısal Eşitlik Modelindeki Uyum İndeksleri: Ölçüm Kriterleri ve Eşik Değerler	99
Tablo 3.6: Modelin Doğrudan Etkilerine İlişkin Analiz Sonuçları	103
Tablo 3.7: Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler ile Anlamlılık Düzeyleri.....	104
Tablo 3.8: Modelin Arabuluculuk Etkilerine İlişkin Analiz Sonuçları	104
Tablo 3.9: Modeldeki Bağımlı Değişkenlerle İlgili R ² Değerleri	106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Nedenli Eylem Modeli	50
Şekil 2.2: Planlı Davranış Modeli.....	53
Şekil 2.3: Teknoloji Kabul Modeli	55
Şekil 2.4: Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli	60
Şekil 2.5: Yeniliğin Yayılması Modeli	63
Şekil 2.6: Bilgisayar Kullanım Modeli	69
Şekil 2.7: Etkinlik Teorisi Modeli	71
Şekil 3.1: Araştırmanın Modeli.....	77
Şekil 3.2: Araştırma Sonucunda Elde Edilen Model	95

KISALTMALAR LİSTESİ

3D	: Üç Boyutlu
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACATECH	: Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi
AI	: Yapay Zekâ
AMOS	: Analysis of Moment Structures
AR	: Artırılmış Gerçeklik
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
AVE	: Average Variance Extracted
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojisi
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CFI	: Comparative Fit Index
CHAT	: Cultural-Historical Activity Theory
CPS	: Siber Fiziksel Sistemler
CR	: Composite Reliability
DEİ	: Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
DN	: Davranışsal Niyet
DT	: Davranışa Karşı Tutum
E- CHAT	: Extended Cultural-Historical Activity Theory
ERG	: Existence, Relatedness, Growth Theory
GFI	: Goodness-of-Fit Index
HCD	: İnsan Merkezli Tasarım
I4	: Endüstri 4.0
IBM	: International Business Machines Corporation
IDT	: Innovation Diffusion Theory
IoS	: Hizmetlerin İnterneti
IoT	: Nesnelerin İnterneti
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
L- CHAT	: Local Cultural-Historical Activity Theory
MEDE	: Manufacturing Academy of Denmark
MM	: Motivational Model
NFI	: Normed Fit Index

ÖN	: Öznel Norm
ÖYS	: Öğrenme Yönetim Sistemi
PCU	: Perceived Computer Usefulness
PDT	: Planlı Davranış Teorisi
RMSEA	: Root Mean Square Error of Approximation
SCT	: Social Cognitive Theory
SDT	: Self-Determination Theory
SE	: Standart Hata
SMAC	: Sosyal, Mobil, Analitik, Bulut
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
TAM	: Technology Acceptance Model
THY	: Türk Hava Yolları
TKM	: Teknoloji Kabul Modeli
TPB	: Theory of Planned Behavior
TRA	: Theory of Reasoned Action
TUBİSAD	: Bilişim Sanayicileri Derneği
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UTAUT	: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
UX	: Kullanıcı Deneyimi
VCD	: Video Compact Disc
YEM	: Yapısal Eşitlik Modellemesi
YÖK	: Yükseköğretim Kurumu

GİRİŞ

Sanayi devrimi ile başlayan dönüşüm süreci, Endüstri 4.0 ile dijitalleşme ve otomasyonun merkezde olduğu yeni bir endüstriyel çağın kapılarını aralamıştır. Fiziksel ve dijital teknolojilerin birleşimi, üretim süreçlerini dönüştürerek sanayi uygulamalarının daha dinamik, optimize edilmiş ve akıllı sistemlere evrilmesine olanak tanımıştır (Rajput & Singh, 2019, s. 1717). 21. yüzyılın ilk çeyreğinde hız kazanan bu dönüşüm, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler ve bulut bilişim gibi yenilikçi teknolojilerin üretim süreçlerine entegre edilmesiyle gerçekleşmektedir (Lödding, Riedel, Thoben, Von Cieminski & Kiritsis, 2017, s. 40; Zhong, Xu, Klotz & Newman, 2017, s. 617-618). Endüstri 4.0, yalnızca üretim teknolojilerini değil, aynı zamanda iş modellerini ve toplumsal yapıları da yeniden şekillendirerek, küresel rekabet ortamında yeni standartlar belirlemektedir. Bu dijital devrim, sanayi toplumunun geleceğini yeniden inşa ederken, ekonomik, toplumsal ve kültürel yapılar üzerinde derin ve kalıcı etkiler yaratmaktadır. Endüstri 4.0, teknolojik bir ilerlemenin ötesinde, endüstriyel dönüşüm ve dijitalleşmenin güçlü bir sembolü olarak değerlendirilmektedir.

Endüstri 4.0, dünya genelinde birçok ülke ve şirket tarafından rekabet avantajı sağlamak amacıyla benimsenmekte ve stratejik bir dönüşüm sürecine öncülük etmektedir. Bu süreç, sanayi sektörünün yanı sıra hükümetlere de önemli fırsatlar sunmaktadır. Hükümetler, dijital altyapının güçlendirilmesi ve geleneksel endüstriyel süreçlerin yeniden tanımlanmasıyla sanayide dijital dönüşümü teşvik etmektedir (Yang & Gu, 2021). Bu bağlamda, dijitalleşme stratejileri geliştiren ülkeler, küresel rekabette güçlü bir konum elde etmeye çalışmaktadır. Özellikle Batılı ülkeler, dijital teknolojilere yoğun yatırımlar yaparak üretim gücünü yeniden kazanmayı hedeflemektedir. Dijital dönüşümde lider konumuna gelen ülkeler, küresel ekonomide etkili bir rol oynarken, sanayide dijitalleşmeyi başarıyla gerçekleştirmektedir. Endüstri 4.0 stratejileri, özellikle Almanya'dan başlayarak geliştirilmiş ve diğer ülkelerde benzer yaklaşımların benimsenmesine öncülük etmiştir (Yıldırım, 2020, s. 778-779). Bu gelişmeler, dijital dönüşümün küresel rekabet üzerindeki kritik etkisini ve uluslararası iş birliğinin sanayideki dönüşüm süreçlerindeki önemini açıkça göstermektedir.

Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye, Endüstri 4.0'ın sunduğu teknolojik fırsatları değerlendirerek dijitalleşme ve otomasyon süreçlerine odaklanmakta ve bu sayede küresel rekabet gücünü artırmayı amaçlamaktadır. Bu stratejik bağlamda, sanayi altyapısının geliştirilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Özellikle üniversiteler, geleceğin iş gücünü Endüstri 4.0'a hazırlamada merkezi bir rol üstlenmektedir; ancak dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılan yapısal sorunlar bu ilerlemeyi yavaşlatabilmektedir (Aydınbaş & Erdinç, 2023). Dolayısıyla, üniversitelerin Endüstri 4.0 sürecinde nitelikli iş gücü yetiştirmeye yönelik çalışmaları, Türkiye'nin dijital dönüşümde ivme kazanması için kritik önem taşımaktadır.

Endüstri 4.0, yükseköğretim kurumları üzerinde kapsamlı ve dönüştürücü etkiler yaratmaktadır (Penprase, 2018). Bu teknolojik devrim, eğitim yöntemlerinden müfredat içeriklerine ve öğrenci değerlendirme süreçlerine kadar birçok alanda değişiklikleri zorunlu kılmaktadır. Araştırmalar, Endüstri 4.0'ın teknik ve sosyal becerilere olan ihtiyacı artırdığını ve yükseköğretim kurumlarının bu becerilere yönelik müfredat ve öğretim stratejilerini yeniden yapılandırmaları gerektiğini göstermektedir (Gümüsoğlu, 2017, s. 32-33). Üniversitelerin, Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları ve gereksinimleri anlaması ve uygun stratejiler geliştirmesi, gelecekteki iş gücünü hazırlamak ve rekabet avantajı sağlamak açısından kritik öneme sahiptir (Hımmetoglu, Ayduğ & Bayrak, 2020). Araştırma, Planlı Davranış Teorisi perspektifinden Endüstri 4.0 farkındalığının ve bu farkındalığın davranışsal niyetler üzerindeki etkilerini incelemeyi ve dijital dönüşüm sürecinde beşerî sermayenin etkili gelişimini destekleyecek stratejiler sunmayı amaçlamaktadır.

Planlı Davranış Teorisi (PDT), bireylerin ve grupların davranışlarını açıklamak ve yönetmek amacıyla örgütsel davranış alanında geliştirilmiş önemli bir teorik yaklaşımdır (Ajzen, 1991). Bu teori, bireylerin belirli davranışları planlama, uygulama, kontrol etme ve gerektiğinde düzeltme süreçlerini inceler. Ayrıca, yeni teknolojilerin benimsenmesi sürecinde kullanıcıların tutumlarını, öz yeterlik algılarını ve algılanan davranış kontrolünü analiz ederek, bu faktörlerin bireylerin niyetleri ve davranışlarını nasıl şekillendirdiğini açıklar (Shiue, 2007; Chai, Chiu,

Wang, Jiang & Lin, 2022). PDT, organizasyonların teknoloji benimseme süreçlerini etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanıyan analitik bir çerçeve sunar (Handoko, Lindawati & Mustapha, 2021). Endüstri 4.0 bağlamında, dijitalleşme ve otomasyonun iş gücü ve yönetim üzerindeki etkilerine uyum sağlamak için davranış bilimi perspektiflerinden yararlanılması önemli bir yaklaşımdır.

Bu çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin Endüstri 4.0'ı benimseme süreçlerini, öznel normlarını, algılanan davranışsal kontrollerini, davranışa karşı tutumlarını ve niyetlerini, dijital okuryazarlık düzeylerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, öğrencilerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecindeki tutumlarını ve niyetlerini etkileyen faktörleri analiz etmeyi ve elde edilen bulgular doğrultusunda çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir. Sonuç olarak, bu araştırmanın, Türkiye'deki yükseköğretim kurumlarının dijital dönüşüm sürecini anlamaya katkı sağlaması ve Endüstri 4.0'a uyum sürecine yeni bakış açıları getirmesi beklenmektedir.

Çalışma, üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, Endüstri 4.0 kavramı kapsamlı bir şekilde ele alınmış; küresel ölçekteki ve Türkiye'deki Endüstri 4.0 uygulamaları detaylandırılmıştır. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın bileşenleri, Endüstri 4.0 ile dijital dönüşüm arasındaki ilişkiler, bu kavramların diğer ilgili terimlerle etkileşimleri ve beşerî sermayenin dijital dönüşümdeki rolü incelenmiştir. İkinci bölümde, kullanıcıların yeni teknolojileri benimseme süreçlerini açıklayan teoriler ve modeller ele alınmıştır (Taherdoost, 2018; Bayraktar, 2019, s. 48-53; Yılmaz & Kavanoz, 2017, s. 131-132). Bu kapsamda, Nedenli Eylem Teorisi, Planlı Davranış Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli, Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli, Yeniliğin Yayılması Teorisi, Sosyal Bilişsel Teori, Motivasyon Teorisi, Bilgisayar Kullanım Teorisi ve Aktivite Teorisi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise, mühendislik fakültesi öğrencilerinin Endüstri 4.0'ı kabul ve benimseme niyetleri ile teknolojik öz yeterlilikler ve dijital dönüşüm farkındalığı arasındaki etkileri ölçen analiz yer almaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, katkısı, araştırma modeli, ana kütlesi ve örnekleme, yöntemi, ölçekleri, hipotezleri, kısıtları, istatistiksel analiz yöntemi ve bulguları detaylandırılmıştır.

Araştırmada veriler anket yöntemiyle toplanmıştır. Çalışmanın odak noktası, Endüstri 4.0 kabul ve benimseme süreçlerinin analiz edilebilirliğini sağlamak amacıyla Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencileri olarak belirlenmiştir. Anket, farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilere uygulanmış ve demografik bilgileri içeren sorular, yaş, cinsiyet, bölüm ve sınıf düzeyi gibi unsurları içermiştir. Katılımcıların görüşlerini değerlendirmek için beş düzeyli Likert ölçeği kullanılmıştır. Veriler, güvenilirliği ve geçerliliği önceden test edilmiş ölçeklerle toplanmış ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile analiz edilmiştir. Araştırma, 362 kişilik bir örneklem grubunu kapsamaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi, IBM SPSS ve AMOS 24.0 yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç bölümünde bulguların değerlendirilmesi, yorumlanması ve öneriler yer almaktadır.

1. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

1.1. Endüstri 4.0

Teknoloji, insanlık tarihinin en temel dinamiklerinden biri olarak yaşamın her alanında derin değişikliklere yol açmıştır. Sanayi Devrimi, bu değişimin hız kazandığı bir dönüm noktası olmuş ve teknolojik yenilikler, toplumsal ve ekonomik yapıları derinden etkilemiştir (Rotatori, Lee & Sleeva, 2021). İlk sanayi devrimi, buhar gücünün kullanımı ile üretim süreçlerini dönüştürerek tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş sağlarken; ikinci sanayi devrimi, elektrik ve montaj hatları ile kitlesel üretim anlayışını getirmiştir. Üçüncü sanayi devrimi ise bilgi ve iletişim teknolojilerinin devreye girmesiyle dijitalleşmeyi başlatmış, üretim süreçlerini optimize etmiştir. Bu süreçler, ekonomik değişimlerin yanı sıra, insan yaşamının her alanında köklü dönüşümler yaratmıştır.

Bu tarihsel gelişmeler, yirmi birinci yüzyılda toplumun dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan yeni bir sürece girmesine zemin hazırlamıştır. Endüstri 4.0, önceki sanayi devrimlerinin birikimi üzerine inşa edilmekte olup, çok sayıda yeni teknoloji uygulamalarını içermektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0, mevcut toplumsal düzenin yeniden şekillenmesine olanak tanırken, devrimlerin toplumsal yapı üzerindeki etkilerini incelemek için toplum bilimleri alanında derin tartışmalara yol açmaktadır. Sanayi devrimlerinin yarattığı değişimler ise, teknolojiyi sanayi sistemlerinin temel taşı haline getirerek insanlık tarihinin seyrini değiştiren olaylar arasında yer almaktadır (Rotatori, Lee & Sleeva, 2021, s. 92; Çapçioğlu & Anık, 2021, s. 29-30). Endüstri 4.0, fiziksel, dijital ve biyolojik sistemlerin entegre olduğu bu çağda, yapay zekâ, robot bilimi, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve nanoteknoloji gibi geniş bir teknolojik alanı kapsamaktadır. Yeni teknolojilerin bir araya gelmesi, yeni iş modellerinin ve toplumsal değişimlerin merkezinde yer almakta, sanayi süreçlerini ve toplumsal yapıları köklü bir biçimde yeniden şekillendirmektedir.

Dördüncü sanayi devrimi, Almanya Federal Hükümeti tarafından başlatılmış ve 2011 yılında ilk kez adlandırılmıştır. 2013 yılında Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (ACATECH) tarafından yayınlanan “INDUSTRIE 4.0

Stratejik Girişimini Uygulamak İçin Öneriler” adlı raporda ise, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin uygun sanayi ve politika kararlarıyla birlikte uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Murugaiyan & Ramasamy, 2021). Almanya'nın, Uzak Doğu ülkelerinin ucuz iş gücü maliyetleri karşısında, imalat sektöründe rekabet edebilirliğini artırmaya yönelik bir girişimi olarak 2011 yılında başlayan süreç, 2016 Dünya Ekonomik Forumu'nda bir tema olarak ele alınmıştır (Raji, Shevtshenko, Rossi & Strozzi, 2021). Dördüncü Sanayi Devrimi, ilk olarak üretim sektöründe meydana gelen dijital devrim olarak düşünülmüştür, ancak günümüzde Endüstri 4.0, endüstriyel değer zincirlerinin bütünlüğü içinde dijital dönüşüm olarak anlatılmaktadır.

Endüstri 4.0, 2016 Dünya Ekonomik Forumu'ndan sonra küresel rekabet stratejilerinde önemli bir rol oynamaya başlamıştır (Frederico, Garza-Reyes, Kumar & Kumar, 2020, s. 789). Almanya, üretim teknolojilerinde otomasyonu ve veri alışverişini teşvik eden "Industrie 4.0" stratejisini geliştirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, "National Strategic Plan"ı, Çin Halk Cumhuriyeti "Made in China 2025" planını, Güney Kore ise "Manufacturing Industry Innovation 3.0" stratejisini uygulamaya koymuştur (Hyun Park, Seon Shin, Hyun Park & Lee, 2017, s. 935-936). Bu stratejiler, Endüstri 4.0'ın küresel ölçekte üretim süreçlerini dönüştürdüğünü ve yayılmasını hızlandığını göstermektedir.

Endüstri 4.0'ın teknoloji eğilimleri, dijital sanayi devrimini mümkün kılan modern dijital yenilikler veya gelişmiş üretim teknolojileridir (Ghobakhloo & Iranmanesh, 2021). Bu teknolojiler, mühendislik, bilgisayar bilimi, malzeme bilimi gibi birçok araştırma alanına dahil edilmiştir. Endüstri 4.0, makinelerin rutinleri basitçe operasyonel hale getirdiği bir üretim paradigmasından, makinelerin birbirleriyle iletişim kurabildiği ve özerk bir şekilde iş birliği yapabildiği dijital üretime geçmek için kullanılan bir araç haline gelmiştir (Manesh, Pellegrini, Marzi & Dabic, 2020, s. 289). Bu dönüşüm, belirli dijital teknolojilerin uygulanması ve geliştirilmesiyle sağlanmaktadır.

Endüstri 4.0, fiziksel, dijital ve biyolojik dünyaların birleşimini temsil eden üretim sistemleri bileşenlerinin sürekli iletişim ve veri alışverişi ile tanımlanan bir dönüşüm sürecidir (Ennis, Barnett, De Cesare & Lander, 2018, s. 2-3; Raji, Shevtshenko, Rossi & Strozzi, 2020). Bu değişimlerin işletmeler üzerindeki etkilerini

anlamak ve bireylerin teknoloji odaklı beceriler edinmesinin önemini kavramak, iş gücünün dijital dönüşüme etkin bir şekilde katkı sağlaması için kritik bir gereklilik haline gelmiştir (Lee & Meng, 2021). Endüstri 4.0, gerçek ve sanal dünyayı birleştiren teknolojik yenilikler aracılığıyla fiziksel, dijital ve biyolojik unsurlar arasındaki etkileşimleri içermektedir. Bu teknolojiler, insanların yaşam, çalışma ve iletişim biçimlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, değer yaratımında değişikliklere yol açarak, işletmelerin yeni iş modellerini keşfetme ve geliştirme sürecinde beceri ve yetkinliklere yatırım yapmalarını teşvik edebilir (Acioli, Scavarda & Reis, 2021, s. 989). Dolayısıyla, Endüstri 4.0, işletmelere rekabet avantajı sağlamak için sürekli yeni iş modelleri keşfetme ve geliştirme fırsatları sunmaktadır.

Endüstri 4.0, imalat sektöründe dijitalleşme, otomasyon ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) artan kullanımını temsil eden akıllı üretim, akıllı ürün ve akıllı endüstri gibi kavramlarla ifade edilmektedir. Endüstri 4.0, kaynakların ve maliyetlerin daha verimli bir şekilde optimize edilmesini sağlayarak müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesine önemli katkılarda bulunmayı hedeflemektedir (Ortt, Stolwijk & Punter, 2020, s. 826). Kavram, yalnızca tek bir üretim tesisinin otomasyonu ile sınırlı kalmayıp, üretimden nihai ürün satışına kadar tüm işlevlerin dikey ve yatay entegrasyonunu hedefler. Bu entegrasyon, daha hızlı ürün geliştirme, özelleştirilmiş üretim ve hızlandırılmış tedarik zincirleri gibi avantajlar sağlar. Yüksek düzeyde entegrasyon ve dijitalleşme, üretim sistemlerinde verimlilik ve iş süreçlerinde şeffaflık sağlar (Bojana, Jelena, Suzic, Branislav & Aleksandar, 2017, s. 797). Endüstri 4.0, otomotiv, sağlık hizmetleri, enerji, perakendecilik gibi geniş bir sektör yelpazesindeki iş yapış biçimlerini dönüştürür, veriye dayalı kararları şekillendirir (Saad, Bahadori & Jafarnejad, 2021, s. 1038). Başlangıçta, Endüstri 4.0'a yönelik çalışmalar, genellikle kavramsal modeller geliştirmeye odaklanmıştır (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2017, s. 891-893). Zaman içerisinde, teknolojinin gelişimi ve sektörel uygulamaların artmasıyla Endüstri 4.0'ın etkisi çok daha geniş bir yelpazeye yayılmıştır.

Yukarıda yer verilen tanım ve süreçlere bakıldığında dördüncü sanayi devriminin birden çok alanda yer alan önemli bir kavram olduğu anlaşılmaktadır. Çevre koşullarının değişimi, yeni teknolojik imkânların ulaşılabilir olması ve devletlerin bu alana yönelik uygulamaları, Endüstri 4.0'ın evrimini hızlandıran ve

şekillendiren önemli faktörler arasında yer almaktadır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0'ın önemi, teknolojik ilerlemelerin ve değişen çevresel koşulların etkisiyle giderek artmaktadır. Bu süreç, sadece endüstriyel üretimi değil, aynı zamanda yaşam tarzlarını, iş modellerini ve toplumun genel yapısını derinden etkilemektedir. Bu nedenle hem akademik araştırmalar hem de endüstri uygulamaları açısından Endüstri 4.0 çalışmalarının önemi her geçen gün artmaktadır.

1.1.1. Dünya’da Endüstri 4.0 Girişimleri

Dünya genelinde birçok ülke ve şirket, Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları değerlendirerek rekabet avantajı elde etmeye çalışmaktadır. Bu süreç, hükümetlerin desteklediği politikalarla dijital altyapının güçlendirilmesi ve geleneksel endüstriyel süreçlerin yeniden tanımlanmasıyla sanayide dönüşümü sağlamaktadır. Çeşitli Endüstri 4.0 uygulamalarının sonuçlarının hayata geçirilmesi, yalnızca işletmeler için değil, aynı zamanda ülkeler için de stratejik avantajlar sağlamaktadır. Bu sebeple, birçok hükümet, Almanya'nın benzeri adımlar atarak kendi Endüstri 4.0 stratejilerini oluşturmuş ve uygulamaya koymuştur (Yang & Gu, 2021). Dolayısıyla, Endüstri 4.0'ın etkili bir şekilde uygulanması hem sanayi hem de ulusal düzeyde ekonomik büyümeyi destekleyen kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Tablo 1.1’de ülkelerin dördüncü sanayi devrimine yönelik ulusal stratejileri ve planları yer almaktadır.

Tablo 1.1: Ülkelerin Endüstri 4.0'a Yönelik Ulusal Stratejileri ve Planları

Ülkeler	Endüstri Planı
Avustralya	Industry 4.0 Testlabs
Belçika	Made Different
Danimarka	Manufacturing Academy of Denmark (MADE)
Fransa	Industrie du Futur
Almanya	Germany: Industrie 4.0
İtalya	Impresa 4.0
Japonya	Society 5.0
Hollanda	Smart Industry
Çin	Made in China 2025
Portekiz	Indústria 4.0
Singapur	Research, Innovation and Enterprise 2020 Plan
Güney Kore	Manufacturing Industry Innovation 3.0
İspanya	Industria Conectada 4.0
İngiltere	The Future of Manufacturing
Amerika	Advanced Manufacturing Partnership

Kaynak: Yang, F., & Gu, S. (2021). Industry 4.0, A Revolution That Requires Technology and National Strategies. *Complex & Intelligent Systems*, 7, p. 1317.

20. yüzyılın ikinci yarısında Batılı şirketler kendi ülkelerinde, iş gücü maliyetlerindeki artış nedeniyle üretimlerini Uzak Doğu'ya kaydırarak rekabet avantajı sağlamıştır. Bunun yanında, birçok ülke, dijital teknolojilere yatırım yaparak üretim tabanını geri kazanma çabasına yönelmiştir. Çin, ucuz iş gücü ve dijital dönüşümdeki liderliği ile küresel ekonomide önemli bir oyuncu haline gelmiş ve sanayide dijital dönüşümü başarıyla gerçekleştirmiştir (Gülseren & Sağbaş, 2019). Batı ülkeleri, dijital dönüşümü Çin'e karşı rekabet avantajı olarak görmekte ve bu süreci hızlandırmak istemektedir. Almanya'nın "Industrie 4.0" girişimi, Fransa'nın "Nouvelle France Industrielle" ve ABD'nin "Industrial Internet" gibi çeşitli ülkelerdeki benzer programlarla doğrudan ilişkilidir; bu durum, ülkelerin küresel üretim tabanını yeniden inşa çabalarının bir yansımasıdır (Yıldırım, 2020, s. 778-779). Dijital dönüşüm, küresel rekabetin belirleyici bir unsuru olarak öne çıkmakta ve ülkelerin gelecekteki ekonomik başarılarını şekillendirme potansiyeli taşımaktadır.

Almanya, modern üretim teknolojilerinde otomasyon ve veri entegrasyonunu teşvik etmek amacıyla Endüstri 4.0 programını başlatmış ve bu girişimi ABD, Fransa, Japonya ve Çin gibi ülkelerle kurduğu uluslararası iş birlikleriyle genişletmiştir. ABD, bu alandaki gelişmeleri desteklemek üzere projelerini açıklarken, Güney Kore de imalat sektöründeki inovasyonu artırmak amacıyla yeni hedefler açıklamıştır (Hyun Park, Seon Shin, Hyun Park & Lee, 2017, s. 935-936). Avrupa Komisyonu, 2014'ten bu yana AB ülkelerinin dijital ilerlemesini "Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI)" ile takip etmektedir (DESI, 2021). Japonya, "Toplum 5.0" kavramını geliştirerek insanları, nesneleri ve sistemleri uyumlu hale getirmeyi hedeflemektedir. İtalya, Fransa ve Almanya arasında "Üçlü İş Birliği" olarak adlandırılan bir ortaklık kurulmuş, bu iş birliği kapsamında ulusal stratejilerin uygulanması ve uluslararası koordinasyonun önemi vurgulanmıştır (Yang & Gu, 2021, s. 1318-1319). Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm vizyonları, uluslararası iş birliği ve devlet desteğinin kritik önemini ortaya koyarken, teknolojinin toplum ve endüstri üzerindeki etkilerini farklı açılardan ele almaktadır.

1.1.2. Türkiye’de Endüstri 4.0 Girişimleri

Türkiye, Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik dönüşümü yakalamak ve rekabet gücünü artırmak için kararlı bir şekilde girişimler yürütmektedir. Ülke, sanayi ve

teknoloji alanında önemli adımlar atarak dijitalleşme ve otomasyon konularında ilerlemeler kaydetmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için endüstriyel altyapıyı güçlendirmeye, Ar-Ge yatırımlarını artırmaya ve insan kaynağını geliştirmeye odaklanmaktadır. Yürütülen çalışmalar, Türkiye'nin Endüstri 4.0 vizyonunu hayata geçirerek uluslararası alandaki rekabet gücünü artırmaya yönelik stratejilerin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye, çeşitli sanayi kollarında dijitalleşme ve akıllı üretim uygulamalarını teşvik eden politika ve destekler geliştirmektedir.

İlk olarak 2020'de yayımlanan “Türkiye’nin Dijital Dönüşüm Endeksi Raporu”, Türkiye'nin ekonomik ve toplumsal dijitalleşme performansının dikkatle izlenmesi ve bu sürecin hızlandırılması gerektiğini vurgulamıştır. Endeks bulgularına göre, uzmanlar Türkiye'nin dijital dönüşüm için kapasitesinin uygun olduğunu ve 2019'dan itibaren bu alanda ilerleme kaydettiğini belirtmektedir. 2022 yılında ise, göreceli olarak dijital dönüşümün duraksadığı belirlenmiştir. Bu yıldan itibaren endeksi oluşturan dört alt bileşeni oluşturan ekosistem, yeterlilik, kullanım ve dönüşüm alanlarında endeks puanının düştüğü görülmektedir. Sonuç olarak, Türkiye’nin makroekonomik sorunlarının ekonominin dijital dönüşümünü negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Diğer ülkelerin dijital dönüşüm ivmesini koruduğu tespit edilirken, Türkiye bu süreçte geri kalmaktadır (TUBİSAD, 2022). COVID-19 pandemisinin bu durumu olumsuz etkilemiş olabileceği dikkate alınmalıdır.

Türkiye'nin dijital dönüşüm çalışmalarına bir diğer örnek Model Fabrikalar’dır. Model Fabrikalar veya diğer adıyla Uygulamalı Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler Yetkinlik Merkezi'nin kurulması ve yaygınlaştırılmasıyla ekonomide verimliliği artırmak hedeflenmiştir (UNDP, 2021). Bu merkezler, özellikle KOBİ’ler için tasarlanmış olup, işletmelerin operasyonel süreçlerini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Model Fabrikalar, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) iş birliğiyle kurulmuş ve işletmelere pratik deneyim kazandırmakta, farklı üretim yöntemlerini öğretmektedir. 2019-2023 On Birinci Kalkınma Planı’nda, Model Fabrika sayısının 14’e çıkarılması öngörülmüş olup, Ankara, Adana, Bursa, Gaziantep, İzmir, Kayseri, Konya ve Mersin şehirleri bu proje kapsamındadır (UNDP, 2021).

Sanayi alanında, 2016'da Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından kurulan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, 2017'de sektör odaklı sanayi hamlesini başlatmış ve 2018'de Dijital Dönüşüm Yol Haritası'nı oluşturmuştur. Sağlık sektöründe, dijital hastaneler, bilgi ve iletişim teknolojileriyle sağlık hizmetlerinde verimlilik sağlamaktadır. Havacılık sektöründe, Türk Hava Yolları (THY), yapay zekâ ve büyük veriyi kullanarak önemli dijital dönüşüm projeleri yürütmektedir. Kamu sektöründe ise, devlet kurumları büyük veri kullanarak hizmet ve politika geliştirme süreçlerini iyileştirmektedir (Başar, 2023). Bu gelişmeler, Türkiye'nin dijitalleşme yolunda attığı adımların sektörler arası etkileşimi güçlendireceğini ve ekonomik büyümeyi hızlandıracağını göstermektedir.

Türkiye'de dijital dönüşüm, finansal kaynak ve zaman eksikliği, net bir vizyon ve strateji eksikliği ile süreç bilgisindeki yetersizlikler gibi engellerle karşı karşıya kalmaktadır. Dijital dönüşüm projelerinin başarısı, yalnızca projeleri başlatan yönetimin değil, tüm şirketin dijital dönüşüme hazır olmasına bağlıdır. Şirketler, dijital dönüşümden beklentilerini belirlemeli ve projelerin hedef ve sonuçlarını netleştirmelidir. Dünya Bankası verilerine göre, Türkiye'nin düşük düzeydeki Ar-Ge harcamaları ve sınırlı patent başvuruları, yüksek teknolojili malların üretiminin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. İhracattaki yüksek teknoloji ürünlerinin azalması ve orta teknolojili ürünlerin artışı, dijital dönüşüm sürecinde yapısal zorlukları yansıtmaktadır. Bu zorluklar, ithalata bağımlılık, nitelikli iş gücü eksikliği, belirsizlikler, eğitim ve kültürel engeller olarak özetlenebilir (Aydınbaş & Erdinç, 2023). Devlet teşvik politikaları ve özel sektör girişimciliği bu engelleri aşarak dijital dönüşüm sürecini hızlandırabilir.

1.1.3. Endüstri 4.0'a Giden Süreç

Ekonomik, siyasi ve politik alandaki gelişmeler, insanların yaşamlarını derinden etkilemiş ve bu etkileşimler sonucunda toplumsal yapı, kültürel normlar ve bireylerin günlük deneyimleri önemli ölçüde değişmiştir. İnsan yaşamını etkileyen temelde iki büyük dönüşüm, tarım ve sanayi devrimleridir (Özsoylu, 2017, s. 42). Tarımdaki gelişmeler, daha sonra sanayi alanında devrimlere yol açmıştır. 18. yüzyılın sonlarına doğru, özellikle İngiltere başta olmak üzere Avrupa'da üretim sistemlerinde değişimler ortaya çıkmıştır.

James Watt'ın icat ettiği buhar makinesi, **1. Sanayi Devrimi**'nin başlangıcı olarak görülmektedir. Metalürji alanındaki ilerlemeler ve dokuma sanayisindeki gelişmeler, bu dönemde yaşanan dönüşümün önemli bir parçasını oluşturmaktadır.  elik üretiminin artması ve deniz ticaretinin gelişimi, atölye üretiminden fabrika üretimine, parça başı üretimden seri  ritime geçişin gerçekleşmesini sağlamıştır (Bulut & Akçacı, 2017, s. 52; Soylu, 2018, s. 44). Bu dönem genellikle 1760-1840 yılları arasında kabul edilmekte olup, demiryollarının inşası ve buhar motorunun icadı, mekanik üretim süreçlerine geçişin simgesi olmuştur (Schwab, 2017, s. 11).

Sanayi devrimiyle birlikte iletişim, taşımacılık, ticaret gibi birçok alanda önemli değişimler ortaya çıkmıştır.  nceki devrimdeki buluşlar ve ilerlemeler, **2. Sanayi Devrimi**'nin temellerini atmıştır. Teknik icatlar, üretim verimliliğinde artışa neden olmuş ve bilimsel bilgi ile teknolojinin birleştirileceği bir döneme geçiş sağlanmıştır. 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında, elektrik ve montaj hatlarının gelişmesiyle birlikte seri üretim yöntemine geçilmiştir (Schwab, 2017, s. 11). Teknoloji devrimi olarak da adlandırılan bu dönem, demiryollarının gelişimiyle şekillenmiştir. Bu gelişme, ham madde teminini kolaylaştırmış ve pazar hacminin genişlemesine olanak tanımıştır.

Bilgisayar ya da dijital devrim olarak adlandırılan **3. Sanayi Devrimi**'nin 1960'larda başladığı kabul edilmektedir. Programlanabilir makinelerin geliştirilmesiyle sanayi alanında yeni bir döneme geçilmiş ve üretim süreçlerinde elektronik, bilgi teknolojileri, otomasyon ortaya çıkmıştır.    nc  sanayi devrimi, kişisel bilgisayar üretiminin ve internet kullanımının yaygınlaşmasının ardından elektronik ve bilgisayar temelli üretim yapısını oluşturmuştur (Soylu, 2018, s. 44). Bu dönemde sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş gerçekleşmiştir.  nceki sanayi devrimlerinde üretimde fiziksel iş gücü  n plandayken, dijital devrimde üretimde zihinsel beceriler ve bilgi ön plana çıkmıştır.  nceki devrimlerin başlangıcı belirli bir bölgeyle sınırlı kalırken, dijital devrimin etkileri tüm dünyada hızla yayılarak küresel bir boyut kazanmıştır.

4. Sanayi Devrimi, diğer devrimlerden belirgin bir şekilde farklıdır. Bu devrim, değişim hızının yanı sıra bireyler, ekonomiler, kurumlar ve toplumlar üzerindeki etkileriyle önemli bir dönüşüm süreci yaratmaktadır (Kim, Choi & Lee, 2020, s. 123419). Bazı uzmanlar, bu yeni devrimi üçüncü devrimin bir devamı olarak

değerlendirse de onu özgün kılan temel unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar arasında, devrimin içerdiği teknolojik gelişmelerin hızla gerçekleşmesi; dijital teknolojilerin bireyler, iş dünyası ve toplumun diğer kesimlerinde geniş kapsamlı etkiler yaratması; tüm yönetim bilişim sistemlerinin ve teknoloji bileşenlerinin birbirine bağlı olması ve sistem etkisinin ortaya çıkması sayılabilir (Fırat & Fırat, 2017, s. 213). Devrim, yalnızca yeni teknolojiler getirmekle kalmayıp, aynı zamanda bu teknolojilerin toplumsal ve ekonomik yapı üzerinde derin etkiler yaratmasını sağlayan kapsamlı bir dönüşüm sürecini kapsamaktadır.

Endüstri 4.0, üçüncü sanayi devrimi etkilerinin yoğun olduğu bir süreç olarak görülmektedir (Tozkoparan & Ernur, 2018, s. 5). Küresel üretimde sanayiye güçlendirmek ve rekabet gücünü artırmak için girişimciler yerel şirketler kurmuş ve teknoloji programları geliştirmiştir (Thoben, Wiesner & Wuest, 2017). Gelişmiş teknolojilerin hızla ilerleyip daha geniş kitleler tarafından kullanılmaya başlamasıyla birlikte Endüstri 4.0, dünya çapında üreticiler arasında yaygınlık kazanmıştır (Yunus, 2021, s. 1215). Verimlilik, doğruluk ve kesinlik sunma potansiyeliyle Endüstri 4.0, gelecek vaat eden bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Fiziksel ve dijital dünyaların bir araya geldiği bu dönüşümle, insan ve makineler arasında daha yakın bir etkileşim sağlanmıştır. İzleme, birlikte çalışabilirlik, kontrol, gerçek zamanlı bilgi işleme, özelleştirme, enerji tasarrufu, esneklik ve malzeme akışı, Endüstri 4.0'ın öne çıkan özelliklerindendir (Rajput & Singh, 2019, s. 1717). Bahsedilen devrimle birlikte gelen köklü yeniliklerin etkisi pek çok alanda görülmeye başlamıştır. Bu yeniliklerin etkisi, yalnızca sanayi sektörüyle sınırlı kalmayıp, iş gücü yapısı ve üretim stratejilerinde de önemli değişimlere yol açması beklenmektedir.

1.1.4. Endüstri 4.0 Bileşen Teknolojileri

Endüstri 4.0 olgusu, bilgi ve iletişim sistemleri aracılığıyla müşteriler, tedarikçiler, tedarik zincirinin diğer üyeleri ve değerli paydaşlarla veri alışverişini sağlayan bir konsept üzerine kuruludur. Bu sistem, otomatik üretim sistemleri ve robotik teknolojileri ile entegre olarak makineler, insanlar ve kaynaklar arasında etkileşim ve koordinasyonu mümkün kılmaktadır. Endüstri 4.0, üç temel bileşeni içermektedir: siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti (IoT) ve hizmetlerin interneti (IoS) (Lödding, Riedel, Thoben, Von Cieminski & Kiritsis, 2017, s. 40).

Üretim sektörü, ülke ekonomisinin temelidir ve insanların geçimini güçlü bir şekilde etkilemektedir. Gelişen teknolojilerin üretim modelleri, yaklaşımları, kavramları ve hatta işletmeler üzerindeki etkisi, oyunun kurallarını değiştirecek kadar büyük olabilir. Üç ana gelişmiş üretim teknolojisi olarak akıllı üretim, nesnelerin interneti özellikli üretim ve bulut üretimi yer almaktadır (Zhong, Xu, Klotz & Newman, 2017, s. 617-618).

Endüstri 4.0 alanında üretim senaryoları ve ortaya çıkan/gelişen teknolojiler, dijital tasarım ve üretim, araştırmacıların ve endüstrinin karşılaştığı kavramlar arasındadır. Bu teknolojilere örnekler arasında, eklemeli üretim gibi yenilikçi üretim teknolojileri; siber-fiziksel sistemler (CPS), büyük veri, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ (AI), dijital ikiz ve SMAC (Sosyal, Mobil, Analitik, Bulut) gibi bilişim ve iletişim teknolojileri yer almaktadır. Ayrıca, akıllı ürünler, kullanıcı deneyimi (UX) ve insan merkezli tasarım (HCD) gibi ürün ve tasarım teknolojileri de bu kapsamda bulunmaktadır (Qin & Cheng, 2017, s. 1047).

Endüstri 4.0'ın öngördüğü üretim geleceği, her üretim bileşeninin bağımsız olarak veri alışverişi yaptığı, eylemleri başlattığı ve kendi kendini denetlediği kapsamlı bir entegrasyon sürecini içermektedir. Araştırmacılar ve şirketler, Endüstri 4.0 konsepti ve vizyonları hakkında farklı bakış açılarına sahiptir; ancak gelecekteki üretim vizyonuna hitap eden ana yönler hakkında fikir birliği mevcuttur. Bunlar; akıllı fabrika, akıllı ürünler, iş modelleri ve müşterileri içermektedir (Pereira & Romero, 2017, s. 1208).

Endüstri 4.0, bazı yenilikçi teknolojilerden oluşmaktadır. Bunlar; tasarım ve üretimde modelleme, simülasyon ve sanallaştırma; ürün geliştirme ve kullanımının tüm aşamalarında bilgiyi dijitalleştirmek ve çeşitli sistemleri entegre etmek için bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT); makineleri, sistemleri, iş ürünlerini ve insanları birbirine bağlayan kablosuz ve internet teknolojilerini içeren ağ iletişimi; robotlar, akıllı araçlar ve artırılmış gerçeklik dahil olmak üzere insan işçiler için daha fazla BİT tabanlı destek; fiziksel süreçleri ve sistemleri izlemek ve kontrol etmek için BİT kullanan siber-fiziksel sistemler; gömülü sensörler ve akıllı robotlar olarak incelenmektedir (Wang & Wang, 2016, s. 5).

Bahsedilen literatür incelendiğinde, Endüstri 4.0'ın pek çok bileşene sahip olduğu görülmektedir. Bu bileşenlerin her biri, modern üretim sistemlerinde dijitalleşmenin ve otomasyonun sağlanmasında kritik rol oynamaktadır. Endüstri 4.0'ın temel amacı, bu bileşenlerin birbiriyle uyum içinde çalışmasını sağlamak ve üretim süreçlerini daha verimli, esnek ve otonom hale getirmektir. Söz konusu bileşenlerin uyumu ve entegrasyonu başarıyla sağlandığında, işletmeler daha rekabetçi olabilmekte ve süreçler sorunsuz bir şekilde yürütülebilir hale gelmektedir. **Tablo 1.2'**de Endüstri 4.0 ile ilgili yaygın olarak ifade edilen bileşenlere yer verilmiş ve kısaca açıklanmıştır.

Tablo 1.2: Endüstri 4.0 Bileşen Teknolojileri

Teknolojiler	Tanım
Nesnelerin İnterneti	Çeşitli teknoloji ve pazar eğilimlerinin birleşimi, daha fazla sayıda ve daha küçük cihazların ucuz ve kolay bir şekilde birbirine bağlanması.
Büyük Veri	Birden fazla kaynaktan elde edilen yapılandırılmamış ve yapılandırılmış verilerin devasa boyutu.
Bulut Bilişim	Ölçeklenebilir ve hesaplanabilir bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) kaynaklarına uzaktan erişilmesi amacıyla tasarlanmış ayrı bir bilişim teknolojileri ortamı.
Eklemeli İmalat ve Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar	Üç boyutlu bilgisayar destekli tasarımlar (CAD) aracılığıyla doğrudan fiziksel, elle tutulur modeller üretmeyi sağlayan bir imalat teknolojisi ve yazıcının bilgisayar destekli tasarım programları yardımıyla tasarladığı herhangi bir elektronik veri kalıbını ve modeli benzer aletlere ihtiyaç duymadan makineye malzeme katmanı ekleyerek üç boyutlu fiziksel parçalar üretilmesi.
Otonom Robotlar	Çok sayıda heterojen yazılım bileşeninin etkileşimini veya iş birliğini gerektiren karmaşık sistemler.
Sistem Entegrasyonu	Birden fazla sistemin bir araya getirilerek tek bir sistem olarak çalışmalarına olanak sağlaması.
Akıllı Üretim	En son teknolojileri etkin bir biçimde kullanarak tasarım, üretim, kontrol ve karar vermeyi entegre eden geniş bir üretim paradigması.
Akıllı Fabrikalar	Tüm süreçlerin otomasyonla yürütüldüğü ve süreçlerin kendi kendine iyileşebileceği makine ve ekipman temelli bir işletme ortamı.
Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik	Sanal nesneler kullanılarak zenginleştirilmiş gerçek dünyalar ve sanal gerçeklik ile artırılmış gerçekliğin en iyi özelliklerini bir araya getirmenin amaçlanması.
Simülasyon	Modellenen sistemin veya sürecin davranışını daha iyi anlamak veya tahmin etmek için gerçek veya kurgusal bir sistemin ve sürecin modellerini kullanma yöntemi.
Siber Fiziksel Sistemler	Fiziksel varlıkları ve hesaplama yetenekleri arasında birbirine bağlı sistemleri yönetmek için dönüştürücü teknolojiler.
Siber Güvenlik	Siber ortamda, kurum, kuruluş ve kullanıcıların varlıklarını korumak amacıyla kullanılan teknolojiler.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.1.4.1. Nesnelerin İnterneti

“Nesnelerin İnterneti (IoT- Internet of Things)” terimi, ilk olarak 1999 yılında İngiliz teknoloji öncüsü Kevin Ashton tarafından, fiziksel dünyadaki nesnelerin sensörler aracılığıyla internete bağlanabildiği bir sistemi tanımlamak için kullanılmıştır. Günümüzde, internet ve bilgi işlem kapasitesinin nesneler, cihazlar ve sensörlere yayılmasını tanımlayan terim, 1970'lerin sonlarından itibaren var olan cihazları izleyip kontrol etmek için bilgisayar ve ağların birleşimini ifade etmektedir. Geniş bir perspektiften bakıldığında, çeşitli teknoloji ve pazar eğilimlerinin birleşimi, daha fazla sayıda ve daha küçük cihazların ucuz ve kolay bir şekilde birbirine bağlanmasını mümkün kılmaktadır. Her yerde bağlantı, internet tabanlı ağların yaygınlaşması, bilgi işlem maliyetlerinin düşmesi, cihazların küçülmesi, veri analitiği ve bulut bilişiminin yükselişi, bu birleşimin temel unsurlarıdır (Rose, Eldridge & Chapin, 2015, s. 7-8). Söz konusu yenilikler, özellikle endüstriyel uygulamalarda, verimlilik ve inovasyonu artıran büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Nesnelerin interneti, süreç kontrollerini hızlandıran bağlantısız bir veri yönetimini içermektedir. Bu platform, büyük veriden yararlanarak ve siber fiziksel sistemleri harekete geçirerek bilginin dönüştürülmesini sağlamaktadır (Erçağ, 2018, s. 24). Bileşen, dijital alan ile tesisin fiziksel alanı ve tedarik zinciri arasında bir köprü işlevi görerek yeni analitik yöntemlerle desteklenmektedir. Böylece, tedarik zincirlerinin akıllı, bağlantılı ve özerk nesnelerden oluşan bir ağa dönüşmesini sağlayarak, Endüstri 4.0 vizyonuna uygun olarak gerçek zamanlı etkileşim ve iletişimi mümkün kılmaktadır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0'ın, akıllı üretimin gelişiminde nesnelerin internetinin kritik bir rol oynayacağı kabul görmüştür (Tuptuk & Hailes, 2018, s. 93). Gelişmeler, endüstriyel sektörlerin dönüşümünde önemli bir adım olarak kabul edilmekte ve işletmelerin üretim süreçleri ile kaynak kullanım verimliliğini artırarak rekabet avantajı elde etmelerine olanak sağlaması beklenmektedir.

Gömülü sistemler, nesnelerin interneti (IoT) teknolojisinin temel bileşenlerinden biri olarak, çeşitli cihazların ve sensörlerin veri toplama, işleme ve iletme işlevlerini yerine getiren kritik sistemlerdir. IoT, bu sistemlerin ağ üzerinden birbirine bağlanmasını ve veri paylaşımını sağlamaktadır. Gömülü sistemler,

bağımsız çalışabilen ya da daha büyük bir sistemin bir parçası olarak belirli görevleri yerine getiren, kendine özgü yazılıma sahip, mikroişlemci tabanlı bilgisayar donanımdır (Türk ve Lüy, 2021). Bu sistemler, önceden belirlenmiş görevleri yerine getiren, özel amaçlı ve genellikle boyut ile maliyet açısından optimize edilmiş sistemlerdir.

Teknolojideki ilerlemeler ve artan bağlantı, mikroişlemci tabanlı sistemlerden dağıtılmış sistemlere geçişi hızlandırmış ve bu sistemler, ürün kalitesini sağlamak ve üretim süreçlerini optimize etmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Grimheden & Törngren, 2005). Gömülü sistemler, genellikle uzun süreli ve güvenilir çalışma gereksinimlerine sahip olup, özel donanım ve yazılım çözümleriyle tasarlanmakta; ancak artan güvenilirlik talepleri ve maliyetlerin düşük tutulması, mühendislerin uzmanlaşmış roller üstlenmesini ve entegrasyon sorunlarıyla başa çıkmasını zorlaştırmaktadır.

Yapay zekâ, Nesnelerin interneti (IoT) ile ilgili bir diğer önemli kavramdır ve IoT cihazlarından elde edilen büyük veri kümelerini analiz ederek bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma yeteneği sunar. Böylece, IoT'nin verimliliğini artırır ve cihazların daha akıllı hale gelmesini sağlar. Yapay zekâ, sistemlerin dışsal verileri doğru bir biçimde analiz etme, bu verilerden öğrenme ve esnek bir şekilde uyum sağlayarak belirli hedeflere ulaşma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel bilgisayar programlarının aksine, yapay zekâ sistemleri öğrenme kapasitesine sahiptir; bu sayede deneyimlere dayalı olarak gelişim gösterir ve adaptasyon yeteneğini artırır (Chalmers, MacKenzie & Carter, 2021, s. 1030). Yapay zekâ, karmaşık veri setlerinden anlamlı ilişkiler çıkararak iş süreçlerini optimize eder ve verimliliği artırır; bu da kuruluşların karar alma hızını ve operasyonel etkinliğini yükseltir. Ayrıca, yapay zekâ teknolojileri, organizasyonlara önemli bir rekabet avantajı sağlama potansiyeli sunarak, pazar dinamiklerine daha etkin bir şekilde yanıt verebilmelerine imkân tanımaktadır (Perez-Vega, Kaartemo, Lages, Razavi & Männistö, 2021, s. 903). Bu durum, işletmelerin sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşmalarını destekleyen kritik bir unsur haline gelmektedir.

Uygulamalı yapay zekâ (AI); verileri toplama, işleme ve analiz etme konusunda daha akıllı, hızlı ve etkili yaklaşımlar sunmaktadır. Bu teknolojiler, fırsatları belirlemeye ve iş önemini ortaya çıkarmak için eylemleri

otomatikleştirmeye yardımcı olmaktadır. İş yeterlilikleri merceğinden bakıldığında, yapay zekâ işletmeler için önemli avantajlar sağlayabilir. Veri ve bilgi, deneyimlerden öğrenme, akıl yürütme ve planlama gibi alanlar, yapay zekânın temel özelliklerinden bazılarıdır (Mishra & Tripathi, 2021, s. 2). Hızla gelişen yapay zekâ, sağlık, ulaşım ve üretim gibi birçok sektöre entegre olarak geleneksel matematiksel modellerle sorun çözme kapasitesini artırırken, pek çok şirket bu teknolojilerden yararlanmak için henüz yeterince hazırlıklı değildir (Chen, Jiang, Jia & Liu, 2021, s. 1). Yapay zekâ uzmanlarının işe alınması ve özel çözümler uygulanması kısa vadede maliyet tasarruflarını mümkün kılabilir. Bununla birlikte, yapay zekânın tam etkisinin gelişmiş veri analitiği ve akıllı algoritmaların ötesinde olması beklenmektedir (Lichtenthaler, 2018, s. 25). Son yıllarda, dil işleme ve arama motorları gibi alanlarda, insan benzeri düşünme ve öğrenme yeteneklerine sahip yazılımlar, kullanıcıların ihtiyaçlarına hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verebilmek için sürekli olarak gelişmektedir. Gelecekte, yapay zekâ ve insanlar birlikte çalışarak, insanların yeteneklerini tamamlayacak ve destekleyecek şekilde geliştirilmelidir (Brock & Von Wangenheim, 2019, s. 129-130). Bu, insanların yeteneklerini tamamlayan ve destekleyen yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesiyle mümkün olabilir.

1.1.4.2. Büyük Veri

Modern üretim sistemleri, nesnelerin interneti (IoT) ile donatılmış sensörler aracılığıyla sürekli veri üretmektedir. Bu veriler, ısı, basınç, konum ve ivme gibi bilgileri içerir; ancak tek başlarına anlamlı değildir. Bu nedenle, büyük veri analitiği ve veri madenciliği gibi teknikler kullanılır. Veri madenciliği, büyük veri kümelerinden anlamlı ve değerli bilgiler çıkarmak için kullanılan yöntemlerdir ve Endüstri 4.0'ın veriye dayalı karar alma süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Gartner (2012), büyük veriyi "yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya çok çeşitli bilgi varlıkları" olarak tanımlar. Hacim, geniş veri kümelerinin (örneğin, sosyal medya platformları veya nüfus sayımı kayıtları) varlığını ifade ederken; hız, verinin üretim hızını (örneğin, hisse senedi fiyatları) belirtir. Çeşitlilik ise, farklı kaynaklardan (hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış) veri toplanmasını içerir (Bose, Dey & Bhattacharjee, 2023). Bu üç boyut, büyük verinin analizi ve işlenmesi için önemli bir temel oluşturur.

Büyük veri, işletmelere yeni fırsatlar sunmakla birlikte, veri yönetiminde zorluklar da getirir ve mevcut sistemlerin yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Yatırımların, gelecekte büyük veri yönetimi ve analitiğinde temel teknolojik ilerlemelere yol açacağı öngörülmektedir (Agrawal, Bernstein, Bertino, Davidson, Dayal, Franklin, ... & Widom, 2011, s. 2). Veri madenciliği, kullanıcı tercihlerini belirlemek, teknolojik davranışları anlamak ve verilerin istatistiksel işlenmesini sağlamak gibi birçok fırsat sunarak, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerini ve daha verimli kararlar almalarını mümkün kılmaktadır (Raptis, Passarella, & Conti, 2019, s. 97075). Bu bağlamda, büyük veri analitiği ve veri madenciliği, stratejik karar alma süreçlerini dönüştürerek işletmelere rekabet avantajı sağlamaktadır.

1.1.4.3. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, ölçeklenebilir ve hesaplanabilir bilgi iletişim teknolojileri (BİT) kaynaklarına uzaktan erişim sağlayan bir bilişim altyapısı olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, kullanıcılara genişletilebilir ve hesaplanabilir BİT kaynaklarına internet üzerinden erişim imkânı sunar. Önceden ağ yapılarında internet temsili olarak görülen bulut, günümüzde bilişim kaynaklarının uzak bağlantı üzerinden paylaşılmasını ve bulut ortamının sınırlarını belirlemektedir (Akbaba, 2018, s. 17). Diğer yandan, bulut bilişim, hızla değişen teknoloji ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde uyum sağlama imkânı tanır.

Bulut bilişim, çevrim içi bilgi dağıtımı ve veri paylaşımı sağlayarak bilgi teknolojisi cihazları arasında veri aktarımını kolaylaştıran hizmetler sunar. Bu teknoloji, bilgisayarlar ve diğer cihazlar için her an erişilebilir olup, yüksek işlem gücüne sahip internet tabanlı yapılandırılabilir bilişim hizmetlerini içerir. Böylece, bilgiye erişim artar ve üretim sistemlerinde bilgiye dayalı hizmetlerde verimlilik sağlanır (Demirkol & Özcan, 2018, s. 281-282). Gelişmiş bir üretim modeli olarak bulut üretimi, üretim kaynaklarını ve kapasiteleri akıllıca algılayıp buluta entegre eder, kullanıcıların sanal bir üretim ortamı aracılığıyla bu hizmetlere erişimini ve kullanımını mümkün kılar (Zhong, Xu, Klotz & Newman, 2017, s. 617). Bu teknoloji, otomasyon sistemlerinin kurulumundaki büyük insan gücünü azaltır, tedarik zinciri, zaman ve maliyetleri önemli ölçüde düşürür (Raptis, Passarella & Conti, 2019, s. 97078). Ayrıca, üretim süreçlerinin daha hızlı ve esnek yönetilmesini sağlayarak, kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak tanır.

1.1.4.4. Eklemeli İmalat ve Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar

Katmanlı imalat olarak da adlandırılan eklemeli imalat, üç boyutlu bilgisayar destekli tasarımlar (Computer Aided Design, CAD) aracılığıyla doğrudan fiziksel, elle tutulur modeller üretmeyi sağlayan bir imalat teknolojisidir. Hızlı prototipleme cihazlarıyla, bilgisayar ortamında tasarlanan her türlü ürünün birebir modeli, birkaç saat içinde elde edilebilmektedir. Farklı özelliklere sahip 3D yazıcılar gibi cihazlar, aynı temel prensibe dayanarak çalışır. Bu yöntemde, fiziksel modeller alt kısımdan başlayarak katman katman eklenen yüzeylerle inşa edilir (Aktimur & Gökpinar, 2015, s. 464; Özsoy & Duman, 2017, s. 38). Böylece, 3D yazıcılar gibi cihazlarla prototipler hızla oluşturulabilir.

Eklemeli imalat, Endüstri 4.0'ın akıllı üretim sistemleri, IoT, büyük veri analitiği, sanal/artırılmış gerçeklik ve bulut bilişim gibi bileşenleriyle ilişkili bir teknolojidir. Bu teknoloji, üretim süreçlerini hızlandırarak verimliliği artırmakta ve dünya genelinde hızla yayılmaktadır; ancak Türkiye'de henüz geniş çapta kullanılmamaktadır. İlk olarak 1990'larda prototip üretiminde kullanılan eklemeli imalat, günümüzde havacılık, uzay ve otomotiv gibi birçok sektörde de uygulanmaktadır (Çelik & Özkan, 2017, s. 108; Erener & Boz, 2021, s. 50-54). Söz konusu yöntem, maliyetleri düşürme, üretim sürecini kısaltma ve özel ürünlerin hızlı üretimini sağlama gibi avantajlar sunar.

Eklemeli imalat teknikleri, modern teknolojinin ilerlemesiyle birlikte kalıpcılık, dişçilik, askerî ekipman, mimari, kişisel eşyalar, heykeltçilik, kuyumculuk, eğitim ve gıda endüstrileri gibi farklı alanlarda da üretim süreçlerine entegre edilmiştir. Bu teknolojiler, üretimde insana bağlı hatalardan kaynaklanan maliyet artışlarını azaltma, tasarım sürecinde kullanılan prototip ve kalıp için harcanan zamanı kontrol etme ve üretim verimliliğini artırma amacıyla ticari olarak kullanılmaktadır (Erener & Boz, 2021, s. 50-54). Eklemeli imalat, sürekli olarak yenilikçi uygulamalara olanak tanıyarak farklı endüstrilerde büyük potansiyel sunmaktadır.

Eklemeli imalat, özellikle 3D baskı teknolojisi ile endüstriyel üretim süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. 3D baskı; yazıcının bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları yardımıyla tasarladığı herhangi bir elektronik veri kalıbı,

modeli ve benzer aletlere ihtiyaç duymadan makineye malzeme katmanı ekleyerek üç boyutlu fiziksel parçalar üretilmesidir. **Üç boyutlu yazıcılar**, sağlık, otomotiv, havacılık, kuyumculuk gibi pek çok farklı sektörde kullanılmaktadır (Prince, 2014). 3D baskının bazı uygulamaları, hızlı prototipleme, talep üzerine parça baskısı, kişiselleştirilmiş 3D baskı (örneğin tıbbi amaçlar için) ve kırık parça değiştirmedir (Cohen, Faccio, Pilati & Yao, 2019, s. 3569).

Üç boyutlu yazıcıların avantajları arasında, bilgisayar ortamında tasarlanan her türlü ürünün hızlı bir şekilde somut nesnelere dönüştürülmesi; geleneksel üretim yöntemlerinde yer alan frezeleme, tornalama, talaş temizleme gibi emek gerektiren işlemler ile ihtiyaç duyulan makinelerin ve teçhizatın ortadan kalkması; karmaşık yüzey geometrilerine sahip tasarımların gerçek nesnelere dönüştürülmesi; kişiye özel ürünlerin üretilmesi; bulut tabanlı üretim sayesinde sipariş taleplerinin otomatik olarak algılanması; ürünün yazıcıdan çıktığı anda teslimata hazır hale gelmesi; zaman tasarrufu sağlanması ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi gibi avantajlar öne çıkmaktadır (Akbaba, 2018, s. 25). Bu avantajlar, üretim süreçlerini optimize ederek endüstride önemli bir yere sahip olabilir ve gelecekteki üretim yöntemlerini şekillendirebilir.

1.1.4.5. Otonom ve İşbirlikçi Robotlar

Robotlar, otomasyon ile ilişkilendirilen ilk kavramlardan biridir ve belirli bir işi yerine getirmek için tasarlanmış otomatik araçlardır (TDK, 2024). Robotlar, iki ana kategoriye ayrılmaktadır: otonom robotlar ve işbirlikçi robotlar. Otonom robotlar, çevresini algılayarak kendi başlarına hareket edebilirken, işbirlikçi robotlar (cobotlar) insanlarla birlikte çalışabilen ve onların hareketlerine uyum sağlayarak görevleri paylaşan sistemlerdir.

Endüstriyel üretim, robotların en yaygın kullanım alanlarından biridir. Otomotiv endüstrisinde boya, montaj, kaynak ve kalite kontrol gibi süreçlerde çok sayıda robot kullanılmaktadır (Akbaba, 2018, s. 12). Endüstri 4.0 ile robotlar daha özerk ve esnek bir şekilde tasarlanmakta, birbirleriyle iletişim kurabilme yeteneği kazanarak insanlarla iş birliği yapabilmektedir (Mohamad, Sukarna, Mohamad, Salleh, Rahman, Rahman & Sulaiman, 2018, s. 2204). Bu durum, üretim

süreçlerindeki tekrar eden görevleri üstlenerek insan iş gücünü daha karmaşık işlere yönlendirme potansiyeli sunmaktadır.

Gelişen yapay zekâ ve sensör teknolojileri, otonom robotların karmaşık ve değişken ortamlarda belirli görevleri başarıyla yerine getirmesini sağlamaktadır (Bensalem, Gallien, Ingrand, Kahloul & Thanh-Hung, 2009, s. 67). İlk robot çalışmalarında, sanayi ortamlarında ağır yüklerin taşınması ve basit görevlerin yerine getirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Zamanla, insanlarla birlikte çalışabilen tepkisel robotlar geliştirilmiştir. Günümüzde, işbirlikçi robotlar, insan davranışlarını algılayarak tepki verebilen ve öğrenme yeteneğine sahip sistemler olarak dikkat çekmektedir. Bu robotlar, sanayi, tıp, ev yaşamı ve hizmet sektörlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, imalat süreçlerinde yardımcı eleman olarak, tıp alanında rehabilitasyon ve cerrahi uygulamalarda, evlerde ve otellerde ise bilgilendirme veya rehberlik işlevi görmektedir (Gürgöze & Türkoğlu, 2019, s. 56). Bu şekilde, işbirlikçi robotlar, insanlarla etkileşim kurarak güvenli ve verimli bir çalışma ortamı yaratmakta ve iş gücünü desteklemektedir.

1.1.4.6. Sistem Entegrasyonu

Sistem entegrasyonu, organizasyonların değer zincirinde dikey ve yatay entegrasyonlar aracılığıyla verimliliği artırmalarını sağlar. Dikey entegrasyon, tedarik zinciri yönetimi ve üretim süreçleri gibi farklı seviyelerdeki süreçleri birleştirerek kaynak kullanımını optimize ederken, yatay entegrasyon, benzer iş süreçlerini birleştirerek bilgi akışını hızlandırır. Bu entegrasyon biçimleri, sistemlerin uyumlu çalışmasını ve esnekliğini artırarak, yenilikçi çözümler geliştirilmesine, müşteri memnuniyetinin artırılmasına ve rekabet avantajı elde edilmesine imkân tanır. Bu çerçevede, şirketler departmanlar arasında veri paylaşımı ve otomatik süreçler oluşturarak bilgisayar destekli sistemlerin uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır (Rüßmann, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel & Harnisch, 2015, s. 3-4). Böylece, daha verimli ve hızlı üretim süreçleri ortaya çıkmaktadır.

Üretim sistemleri, teslimat ve kullanıcılar için net karar önerileri gibi zorluklarla başa çıkarken yeni teknolojilerle birleştğinde iş süreçlerinde yüksek

şeffaflık sağlar. Akıllı ve esnek sistemler için büyük veri gereklidir; bu nedenle istatistik ve veri madenciliği önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntemler, verileri daha faydalı bilgilere dönüştürmektedir. Sistemler, gelecekteki durumlarda nasıl davranacaklarını bilmeleri için makinelerin mevcut davranış kalıplarını benimsediği kalıp tanıma tekniğini öğrenmektedir. Bu şekilde, tüm üretim ortamında gelecekteki olayları tahmin etme özelliklerine sahip akıllı sistemler haline gelmektedir (Bojana, Jelena, Suzic, Branislav & Aleksandar, 2017, s. 797). Bu sayede, üretim süreçlerindeki farklı bileşenler arasında daha iyi koordinasyon ve iletişim sağlanarak verimlilik artar ve iş süreçlerinde daha yüksek şeffaflık elde edilir.

İleri seviye otomasyon, sistem entegrasyonunun önemli bir kavramıdır. Otomasyon, iş süreçlerinde insan ve makine görevlerinin paylaşımını ifade eder. Bu, fabrikaların esnekliğini artırarak tüketici taleplerine daha hızlı yanıt verilmesini sağlar. Otomasyon seviyeleri, işin makineler veya insanlar tarafından ne kadar yapıldığına bağlı olarak sınıflandırılır. Yarı otomasyon, insan iş gücüne dayalı sistemleri, tam otomasyon ise makinelerin daha fazla görev üstlendiği sistemleri tanımlar. İleri seviye otomasyon, makinelerin kendi kendine öğrenme ve adaptasyon yeteneklerini içerir. Otomasyon verimliliği ve müşteri memnuniyetini artıran yenilikçi teknolojiler, işletmelerin rekabet gücünü yükseltir. Hızla değişen tüketici beklentileri, kitlesel kişiselleştirme ve esnek üretim sistemlerini gerektirir. Pazar taleplerine uyum sağlamak için ağ bağlantılı üretim ve sanal tasarım gibi çözümler önem kazanmıştır (Carpanzano & Jovane, 2007). Sistem entegrasyonu, ileri seviye otomasyonu etkin bir şekilde uygulamak için temel bir unsurdur. Farklı makinelerin ve üretim sistemlerinin uyumlu çalışmasını sağlayarak, otomasyon süreçlerinin öğrenme, adaptasyon ve karar verme yeteneklerini geliştirir. Bu sayede, üretim süreçlerinin hızı ve esnekliği artar, dinamik piyasa taleplerine daha hızlı yanıt verilebilir.

1.1.4.7. Akıllı Üretim

Akıllı üretim, müşteri taleplerine hızlı cevap verebilen, enerji ve malzeme tüketimini minimum düzeye indiren ve sürdürülebilirliği, üretkenliği, yeniliği ve ekonomik rekabeti köklü şekilde artıran bir üretim modelini ifade etmektedir. Bu yaklaşım, koordinasyon ve performans odaklı bir üretim sistemi oluşturarak

verimliliği ve etkinliği artırmaktadır (Kayar, Ayvaz & Öztürk, 2018, s. 1652). Akıllı üretim sistemi, Endüstri 4.0 çağında akıllı üretimi mümkün kılmak için en son teknolojileri tam olarak kullanarak tasarım, üretim, kontrol ve karar vermeyi entegre eden geniş bir üretim paradigmasıdır. Akıllı tasarım, akıllı işleme, akıllı izleme, akıllı kontrol ve akıllı zamanlama, üretim sisteminin sunduğu özelliklerdendir (Zhong, Xu, Klotz & Newman, 2017). Bu yeni üretim paradigması, sanayide dijital dönüşümü tetikleyerek, geleneksel üretim yöntemlerinden daha esnek, verimli ve sürdürülebilir bir üretim modeli sağlamaktadır.

Akıllı üretim ile bağlantılı bir diğer kavram **çevik ve esnek üretim-hizmet** tir. El Maraghy'ye göre, çeviklik kavramı, değiştirme yeteneği, yeniden yapılandırılabilirlik, esneklik ve dönüştürülebilirlik gibi temel değişken sınıflarından birini temsil eder (Rauch, Spena & Matt 2019, s. 3). Çevik üretim, günümüzde yirmi birinci yüzyılın yeni üretim paradigması olarak kabul edilir ve akıllı fabrikalar için sağlam bir temel oluşturur. Bu kavram, büyük firmaların 1990'larda karşılaştığı kısa üretim süreleri ve artan ürün çeşitliliği gibi zorluklarla ortaya çıkmıştır. Çevik üretim, değişen pazarlarda yeni ürünleri hızlı bir şekilde tanıtmak için bir strateji olarak öne çıkar. Çevik bir üretim sistemi, müşteri taleplerine gerçek zamanlı yanıt verebilme yeteneği ve ürün çeşitleri arasında hızlı geçiş yapabilme kapasitesine sahiptir (Sánchez, Pérez-Pérez & Vicente-Oliva, 2019, s. 597-598). Bileşen, rekabetçi iş ortamında önemli bir avantaj sağlayarak işletmelerin talep değişimlerine hızlı yanıt vermelerini ve rekabetçi kalmalarını mümkün kılmaktadır.

1.1.4.8. Akıllı Fabrikalar

Akıllı üretim tesisleri, entegrasyon, sayısallaştırma ve esnek yapılar gibi unsurların yanı sıra akıllı çözümlerin kullanımından doğan çeşitli gelişmeleri içeren yeni sanayi devrimini ele alan kilit yönlerden biridir. Bu üretim çözümleri, tüm değer zinciri boyunca akıllı bir ortamın yaratılmasına izin vererek, esnek ve uyarlanabilir süreçlerin performansını artırmayı sağlamaktadır (Pereira & Romero, 2017, s. 1209). Bahsedilen uygulamalar, nesnelerin endüstriyel interneti, akıllı endüstri veya gelişmiş üretim olarak bilinen teknolojik gelişmelerle büyük ölçüde örtüşmektedir (Senvar & Akkartal, 2018, s. 52). Bu tesisler, Endüstri 4.0'ın bir

parçası olarak ileri teknolojileri kullanarak operasyonlarını optimize etmekte, verimlilik, üretkenlik ve kaliteyi artırmaktadır.

Dijital teknolojileri kullanarak operasyonel verimliliği ve üretkenliği artırmak için tasarlanmış yapılar olarak tanımlanan akıllı üretim tesisleri, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve robot bilimi gibi ileri teknolojileri entegre ederek yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş bir üretim ortamı sunar. Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak, bu tesislerin makineleri ve ekipmanları birbirine bağlanır ve merkezî bir kontrol sistemiyle iletişim kurarak gerçek zamanlı izleme, analiz ve karar alma imkânı sağlar (Soori, Arezoo & Dastres, 2023). Bu sayede, üreticiler süreçlerini iyileştirerek çevresel etkileri azaltabilir ve değişen pazar taleplerine hızlı bir şekilde uyum sağlama yeteneğini güçlendirebilir. Bu sistemler, otomasyon sistemleriyle yönetilen ve süreçlerin kendi kendine gelişmesini sağlayan bir üretim ortamı sunmaktadır. Model, makine ve ekipman merkezli bir işletme yapısını içermektedir. Kavram, fiziksel dünya ve sanal dünyanın bütünleşmesini sağlamak amacıyla veri alışverişi yapabilen akıllı organizmaları kapsar (Şekkeli & Bakan, 2018, s. 205). Sistem, bir nesnenin konumu ve durumu gibi bağlam bilgisini dikkate alarak, fiziksel ve sanal dünyadan gelen bilgilere dayanarak görevlerini gerçekleştirir (Hermann, Pentek & Otto, 2016, s. 10). Bu tür yapılar, fiziksel sistemlerin nesnelerin interneti aracılığıyla iletişim kurduğu ve insanlarla makinelere yardımcı olduğu tesislerdir.

1.1.4.9. Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamının sanal nesnelerle zenginleştirildiği bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, gerçek dünya ile sanal unsurların birleşiminden oluşan bir deneyim sunmaktadır. Günümüzde, artırılmış gerçeklik uygulamalarında özellikle giyilebilir teknolojiler ön plana çıkmaktadır (Erbaş & Demirer, 2014, s. 8-9). Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyayı sanal objelerle genişletirken bir kamera kullanımını gerektirir ve mevcut çevreye dijital öğeleri entegre eder. Aynı zamanda, gerçek dünya nesneleri üzerine sanal nesneler, sesler, görüntüler veya animasyonlar ekleyerek zenginleştirilmiş bir deneyim oluşturur.

Sanal gerçeklik ile artırılmış gerçekliğin en iyi özelliklerini bir araya getirmeyi hedefleyen karma gerçeklik teknolojisi bulunmaktadır. Karma gerçeklik sayesinde, gerçek dünyaya paralel olarak görülen sanal içeriklerle etkileşim sağlanabilir. Sanal objelerin ve görüntülerin gerçek dünya üzerinde görüntülenmesine ek olarak, gerçek dünyaya ait görsel verilerin sanal dünyalarda yer alması sağlanır (Avcı & Taşdemir, 2019, s. 71-72). Artırılmış gerçeklik (AR), kullanıcıların gerçek dünya deneyimini geliştirmek için sanal nesneleri entegre ederek artırılmış bir ortam oluşturur. Örneğin, Google Glass ve diğer medya türleri montaj atölyelerinde kullanılmaya başlanmıştır (Cohen, Faccio, Pilati & Yao, 2019, s. 3569). Artırılmış gerçeklik teknolojileri, eğitimden endüstriyel uygulamalara kadar pek çok alanda geniş bir potansiyele sahiptir.

1.1.4.10. Simülasyon

Simülasyon, karmaşık ve akıllı üretim sistemlerinin tasarımı ve işletilmesinin yanı sıra, planlama ve keşif modellerinin geliştirilmesinde kritik bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, şirketlerin riskleri, maliyetleri, uygulama engellerini ve operasyonel performans üzerindeki etkilerini değerlendirmelerine olanak tanırken, aynı zamanda Endüstri 4.0'a yönelik stratejik yol haritalarının oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır (De Paula Ferreira, Armellini & De Santa-Eulalia, 2020). Simülasyon modelleme, modellenen sistemin veya sürecin davranışını daha iyi anlamak veya tahmin etmek amacıyla, gerçek veya sanal bir sistemin modellerini kullanma yöntemidir. Bileşen, ilk kez satranç benzeri bir oyunda askeri birimleri temsil etmek için ahşap veya taş parçaların kullanıldığı dönemlere kadar uzanır. Bugün ise, bilim ve mühendislik alanlarında simülasyon modelleme, maliyetlerin azaltılması, geliştirme döngülerinin kısaltılması, ürün kalitesinin artırılması ve bilgi yönetiminin etkinleştirilmesi gibi önemli faydalar sağlamaktadır (Rodič, 2017, s. 193-194). Benzer şekilde, finansal analizlerde, ekonomik trendlerin ve piyasa dalgalanmalarının modellenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde, üretim aşamalarında üç boyutlu simülasyonlar kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 kapsamında sanal modellerin, makineler ve ürünlerin insanlarla birlikte sanal gerçeklik ortamlarını oluşturması hedeflenmektedir. Bu simülasyonlar, ürünlerin üretim süreçlerini tasarlayarak projeler üzerinde test

edilmesini ve fabrikaların en verimli şekilde kurulmasını sağlar. Ayrıca, ürünlerin ham maddeden son aşamaya kadar simülasyonu yapılarak hazırlık süreleri kısaltılmaktadır (Genç, 2018, s. 28-29). Geleneksel simülasyon teknolojileri genellikle tasarım ve mühendislik aşamalarında kullanılırken, gelecekteki fabrikalarda çok disiplinli simülasyonların tüm alanlarda uygulanması öngörülmektedir (Çelen, 2017, s. 16-17). Böylece üretim süreçlerinin anlık analiz ve optimizasyon olanaklarıyla daha esnek ve verimli hale gelmesi beklenmektedir.

1.1.4.11. Siber – Fiziksel Sistemler

Endüstri 4.0'da üretilen ürünlerin daha çok akıllı ürünler olarak siber-fiziksel sistemler olması beklenmektedir. Akıllı ürünlerin arkasındaki ana fikir, bağlanabilirlik ve bilgi işlem gücüne dayalı olarak kendi kendini yönetme yetenekleridir (Almada-Lobo, 2015, s. 17). Siber-fiziksel sistemler (CPS), fiziksel varlıklar ve hesaplama yetenekleri arasındaki etkileşimi yönetmek için kullanılan dönüşüm teknolojilerini ifade etmektedir. Sensörler, veri toplama sistemleri ve ağ bağlantılarının artışı, büyük veri üretimini teşvik etmektedir. CPS, büyük veri yönetimini sağlayarak akıllı, esnek makineler geliştirmeye devam etmekte ve endüstriyel uygulamaları üretim, lojistik ve hizmetlerle entegre ederek Endüstri 4.0 fabrikalarına dönüştürmektedir (Lee, Bagheri & Kao, 2015, s. 18). Bu entegrasyon, endüstrilerin rekabetçiliğini artırırken fabrikaları daha akıllı ve ekonomik olarak verimli hale getirmektedir.

Akıllı şebeke, otonom sürüş, sağlık hizmetleri, endüstriyel süreç kontrol sistemleri, robotik ve havacılık, bu sistemlerin çok sayıda örneklerindendir. Endüstri 4.0 kapsamında, siber-fiziksel sistemlerin çeşitli izleme ve çalıştırma programları için yoğun olarak kullanılması beklenmektedir (Chhetri, Faezi, Rashid & Al Faruque, 2018, s. 54). Siber-fiziksel sistemler, bilgi işlem ve gerçek sistemler arasında sağlam bir köprü kurarak endüstrinin dijital dönüşümünde önemli bir rol üstlenmektedir. Bir fabrikadaki değer yaratma süreci, gömülü bir siber-fiziksel sisteme karşılık gelmektedir. Üretim ekipmanları, takım tezgâhları, montaj araçları, ürünler veya insanlar gibi unsurları tanımlamak ve konumlarını belirlemek için sensör sistemleri kullanılmaktadır (Stock & Seliger, 2016, s. 539). Bu sistemler, üretim süreçlerini izleyerek daha akıllı, esnek ve verimli endüstriyel faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

1.1.4.12. Siber Güvenlik

Siber güvenlik, kuruluşlar, kurumlar ve bireylerin dijital varlıklarını korumak için kullanılan araçlar, politikalar, güvenlik ilkeleri, teminatlar, yönergeler, risk yönetimi stratejileri, operasyonlar, eğitimler, uygulamalar ve teknolojilerin bir bütünüdür. İlgili çalışmalar, siber güvenliğin önemli bileşenlerini belirlemektedir. Bunlar; ulusal politika ve stratejilerin oluşturulması, yasal çerçevenin kurulması, teknik önlemlerin geliştirilmesi, kurumsal yapılanmanın belirlenmesi, ulusal iş birliği ve koordinasyonun güçlendirilmesi, kapasitenin ve farkındalığın artırılması ile uluslararası iş birliği ve uyumun sağlanmasıdır (Ünver & Canbay, 2010, s. 99). Bahsedilen unsurlar, siber tehditlere karşı etkili bir savunma sağlamak için hayati öneme sahiptir. Ayrıca, sürekli değişen tehdit manzaralarıyla başa çıkabilmek için sürekli iyileştirme ve öğrenme süreçlerini de kapsamalıdır.

Siber güvenlik, teknolojilerin güvenliğini sağlamak, veri bütünlüğünü ve gizliliğini korumak, üretim sistemlerini güvence altına almak ve iş sürekliliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Siber güvenlik önlemleri, sanayi tesislerindeki üretim ekipmanlarının ve altyapının korunmasını sağlayarak üretim süreçlerinin kesintisiz devamını sağlama görevine sahiptir. Dolayısıyla, Endüstri 4.0'da siber güvenlik, işletmelerin rekabet avantajını sürdürmeleri ve dijitalleşme fırsatlarından tam olarak yararlanmaları için kritik bir gerekliliktir.

1.1.5. Endüstri 4.0 ve Dijital Dönüşüm: Farklılıklar ve Kesişim Noktaları

Toplumun yoğun gelişimi, bilgi yönetimi sorunlarının çözümünü kaçınılmaz kılmaktadır. Deneyimle elde edilen bilgi, temel kaynak haline gelmektedir. Bu bağlamda, fiziksel ekonomiden dijital ekonomiye geçiş, endüstriyel sektörden eğitime, personel eğitimi ve yenilikçi insan kaynakları yönetimine kadar çeşitli alanlarda yeni yaklaşımlar gerektirmektedir (Vasin, Gamidullaeva, Shkarupeta, Finogeev & Palatkin, 2018, s. 73). Bu yaklaşımlar, bilgi yönetimi ve dijital teknolojilerin entegrasyonu ile toplumun sürdürülebilir kalkınmasını destekler.

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm terimleri, genellikle birbirinin yerine kullanılmakla birlikte, her biri farklı kavramsal kapsamlar ve uygulama alanları

içermektedir. Endüstri 4.0, üretim süreçlerini daha verimli, esnek ve akıllı hale getirmek amacıyla endüstriyel üretim alanında gerçekleştirilen kapsamlı bir dönüşümü temsil eder. Diğer yandan, dijital dönüşüm, daha geniş bir çerçevede ele alınan bir süreçtir ve sadece üretim sektörüyle sınırlı olmayıp, tüm sektörlerde dijital teknolojilerin entegrasyonu ve iş yapış şekillerinin köklü değişimlerini ifade eder. Dijital dönüşüm, organizasyonların iş süreçlerini, müşteri deneyimlerini ve iş modellerini dijital teknolojilerle yenileyerek rekabet avantajı sağlamayı amaçlar.

Endüstri 4.0 (I4) kavramı, akıllı ve otonom üretim ile lojistikte bir paradigma değişimini ifade eder ve yoğun tartışmalara yol açan, çeşitli tanımlamalara sahip bir terimdir. Literatürde, Endüstri 4.0'ın üç temel bileşeni olduğu öne sürülmektedir: fiziksel, dijital ve iletişim/zekâ bileşenleri. Mühendislik mesleği için gerekli beceriler genellikle teknik ve teknik olmayan olarak iki ana kategoriye ayrılır. Teknik beceriler arasında teknolojik, programlama ve dijital beceriler bulunurken, teknik olmayan beceriler arasında düşünme, kişisel ve sosyal beceriler yer alır. Alandaki çalışmalar, Endüstri 4.0 kapsamında çalışan ekiplerde, teknik ve sosyal becerilerin önemli olduğunu vurgulamaktadır (Wahl & Münch, 2022, s. 232-233). Endüstri 4.0, dijital çağın başlangıcını temsil eder ve özellikle imalat sektöründe öncü bir rol oynamaktadır.

Braccini ve Margherita (2019), Endüstri 4.0'ın benimsenmesinin imalat sektörü için çeşitli ekonomik ve sosyal faydalar sağladığını, teslim sürelerini %30 ve ürün kusur oranlarını %21 azalttığını tespit etmiştir. Endüstri 4.0 teknolojileri, tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler için yeni dijital çözümler sunmakta, bu doğrultuda değer üretme yöntemlerini araştıran birçok kuruluş bulunmaktadır (Erboz, Yumurtacı Hüseyinoğlu & Szegedi, 2022). Makroekonomik açıdan, Endüstri 4.0, bir ulusun yeni rekabet avantajı olarak görülmektedir ve toplumsal ekonomik dönüşüme katkıda bulunarak küresel rekabet gücünü artırmaktadır (Erro-Garcés, 2019, s. 1858). Endüstri 4.0'ın kapsamı yalnızca tedarik zinciri veya üretim süreçleriyle sınırlı kalmayıp, organizasyonun, sektörün ve hatta toplumun tüm yönlerini kapsamaktadır. Kaynak verimliliği ve üretim sistemlerinin devamlılığında elde edilen ilerlemeler, yalnızca üretim süreçlerini değil, aynı zamanda organizasyonlar ile yerel topluluklar arasındaki ilişkileri, değer zincirlerini ve insanlar arası etkileşimleri de içermektedir. Bu nedenle, organizasyon stratejisi bu

ilişkilerin her birinde önemli rol oynar ve kuruluşların Endüstri 4.0'a hazır olup olmadığını değerlendirmede en kritik unsurlardan biri olarak öne çıkar (Sony & Naik, 2019, s. 2220). Böylece uygulanacak strateji, kuruluşların rekabet gücünü sürdürmek ve ilerletmek için gerekli adımları atmalarına yardımcı olabilir.

Endüstri 4.0, teknoloji ve değer zincirini bütünsel olarak ele almakta ve akıllı fabrikaların modüler yapılarıyla fiziksel işlemleri siber-fiziksel sistemlerle izlemeyi, fiziksel dünyanın sanal kopyalarını oluşturmayı ve merkezi olmayan karar alma süreçlerini hedeflemektedir. Nesnelerin interneti ve siber-fiziksel sistemler, gerçek zamanlı iletişim ve iş birliği sağlamaktadır. Hizmetlerin interneti ise iç ve çapraz örgütsel hizmetlerin sunumunu ve değerlendirilmesini desteklemektedir. Endüstri 4.0, karşılıklı çalışabilirlik, sanallaştırma, özerk yönetim, gerçek zamanlı yetenek, hizmet oryantasyonu ve modülerlik gibi altı temel ilkeye dayanmaktadır (Özkan, Arzu & Yavuz, 2018, s. 8-10). Endüstri 4.0, böylelikle üretim süreçlerinde akıllı ve otonom sistemlerle yenilikçi bir işleyiş sağlamayı hedeflemektedir.

Endüstri 4.0'ın yapısı, teknolojiler, uygulamalar ve destekleyen kurumlar olmak üzere üç unsurdan oluşmaktadır. Bu unsurlar, paydaşların taleplerine göre değişiklik gösterebilir. Teknolojiler, çekirdek ve taban teknolojileri olarak iki gruba ayrılmaktadır. Uygulamalar, ürünler ve akıllı sistemler içerirken, destekleyici kurumlar da dahil edilmektedir. Dijital dönüşümün yasal altyapısının geliştirilmesinde, hükümetlerin ve diğer paydaşların, Endüstri 4.0'ın çeşitli alanlarında dijital dönüşümün temel unsurlarını dikkate alması büyük önem taşır. Hükümetler sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları belirleme, üretim süreçlerini iyileştirme ve iş yapma kolaylığını sağlama amacıyla düzenleyici piyasa mekanizmaları oluşturma yetkisine sahiptir (Türkel & Yeşilkuş, 2020, s. 337-338). **Tablo 1.3'**te Endüstri 4.0'ın yapısına yer verilmiştir.

Tablo 1.3: Endüstri 4.0'ın Yapısı

Alan	Sektör	Yenilikler/Uygulamalar
Teknolojiler	Çekirdek Teknolojiler	Nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut sistemler, büyük veri, robot ve 5G iletişim
	Taban Teknolojiler	Veri güvenliği, sensör, yeni malzeme ve genom teknolojileri
Uygulamalar	Ürünler	Giyilebilir, sentetik ve biyolojik ürünler
	Akıllı Sistemler	Akıllı araba, akıllı fabrika, akıllı güvenlik, akıllı savunma, akıllı enerji
Kurumlar	Yasal Zemin	Veri özellikleri, test ve sertifikalandırma, akıllı uygulamalar için yönergeler

Kaynak: Türkel, S., & Yeşilkuş, F. (2020). Dijital Dönüşüm Paradigması: Endüstri 4.0. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(5), s. 338.

Dijital dönüşüm ise, işletmelerin, kurumların ve toplumun geleneksel iş yapma biçimlerinden dijital teknolojilerle desteklenen yeni iş modellerine ve süreçlere geçişini ifade eden bir kavramdır. Dijital dönüşüm, çeşitli açılardan kavramsallaştırılmaktadır. Bu tanımlar genel olarak üç ana kategoriye ayrılmaktadır. İlk olarak, organizasyonel açıdan; organizasyonel süreçlerde, değer yaratmada, iş modellerinde ve genişletilmiş tedarik zincirinde değişim hedeflenmektedir. İkinci olarak, teknolojik açıdan; kalite, verimlilik ve gelirde önemli iyileştirmeler sağlayan ve bu alanlarda yenilikler getiren teknolojilere odaklanılmaktadır. Üçüncü olarak, sosyal açıdan; ağ oluşturma, iletişim kanalları, müşteri talep modelleri ve müşteriler arasında yeni deneyim ve zihniyetlerin yaratılması vurgulanmaktadır. **Tablo 1.4**'te literatürde öne çıkan dijital dönüşüm tanımları yer almaktadır (Tratkowska, 2019, s. 33-34).

Tablo 1.4: Dijital Dönüşüm Tanımları

Yazarlar	Tanım
G. Westerman, A. McAfee vd., (2011)	“(…) İşletmelerin performansını veya erişimini radikal bir şekilde geliştirmek için teknolojinin kullanımı, dünya çapındaki şirketler için önemli bir konu haline gelmektedir. Tüm sektörlerdeki yöneticiler, müşteri ilişkilerini, iç süreçleri ve değer önerilerini değiştirmek için analitik, hareketlilik, sosyal medya ve akıllı gömülü cihazlar gibi dijital gelişmeleri kullanmakta ve ERP gibi geleneksel teknolojilerin kullanımlarını geliştirmektedir (...)”
M. Fitzgerald vd., (2013)	“(…) müşteri deneyimini geliştirmek, operasyonları kolaylaştırmak veya yeni iş modelleri oluşturmak gibi büyük iş iyileştirmelerini sağlamak için sosyal medya, mobil, analitik veya gömülü cihazlar gibi yeni dijital teknolojilerin kullanılması (...)”
M. McDonald, A. Roswell-Jones, (2012)	“(…) Dijital Dönüşüm, kaynakları dijitalleştirmenin ötesine geçiyor ve dijital varlıklardan değer ve gelir yaratılmasıyla sonuçlanıyor (...)”
E. Stolterman, A. Fors, (2004)	“(…) dijital dönüşüm, dijital teknolojinin insan yaşamının her alanında neden olduğu veya etkilediği değişikliklerdir (...)”
BMWİ, (2015)	“(…) ekonominin ve toplumun tüm sektörlerinin tam bir ağ oluşturmasının yanı sıra ilgili bilgileri toplama ve bu bilgileri analiz edip eylemlere dönüştürme yeteneğini ifade etmektedir. Değişiklikler, avantajlar ve fırsatlar getiriyor ancak tamamen yeni zorluklar da yaratmaktadır (...)”
A. Martin, (2008)	“(…) artık yaygın olarak bilgi ve iletişim teknolojisinin, otomasyonun ötesinde, iş dünyasında, kamu yönetiminde, toplum yaşamında, temelde yeni yeteneklerin yaratılmasını sağlayan bir araç olarak yaygın şekilde kullanıldığı yorumlanmaktadır (...)”
D. Mazzone, (2014)	“(…) bir şirketin, iş modelinin, fikir sürecinin veya metodolojinin hem stratejik hem de taktiksel olarak kasıtlı ve sürekli dijital evrimidir (...)”
D. Bowersox vd., (2005)	“(…) operasyonları dijitalleştirmek ve genişletilmiş tedarik zinciri ilişkilerini formüle etmek için bir işletmeyi yeniden keşfetme süreci. DBT liderlik mücadelesi, toplam tedarik zinciri boyunca bilgi teknolojisinin tam potansiyelini yakalama konusunda zaten başarılı olabilecek işletmelere yeniden enerji vermekle ilgilidir (...)”

Kaynak: Tratkowska, K. (2019). Digital Transformation: Theoretical Backgrounds of Digital Change. *Nauki o Zarządzaniu*, 24(4), p. 34.

Dijital dönüşüm, sağlık, telekomünikasyon, otomotiv, bankacılık ve imalat gibi sektörlerde geniş etkiler yaratmakta, yenilikçi uygulamalar ve iş modelleri geliştirmektedir. Bu kavram, teknolojilerin benimsenmesinin yanı sıra yönetimsel konuların yeniden ele alınmasını da içermektedir; ancak literatürde nadiren tanımlanmaktadır (Nadeem, Abedin, Cerpa & Chew, 2018). Dijital dönüşümün etkileri, sektörler arası farklılıklar gösterse de genel olarak organizasyonel yapıları ve iş süreçlerini derinden değiştirmektedir.

Endüstri 4.0 perspektifinde dijital dönüşüm, işletmelerin operasyonel iyileştirmelerinde ve müşteri taleplerine cevap vermekte kullanılan önemli teknolojileri içerir. Bu süreç, daha verimli üretim süreçleri ve müşteri taleplerinin detaylı analizini sağlayarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunur. Büyük veri analizi, müşteri taleplerinin etkin analizine olanak tanırken, eklemeli üretim şirketlerin özelleştirilmiş ürünler sunmasına olanak sağlar. Dijital değişimin temel bileşenleri; müşteri ihtiyaçları, veri değeri, evrilen iş modelleri, kaynak sınırlamaları ve sürdürülebilirlik olarak öne çıkmaktadır. (Gülseren & Sağbaş, 2019). Bu dönüşüm, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerini sağlarken, çevresel etkilerini azaltarak sürdürülebilir bir geleceğe önemli katkılarda bulunmalarını da mümkün kılar.

Dijital dönüşüm, işletme yönetimi açısından ele alındığında, yeni iş modelleri oluşturma ve bu modellerin sağladığı verimlilik etkisi ön plana çıkmaktadır. Bu süreç, iş kazalarının ve iş gücü kaybının azaltılmasını sağlayarak, çalışanların moral ve motivasyonunu artırmakta; bireylerin karar alma yetkisini üstlenmelerine ve geleneksel hiyerarşinin ortadan kaldırılmasına olanak tanımaktadır. Sonuç olarak, çalışanlar, karar alma süreçlerine daha fazla dahil olma fırsatı bulmaktadır (Yıldırım, 2020, s. 778). Dijital dönüşüm, işletmelere rekabet gücünü artırma ve süreçlerini optimize etme konusunda önemli bir fırsat sunarak, genel performanslarını güçlendirmektedir.

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm, iş dünyasında teknolojinin etkisini farklı yönleriyle ele alır. Endüstri 4.0, üretim süreçlerini dijital teknolojilerle entegre ederek akıllı fabrikalar oluşturmaya ve nesnelerin interneti, yapay zekâ ve otomasyon gibi araçlarla verimliliği artırmaya hedefler. Dijital dönüşüm ise, tedarik zinciri yönetimi, müşteri ilişkileri ve organizasyonel kültür gibi alanları kapsayan geniş bir modernizasyon sürecidir. Bu süreç, işletmelerin tüm yönlerini çağdaşlaştırarak rekabet avantajı elde etmelerini sağlar ve esneklik kazandırarak pazar dinamiklerine hızlı uyum sağlamalarına olanak tanır.

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojilerden faydalanarak rekabet gücünü artırmasını ve sürdürülebilirliğini sağlamasını amaçlar. Her iki kavram da işletmelerin daha verimli, esnek ve müşteri odaklı hale gelmelerini sağlayarak pazar koşullarına uyum sağlamalarını ve yenilikçi olmalarını teşvik eder. Ayrıca, kavramlar, işletmelerin geleneksel iş modellerini

gözden geçirerek daha rekabetçi ve geleceğe yönelik hale gelmelerine yardımcı olmaktadır.

1.1.6. Beşerî Sermayenin Dijital Dönüşümdeki Rolü: Üniversite 4.0 Yaklaşımı

Üniversite 4.0, yükseköğretim sistemlerinin dijital dönüşüm sürecine entegrasyonunu ifade eden yenilikçi bir paradigmadır. Bu doğrultuda, üniversiteler, sanayi ve toplumla iş birliğini artırarak dijital teknolojilerin sunduğu fırsatları akademik ve eğitim süreçlerine dahil etmekte, böylece geleceğin iş gücünü şekillendirmeye yönelik daha etkili bir rol üstlenmektedir. Dijital dönüşüm, yalnızca teknolojiye dayalı yenilikleri değil, aynı zamanda bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli insan kaynağının geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. İnsan kaynağı, bireylerin bilgi, beceri ve yetkinliklerini kapsarken, dijital dönüşüm bu yetkinliklerin sürekli güncellenmesini ve genişletilmesini gerektirir. Üniversite 4.0 sürecinin etkin yönetimi, akademik kadrolar, öğrenciler ve yöneticiler için dijital yetkinliklerin artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede, üniversitelerin dijital becerilerinin ve yenilikçi düşünme yeteneklerinin güçlendirilmesi, eğitim sistemlerinin evrimini desteklemek için gereklidir.

Üniversite 4.0 kavramı, dört temel unsura sahiptir. Birincisi; her öğrencinin ilgi ve yeteneklerine uygun öğrenme yollarının oluşturulması, öğrencilerin kendi öğrenme deneyimlerini gerçekleştirmesi anlamına gelen *bireyselleştirilmiş öğretim*, ikincisi; öğrencilerin güçlü yönlerini desteklemek için değerlendirme sürecinin eğitim sonunda değil, süreç içinde gerçekleşmesini vurgulayan *süreç değerlendirmesi*, üçüncüsü; öğretmenlerin öğrencilere eşlik eden rehberler olarak rol almaları anlamına gelen *öğretmenlerin mentore dönüşmesi*; dördüncüsü ise; eğitim sistemlerinin, öğrencilerin kişisel gelişimine katkıda bulunarak farklı yeteneklere ve sosyal becerilere saygı göstermesi anlamına gelen *çoğulculuk ve farklılıklara saygı*dır (Sarıtış, 2023, s. 93-94). Öğrencilerin bireysel özelliklerine ve öğrenme hızlarına uygun öğrenme yollarının oluşturulması, eğitimdeki önemli bir dönüşümün temelini oluşturur.

Endüstri 4.0, akademik çevrelerde de önemli bir ilgi alanı haline gelmiştir. Endüstri 4.0'ın etkisiyle teknolojiadaki hızlı ilerleme, eğitim kurumlarının önceki

sanayi devrimlerindeki toplumsal evrime tepkilerinden farklı olarak daha proaktif bir yaklaşım benimsemesini zorunlu kılmaktadır. Ortaya çıkan Endüstri 4.0 teknolojisinin ekonomik ve çevresel etkileri, öğrencilerin bireysel teknolojileri derinlemesine kavrayabilmesi ve ağ bağlantılı sistemlerin gelişimini dikkatlice analiz edebilmesi için yükseköğretim müfredatının yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Yükseköğretimin, çevre ve ekonominin sürdürülebilirliğini sağlamakla birlikte, toplumun önemli bir bileşeni olarak ilgisini sürdürebilmesi için Endüstri 4.0 eğitim biçimlerinin hızla benimsenmesi ve yaygınlaştırılması zorunludur (Penprase, 2018). Bu dönüşüm, geleceğin eğitim sistemlerinin, yenilikçi düşüncüyü ve dijital becerileri ön plana çıkaran bir yapıda evrilmesine olanak tanıyacaktır.

Yükseköğretimde dijital dönüşüm, değişen öğrenci profillerini kapsamaktadır. Yeni nesil, bilgisayarlar, cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlarla geçirdiği zamanı artırmakta, bu nedenle teknolojiyle uyumlu bir eğitim gerekmektedir. Dijital çağın bireyleri, çoklu medyayı etkin bir şekilde kullanarak bilgiyi toplu halde öğrenmeyi ve deneyimlerini sentezlemeyi tercih etmektedir. Bu bağlamda, yükseköğretim kurumları, fiziksel donanım, teknik altyapı ve profesyonel gelişim alanlarında stratejik yatırımlar yapmalıdır. Margaryan ve diğerlerine göre, bu yatırımlar, en iyi öğrencileri çekme ve etkili öğretim sağlama açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Gümüşoğlu, 2017, s. 32-33). Dijital dönüşüm, teknolojiyi başarıyla entegre ederek öğrencilere daha etkili ve katılımcı bir öğrenme deneyimi sunmayı hedeflemektedir.

Endüstri 4.0'a geçiş sürecindeki değişiklikler, BİT uzmanlarının diğer endüstri alanlarına entegrasyonu için artan bir gereksinimi beraberinde getirmiştir. Bu, uzmanların yeni bağlamlarda bilgilerini uygulama ve farklı endüstri alanlarını kapsayan disiplinler arası yetkinliklere sahip olmalarını gerektirmektedir. Üniversiteler, Endüstri 4.0'a dönüşüm sürecinde, uygun müfredat oluşturma, mevcut öğretmenleri geliştirme veya yeni öğretmenler bulma, çalışma materyalleri hazırlama ve gerekli yönetmeliklerle ilgili süreçleri yönetme gibi önemli görevleri üstlenmektedir. Bu süreçte, iş gücünün farklı endüstri alanlarını kapsayacak şekilde disiplinler arası yetkinliklerle donatılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de genç bireylerin eğitim-öğretim koşulları ve mezuniyet sonrası işe giriş süreçlerine Endüstri 4.0 ekseninde yeni bir bakış açısı geliştirmek amaçlanmaktadır. Gençlere, Endüstri 4.0 perspektifinin kazandırılması, eğitim reformları ve uzun vadeli kararlı politikalarla mümkün olacaktır. Gelişmiş ülkelerde, klasik mesleklere olan talep giderek azalırken, geleceğin mesleklerine yönelik talep, sağlanan teşviklerle hızla artmaktadır. Bu nedenle, gençlerin mevcut klasik mesleklere istihdam sürecinin devam etmesi, Türkiye’nin Endüstri 4.0 sürecinde başarılı olmasını zorlaştıracaktır (Ocak & Albayrak, 2023). Yükseköğretim kurumları, Endüstri 4.0 için gerekli iş gücünün gelecekteki becerilerini geliştirmeye odaklanarak, işverenler ve sektör temsilcileri ile daha sistematik bir iş birliği oluşturma yöntemlerini araştırmaktadır.

Türkiye’de yükseköğretimin dijital dönüşümünü desteklemek amacıyla “YÖK Dijitalleşiyor” adlı bir proje başlatılmıştır. 2019 yılında, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden seçilen pilot üniversitelerde “Üniversitelerde Dijital Dönüşüm Projesi” uygulanmaya başlanmıştır. Bu üniversitelerde görev yapan öğretim elemanları, “Dijital Çağda Yükseköğretimde Öğrenme ve Öğretme” dersi almıştır. Projenin amacı, akademik personel ve öğrencilerin dersler ve projeler üzerinde etkileşimli bir şekilde iletişim kurarak Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS) üzerinden iş birliği yapmalarını sağlamaktır. Teknolojinin öğrenme süreçlerine entegrasyonu için kitlesel açık çevrim içi dersler, açık eğitsel kaynaklar, yapay zekâ, bulut bilişim ve veri madenciliğine öncelik verilmesi planlanmış, pilot üniversitelerde 40.000 öğrenciye dijital okuryazarlık dersi verilmiştir. Öğrencilere, “İnternet teknolojileri, sosyal ağlar, bilişim etiği ve geleceğin teknolojileri” gibi konular üzerine dersler verilmesi planlanmıştır (Karoğlu, Bal & Çimşir, 2020, s. 154-155). Bu süreç, öğrencilere dijital beceriler kazandırmanın yanı sıra, gelecekteki iş gücü için gerekli olan yenilikçi düşünme ve teknoloji kullanım yetkinliklerini geliştirmeyi hedeflemektedir.

YÖK’ün önemli projelerinden biri olan “Gelecek 10 Yıl İçin Güçlü Nesiller Yetiştirme” projesi kapsamında, öncelik verilen yüz alanda 2.000 öğrenciyi kapsayan burslu doktora eğitim programı başlatılmıştır. Bu alanlardan biri de “Eğitimde Dijitalleşme”dir. Üniversitelerde dijital dönüşüm kapsamında “Dijital Dönüşüm Uzmanlığı” sertifika programları sunulmaktadır. Bu programlara

katılanların dijital dönüşüm konusunda farkındalık ve kavramsal bilgi edinmeleri beklenmektedir (Karoğlu, Bal & Çimşir, 2020, s. 154-155). Eğitimde dijitalleşme, mevcut bilgi ve becerilerin güncellenmesinin yanında, geleceğin gereksinimlerini karşılayacak yenilikçi bir yaklaşımın benimsenmesini de zorunlu kılmaktadır.

Dijital ekonomi, üretim ve teknolojinin ağ etkileşimlerine dayalı bir organizasyonu ifade etmektedir. Günümüzde üniversite eğitimi, bu dijital teknolojilerle desteklenen organizasyonel yapının işleyişiyle doğrudan ilişkilidir. Eğitim sürecinin yeni metodolojisini Endüstri 4.0'a uyarlamak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Kazimirov, 2018). Gelecekteki yeteneklerin temelini atan üniversitelerin mevcut programlarının, tesislerinin ve altyapısının Endüstri 4.0'ın gerektirdiği teknolojilere uyum sağlaması ve çağdaşlaştırılması gerekmektedir. Araştırmalar, üniversitelerin endüstriye hazırlanmaları için yeterli finansal planlama, uzman personel, artan endüstriyel iş birlikleri, iyileştirilmiş altyapı, güncellenmiş müfredat ve sağlam güvenlik sistemlerinin yanı sıra farkındalık ve bilgilendirici programlar gibi stratejilerin gerekli olduğunu ortaya koymuştur (Mian, Salah, Ameen, Moiduddin & Alkhalefah, 2020). Bu durum, üniversitelerin Endüstri 4.0'a uyum sağlaması için atması gereken adımları vurgulamaktadır.

Gueye ve Exposito (2020), Üniversite 4.0 kavramını, Endüstri 4.0'ın eğitim organizasyonlarına uygulanması temelinde tanımlamaktadır. Bu kavram, öğrenme yöntemlerinin uyarlanması ve farklılaştırılmasının yanı sıra öğrenme süreçlerinin daha iyi yönetilmesi için eğitim kurumlarının, Üniversite 4.0 teknolojilerini entegre etmelerini ve öğrenme süreçlerini daha etkin bir şekilde benimsemelerini vurgular. Bu sistem, Üniversite 4.0'ın farklı paydaşları arasında akıllı iş birliği ve koordinasyonu teşvik ederek, öğrenme süreçlerinin daha verimli ve etkili hale gelmesini amaçlamaktadır (Gueye & Exposito, 2020). Hımmetoğlu ve diğerleri (2020) tarafından yapılan araştırmada, okul yöneticileri, öğretmenler ve öğrencilerin Eğitim 4.0'a ilişkin özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bulgulara göre açık erişim, bireyselleştirilmiş eğitim, dijital teknolojilerin eğitime entegrasyonu, kesintisiz öğrenme ortamları, yaşam boyu öğrenme, keşfedici eğitim ve çok disiplinli eğitim, Eğitim 4.0'ı tanımlayan ana bileşenlerdir. Eğitim 4.0 öğrencilerinden beklenen temel nitelikler, iş birliği-iletişim becerileri, teknolojik beceriler, öğrenme becerileri ve kişisel özellikler olarak tespit edilmiştir. Çalışma

sonucunda, Eğitim 4.0'ın hayata geçirilmesi için teknolojinin eğitime entegrasyonunun gerekliliği vurgulanmıştır (Hımmetoglu, Ayduğ & Bayrak, 2020). Eğitim 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanması, öğrencilerin, öğretmenlerin ve okul yöneticilerinin bu yeni döneme uyum sağlaması ve teknolojiyle entegrasyonunun yanı sıra sürekli öğrenmeyi ve yenilenmeyi benimsemelerine bağlıdır.

Kusmin ve diğerleri (2018)'nin çalışmasında, Endüstri 4.0 için gerekli iş gücü becerilerini geliştirmek amacıyla üniversiteler ile sanayi kuruluşlarının iş birliği fırsatları incelenmiştir. İlk olarak, üniversite-sanayi ortaklıkları ve yetkinlik geliştirme sürecindeki engeller ele alınmıştır. Belirlenen başlıca engeller arasında, sanayi ve üniversitelerdeki iş gücüne yönelik farklı beklentiler, beceri haritalarındaki yetersiz örtüşme ve düşük iş birliği düzeyi bulunmaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0 için üniversite-sanayi iş birliklerini ve yetkinlik yönetimi süreçlerini destekleyen bir çerçeve önerilmiştir. Sonuçlar, önerilen çerçevenin etkili olduğunu, ancak bazı zorlukların aşılması gerektiğini göstermektedir (Kusmin, Tammets & Ley, 2018). Bu durum, üniversite ve sanayi iş birliğini güçlendirmek için stratejik adımlar atmanın önemini vurgulamaktadır.

Endüstri 4.0'a hazırlık sürecinin önemli bir parçası, mühendislik eğitimi gibi yükseköğretim alanlarının bu vizyona uyum sağlamasıdır. Coşkun ve diğerleri (2019)'nin çalışmasında, mühendislik eğitimi Endüstri 4.0'a uyumlu hale getirmek için müfredat, laboratuvar ve öğrenci kulübü bileşenlerinden oluşan bir çerçeve önerilmiştir. Müfredatta yeni çalışma modülleri tanıtılmış ve mevcut modüllerde değişiklikler yapılmıştır. Görsel Üretim Laboratuvarı ve Lego-Lab gibi laboratuvarlar, müfredat değişikliklerine uyum sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Çalışma, David Kolb'un Deneyimsel Öğrenme Teorisi'ni kullanarak mühendislik eğitimi Endüstri 4.0'a uyarlamanın mümkün olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, eğitim metodolojilerinin Endüstri 4.0'a geçişte nasıl uyarlanabileceğine dair önemli bilgiler sunmaktadır (Coşkun, Kayıkcı & Gençay, 2019). Ayrıca, deneyimsel öğrenmenin geleceğin mühendislerinin yetkinliklerini kazanmalarında etkili bir yöntem olduğunu vurgulanmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar, Endüstri 4.0'ın yükseköğretimde teknik ve sosyal becerilerin önemini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, yükseköğretim kurumları müfredatlarını ve öğretim yöntemlerini güncelleyerek öğrencileri Endüstri 4.0

gereksinimlerine hazırlamaya çalışmaktadır; ancak dönüşüm sürecinde karşılaşılan zorluklar ve engeller de dikkate alınmalıdır. Üniversite 4.0 ve dijital dönüşüm, teknolojik altyapı değişikliklerinin yanı sıra, insan kaynaklarının evrimini de zorunlu kılmaktadır. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler, müfredatları, öğretim yöntemlerini ve öğrenci değerlendirme süreçlerini yeniden şekillendirmeyi gerektirmektedir. Bu nedenle, yükseköğretim kurumlarının Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları ve gereksinimleri anlaması ve bu doğrultuda stratejiler geliştirmesi hayati öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0'ın benimsenmesi ve kabul niyetlerinin, Planlı Davranış Teorisi çerçevesinde etkilerini incelemektir. Özellikle, gelecekteki çalışanların teknolojik gelişmelere hazırlık sürecini ve bu sürecin davranışsal niyetlere nasıl etki ettiğini anlamayı hedeflemektedir. Endüstri 4.0'ın çalışanlar üzerindeki etkilerini kavrayabilmek, gelecekteki yetkin insan kaynağını daha etkili bir şekilde hazırlamak ve rekabet avantajı sağlamak açısından önem arz etmektedir. Çalışma, yükseköğretim kurumlarının ve ilgili paydaşların, dijital dönüşüm sürecinde beşerî sermayenin gelişimini nasıl optimize edebileceği konusunda önemli bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

2. PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ VE KULLANICILARIN YENİ TEKNOLOJİLERİ BENİMSEMELERİNİ İNCELEYEN TEORİ VE MODELLER

2.1. Örgütsel Davranışın Temelleri: Planlı Davranışa Giriş

Örgütsel davranış, örgüt verimliliğini geliştirmek üzere bireylerin, grupların ve yapıların örgüt içerisindeki davranışlara olan etkisini araştıran bir alandır. Birey, grup ve yapılar bu alanda ön plandadır. Örgütsel davranış, bu üç ögenin davranış üzerindeki etkilerini inceleyerek örgütlerin daha verimli hale gelmesini amaçlamaktadır (Robbins, Judge, Millett & Boyle, 2017). Örgütsel davranış, örgütsel ortamlardaki insan davranışının, insan davranışı ile örgüt arasındaki arayüzün ve örgütün kendisinin incelenmesidir (Griffin, Phillips & Gully, 2020, s. 4). Bu etkileşimlerin anlaşılması ve optimize edilmesi, örgütlerin daha etkili ve uyumlu bir şekilde işlev görmesini sağlamayı hedefler.

İnsanların bir kuruluş içerisinde ne yaptıklarını ve davranışlarının kuruluşun performansını nasıl etkilediğini açıklamaya çalışan bir alan olan örgütsel davranış, özel olarak çalışma ilişkileri ile ilgili iş, çalışma, işe gelmeme, personel devir hızı, verimlilik gibi çeşitli konulara odaklanmaktadır. Ayrıca motivasyon, liderlik davranışı ve güç, bireyler arası iletişim, grubun yapısı ve süreçleri, tutum geliştirme ve algı gibi konularla da ilgilidir. Örgütsel davranış temel olarak psikoloji, sosyal psikoloji, sosyoloji ve antropoloji gibi farklı disiplinlerin katkıda bulunduğu uygulamalı bir davranış bilimi olarak tanımlanmaktadır (Robbins, Judge, Millett & Boyle, 2017). Disiplinler arası yaklaşım, örgütsel davranışın, çalışanların performansını ve örgüt içindeki etkileşimleri daha iyi anlamak için önemli bir araç sağladığını göstermektedir.

Örgütsel davranışın işletmeler açısından çözüm sağlayabileceği veya üzerinde çalışabileceği bazı konular mevcuttur. Bunlar; ekonomik baskılara cevap vermek, küreselleşmeye uyum sağlamak, iş gücü çeşitliliğini yönetmek, müşteri hizmetlerini ve çalışan becerilerini iyileştirmek, yenilik ve değişimi teşvik etmek, gelip geçicilik ile başa çıkmak, ağlarla bağlanmış (network) kuruluşlarda çalışmak, çalışanların iş-yaşam dengelerini kurmak, pozitif bir çalışma ortamı yaratmak ve etik davranışın geliştirilmesidir (Robbins, Judge, Millett & Boyle, 2017, s. 14-22).

Örgütsel davranış biliminin temel ilgi alanları arasında bireysel davranış, grup davranışı, örgüt kültürü, örgütsel değişim, örgütsel etkinlik, motivasyon gibi kavramlar bulunur. Bu kavramlardan birkaçı aşağıda açıklanmıştır.

Küresel bir ekonomide başarılı olabilmek için yöneticilerin, ulusal ve kurumsal kültürlerin, organizasyon içindeki davranışlar üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu anlamaları gerekmektedir. Bir ülkenin kültürü, organizasyonel işlemleri etkilemektedir; pazarlama, işe alım, ödüllendirme, yönetici-çalışan ilişkileri ve teknoloji kullanımı bu kapsamda değerlendirilebilir. **Örgüt kültürü**; Edgar Schein tarafından şöyle tanımlanmıştır: Belirli bir grup tarafından, dış uyum ve iç entegrasyon sorunlarıyla başa çıkmayı öğrenirken icat edilen, keşfedilen veya geliştirilen, geçerli sayılacak kadar iyi çalışmış ve bu nedenle geçerli sayılacak kadar iyi sonuç veren temel varsayımlar modeli (Ivancevich, Matteson & Konopaske, 1990, s. 33-39). Schein'in tanımında vurgulanan dış uyum ve iç entegrasyon kavramları, örgütün çevresel faktörlerle nasıl etkileşime girdiğini ve içsel olarak nasıl bütünleştiğini ifade eder. Bu süreçler, örgütün sürdürülebilirliği ve rekabetçi avantajını koruması açısından kritik öneme sahiptir. Örgütsel davranış, çalışan motivasyonu, iş tatmini ve liderlik gibi konuları inceleyerek etkinliği artırır. Örgüt kültürü, değerler ve inançlar üzerinden şekillenir, yeniliğe uyum ve esneklik sağlar. Bu kültür, örgütsel değişim ve rekabet avantajında önemli bir rol oynar.

Motivasyon, insanların alternatif davranışlar yerine tek bir davranışta bulunmalarına neden olan güçler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Yöneticinin bakış açısına göre amaç, insanları kurumun çıkarına en uygun şekilde davranmaya motive etmektir. Bir ihtiyaç (bir bireyin ihtiyaç duyduğu veya istediği bir şey) motivasyonun başlangıç noktasıdır. Motive edilmiş davranış genellikle bir kişinin bir veya daha fazla önemli ihtiyacı olduğunda başlamaktadır. Mevcut durumda karşılanmış bir ihtiyaç, davranışı motive edebilse de (örneğin, kişinin halihazırda ulaşmış olduğu bir yaşam standardını sürdürme ihtiyacı), karşılanmayan ihtiyaçlar genellikle daha yoğun duygulara ve davranış değişikliklerine neden olmaktadır (Ivancevich, Matteson & Konopaske, 1990, s. 90-91). Motivasyon, bu ihtiyaçların karşılanmasına yönelik bireysel çabaların yönlendirilmesi ve organizasyonel hedeflere ulaşılması için kritik bir faktördür. Sonuç olarak, motivasyon, örgüt

içindeki bireylerin performanslarını ve iş tatminlerini etkileyen kritik bir faktör olup, örgütsel başarı ve sürdürülebilirlik açısından büyük bir öneme sahiptir.

Örgütsel davranışın alt alanlarından bir diğeri **örgütsel değişim**dir. Değişim yönetimi; pazarın, müşterilerin ve çalışanların sürekli değişen ihtiyaçlarına hizmet etmek için kuruluşun yönünü, yapısını ve yeteneklerini sürekli olarak yenileme sürecini kapsamaktadır. Değişim hızı her zamankinden daha yüksek olduğu için, günümüzde değişim yönetimi faaliyetlerinin etkin bir şekilde işlemesi gerekmektedir. Bir kuruluştaki değişikliğin başarılı olabilmesi için, çalışanların şirketin faaliyet alanını, müşterilerini ve ortak amacını net bir şekilde anlaması, yeni performans beklentilerini ve iş yapma şekillerindeki değişiklikleri kavraması önemlidir (Moran & Brightman, 2000, s. 73-74). Organizasyonlar, dinamik ve sürekli değişen bir iş ortamında faaliyet gösterdikleri için, örgütsel değişimin yönetilmesi ve başarılı bir şekilde uygulanması, rekabetçi kalmak, yenilik yapmak ve sürdürülebilir başarı elde etmek açısından önem arz etmektedir.

19. yüzyılın başlarında inceleme konusu olan **liderlik**, özellikle 1950 sonrasında kuramsal açıdan derinlemesine ele alınmış ve zamanla yönetim ve örgüt uzmanlarının ilgi odağı haline gelmiştir. Literatürde liderlik, bir grup insanı ortak hedefler etrafında toplayıp bu hedeflere ulaşmaları için onları harekete geçiren bilgi ve becerilerin bir bütün olarak değerlendirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Liderlerin etkinliği, organizasyonun geleceğini belirlemede ve stratejik hedeflere ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. İyi bir yönetici, aynı zamanda etkili bir lider olduğunda, bu durumun örgüt etkinliği ve başarısı üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, liderliğin temel bileşenleri arasında çalışanları motive etme yeteneği ve karar alma süreçlerinde sergilenen açıklık ve kararlılık yer almaktadır. Liderlik, organizasyonlarda etkili yönetim sağlayarak çalışanların motivasyonunu artırmakta ve hedeflere ulaşmalarını kolaylaştırmaktadır (Yeşil, 2016, s. 159-160). Sonuç olarak, liderlik, sadece organizasyonel başarıyı değil, aynı zamanda çalışanların bağlılık ve tatmin düzeylerini de şekillendiren önemli bir faktördür.

Liderlik, liderlerin kapasite geliştirme, takım üyelerini güçlendirme ve kararlı bir yönetim tarzı sergileme yetenekleriyle tanımlanır. İyi bir lider, güvenilirlik ve bütünlük üzerine kurulu bir kişilik sergiler ve bu da liderlik etkinliğini derinlemesine etkiler. Özellikle, liderlerin kriz anlarında ve belirsizlik

dönemlerinde, istikrarlı ve sağlam bir liderlik sergilemeleri, organizasyon içindeki güven ortamını güçlendirir ve çalışanların motivasyonunu artırır. Liderlik süreci, stratejik düşünme, etkili iletişim becerileri, duygusal zekâ ve değişim yönetimi gibi karmaşık yetkinlikleri gerektirir (Bolden, 2004). Bu yetkinlikler, liderlerin organizasyon içindeki etkilerini artırarak çalışanların iş birliği ve yaratıcılık düzeylerini destekler; böylece organizasyonun rekabet gücünü ve sürdürülebilir başarısını pekiştirir.

Örgütsel davranış, organizasyon içindeki bireylerin ve grupların nasıl davrandıklarını, etkileşimlerini ve bu davranışların organizasyonel hedeflere nasıl katkıda bulunduğunu inceleyen bir disiplindir. Bu alanda temel kavramlar arasında, daha önce açıklandığı üzere, örgüt kültürü, değişim, motivasyon, liderlik gibi unsurlar bulunmaktadır. Örgütsel davranışın anlaşılması, organizasyonların etkinliğini artırmak ve başarılarını sürdürmek için önemlidir. Planlı Davranış Teorisi (PDT), bu bağlamda önemli bir yer tutmaktadır. Teori, bireylerin ve grupların davranışlarının öngörülebileceği ve kontrol edilebileceği bir model oluşturmaktadır. PDT, organizasyonel değişim süreçlerini sistematik bir şekilde ele almakta, belirlenen hedeflere ulaşmak için stratejik bir yaklaşım sunmaktadır. Teori, örgütsel davranış biliminin liderlik, motivasyon, iletişim ve stratejik yönetim gibi anahtar alanlarıyla bütünleşmektedir. PDT, organizasyonların başarısı için önemli bir kılavuz sağlamakta ve stratejik bir yol haritası sunarak bireysel, grup ve örgüt düzeyinde davranışları yönlendirmektedir.

2.2. Planlı Davranış Teorisi: Yeni Teknolojilerin Benimsenmesi Sürecinde Temel Bir Yaklaşım

Planlı Davranış Teorisi (PDT), örgütsel davranış alanında bireylerin ve grupların davranışlarını açıklamak ve yönetmek için geliştirilmiş önemli bir teorik çerçevedir. Bu teori, özellikle organizasyonel değişim süreçlerini sistematik bir şekilde ele alır ve bireylerin belirli davranışları nasıl planlayacaklarını inceler. Teori, aynı zamanda yeni teknolojilerin benimsenme süreçlerini anlamak ve yönetmek için geliştirilmiş önemli bir teoridir (Shiue, 2007; Chai, Chiu, Wang, Jiang & Lin, 2022). PDT, kullanıcıların yeni teknolojilere nasıl yaklaşacaklarını ve bu teknolojileri nasıl benimseyeceklerini incelemektedir.

PDT, organizasyon içindeki bireylerin ve grupların davranışlarını öngörme, planlama, uygulama, kontrol etme ve gerektiğinde düzeltme amacı güder. Bu çerçevede, bireylerin teknolojiye olan tutumlarını, öz yeterlik algılarını ve algılanan davranış kontrolünü nasıl etkilediğini anlamaya yöneliktir (Mercan, 2015). Bahsedilen faktörler, bireylerin niyetlerini ve bu niyetler doğrultusunda davranışlarını belirlemede kritik rol oynar. Teorinin sağladığı analitik çerçeve, organizasyonların teknolojiyi etkin bir şekilde benimsemelerini ve dönüşümü başarılı bir şekilde yönetmelerini sağlar. Dolayısıyla, bu teori, organizasyonel değişim süreçlerinde bireylerin ve grupların karşılaşılabileceği zorlukları anlama ve bu zorlukların üstesinden gelme konusunda kılavuzluk eder (Arkorful, Hammond, Lugu, Basiru, Sunguh & Charmaine-Kwade, 2022; Cetindamar, Abedin & Shirahada, 2021). Bu açıdan, PDT, örgütsel davranış ve teknoloji benimseme alanlarında önemli bir rol oynamakta ve literatüre önemli katkılarda bulunmaktadır.

Yeni teknolojilerin işletmelere entegrasyonunda, çalışanların bu teknolojileri benimsemesi ve etkili bir şekilde kullanması kritik öneme sahiptir. Endüstri 4.0'ın örgütsel davranış üzerindeki etkileri incelendiğinde, iş gücü profili, çalışma şekilleri ve karar alma süreçlerinde önemli yenilikler ve değişimler gözlemlenmektedir. Farklı alanlardaki çalışmalar, bireysel öğrenme ve uyum süreçlerinden teknolojinin yoğun kullanımına, dijital girişimcilikten tüketici okuryazarlığına ve yapay zekâ ile eğitim teknolojilerinin benimsenmesine kadar birçok konuya odaklanmaktadır. Bu çalışmalar, Endüstri 4.0'a uyum sürecinde, davranış bilimlerinin çalışanların değişime uyumunu destekleme, motivasyon ve bağlılıklarını artırma, yetenek yönetimini geliştirme ile etik ve sorumlu teknoloji kullanımını teşvik etme açısından kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Kim, Choi & Lee, 2020; Wahl & Münch, 2022; Saeedi, Sharifuddin & Seng, 2020). Teori ve modeller arasındaki bağlantı, işletmelerin çalışanlarının yeni teknolojilere yönelik niyetlerini ve bu niyetler doğrultusunda davranışlarını anlamalarına yardımcı olabilir. Dolayısıyla çalışma kapsamında, Planlı Davranış Teorisi'nin Endüstri 4.0 teknolojilerinin kabul edilmesi ve uygulanmasını anlamak için kullanılması öngörülmüştür.

2.3. Planlı Davranışın Endüstri 4.0 Adaptasyonunda Rolü

Endüstri 4.0 ile ilgili araştırmalar genellikle bağımsız konular olarak ele alınırken, bu süreçte iş birliği yapan ağların ve tedarik zinciri boyunca veri paylaşımının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Gelecekte iş gücü yapısının değişmesi beklenmekle birlikte, özelleştirilmiş ürün talepleri doğrultusunda iş gücünün önemini koruyacağı öngörülmektedir. Operatörlerin karar verme becerilerinin gelişeceği ve sistemlerin internet üzerinden insanlarla iletişim kurarak işçileri koordinatör ve problem çözücüye dönüştüreceği öngörülmektedir (Brettel, Friederichsen, Keller & Rosenberg, 2014). Endüstri 4.0'ın uygulanabilmesi için teknolojik altyapının güçlendirilmesi ve iş gücünün yeni sisteme uyarlanması büyük önem taşımaktadır.

Teknolojinin, bireylerin davranışlarını şekillendirme ve çevresel sürdürülebilirliği destekleme potansiyeli, önemli fırsatlar sunmaktadır; ancak teknolojinin hızla değişen doğası ve belirsizlikler, geleceğe dair net tahminlerde bulunmayı güçleştirmektedir. Bu nedenle, endüstriler arasındaki karşılıklı bağımlılık, toplumun tüm paydaşlarının birlikte çalışarak bu yeni gelişmeleri daha iyi anlamalarını ve uyum sağlamalarını gerektirmektedir. Teknolojinin doğru şekilde kullanılması ve gelişen trendlere yönelik bilinçli, proaktif yaklaşımlar, sürdürülebilir ve adil bir geleceğin temellerini atmak için kritik bir öneme sahiptir (Schwab, 2017). Bu bağlamda, teknolojik dönüşümün hem ekonomik hem de toplumsal açıdan küresel düzeyde derin etkiler yaratacağı, toplumsal sorumluluk anlayışını yeniden şekillendirerek, insanlık için daha eşitlikçi ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etme zorunluluğunu vurgulamaktadır.

Planlı Davranış Teorisi, Endüstri 4.0'ın adaptasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Bireylerin tutumları, öznel normları ve algılanan davranış kontrolleri, bu yeni teknolojileri benimseme ve kullanma konusunda belirleyici faktörlerdir. Bilim insanlarının ve uzmanların görüşleri, bu teorinin Endüstri 4.0 adaptasyon sürecinde nasıl uygulanabileceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır (Shiue, 2007; Saeedi, Sharifuddin & Seng, 2020; Zaman, Zahid, Habibullah & Din, 2021; Wahl & Münch, 2022; Seong & Hong, 2022; Sujood, Ali, Arwab & Hamid, 2023). Bu çerçevede, yöneticilerin ve liderlerin, çalışanların bu faktörlere ilişkin

algılarını olumlu yönde şekillendirmeleri, Endüstri 4.0 teknolojilerinin başarılı bir şekilde benimsenmesini sağlayabilir.

Endüstri 4.0, dijitalleşme ve otomasyonun sanayiye entegrasyonu olarak tanımlanırken, planlı davranış ise hedeflere ulaşmak için organize edilen eylemleri ifade eder. Bu dönüşüm süreci, işletmelerin teknolojik altyapılarını güçlendirerek veri odaklı iş yapma ve iş birlikleri kurma gerekliliği doğurur. Planlı davranış, bu süreçte strateji geliştirme, içsel süreçleri yönetme ve karar alma süreçlerini daha verimli hale getirir. Böylece işletmeler, dijital dönüşümü başarıyla gerçekleştirir. Planlı Davranış Teorisi'nin kurucusu olan Icek Ajzen, bu teorinin birçok alanda uygulanabilir olduğunu ve özellikle teknolojik yeniliklerin benimsenmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Ajzen'e göre, teknolojik değişimler sırasında bireylerin tutumlarının, öznel normlarının ve algılanan davranış kontrollerinin dikkate alınması, bu değişimlerin daha etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır (Ajzen, 1991). Benzer şekilde, Michael Hammer, iş süreçlerinin yeniden tasarımı ve teknolojik yeniliklerin benimsenmesi konusunda önemli katkılarda bulunmuştur. Hammer ve Champy, iş süreçlerinin sadece iyileştirilmesi değil, köklü bir şekilde yeniden tasarlanması gerektiğini savunmaktadır (Hammer & Champy, 2009). Bu prensipler, Planlı Davranış Teorisi'nin prensipleriyle ve Endüstri 4.0 adaptasyonu bağlamında değerlendirilerek iş süreçleri ve değişim yönetimi açısından önem taşımaktadır.

2.4. Yeni Teknolojilerin Organizasyonel Değişim Sürecine Etkisi

Yeni teknolojilerin organizasyonel değişim süreçlerine etkisi, karmaşık ve çok yönlü bir olgudur. Bu bağlamda, Clayton Christensen'ın Yenilikçi Yıkım Teorisi, Michael Porter'ın Rekabetçi Stratejileri, Icek Ajzen'in Planlı Davranış Teorisi, bu süreçleri anlamak için literatürde yer alan teorilerden bazılarıdır. Buna ek olarak, Endüstri 4.0 kavramı, değişim sürecinin merkezinde yer almakta ve organizasyonel yapılar üzerinde derinlemesine etkiler yaratmaktadır. Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde dijital dönüşümün önünü açarak, organizasyonel yapıları dönüştüren yenilikçi teknolojilerin entegrasyonunu teşvik etmektedir.

Yenilikçi Yıkım (Disruptive Innovation) Teorisi'ne bakıldığında, Christensen'e göre, yeni teknolojiler, mevcut pazarları ve iş modellerini yıkarak yerlerine yenilerini getirmektedir. Bu süreç, organizasyonlar için hem büyük fırsatlar hem de ciddi tehditler oluşturur. Yenilikçi yıkım, organizasyonların teknolojiye adaptasyon süreçlerinde esneklik ve yenilikçilik kapasitesinin artırılmasını gerektirir. Organizasyonlar, yeni teknolojileri benimseyerek rekabet avantajını sürdürebilir, aksi takdirde pazar dışı kalma riski ile karşı karşıya kalabilirler (Christensen, Johnson & Horn, 2008). Bu nedenle, yenilikçi yıkımın etkilerini yönetebilmek için organizasyonların stratejik uyum yeteneklerini geliştirmeleri önemlidir.

Michael Porter'ın rekabetçi stratejiler ve rekabet avantajı üzerine çalışmaları, yeni teknolojilerin organizasyonlar üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir çerçeve sunmaktadır. Porter'ın Beş Güç Modeli, organizasyonların teknoloji kullanımıyla elde edebilecekleri stratejik avantajları analiz etmeye yardımcı olur. Bu model, bir endüstrinin rekabetçi yoğunluğunu ve cazibesini belirleyen beş ana güçten oluşur: yeni rakiplerin tehdidi, tedarikçilerin pazarlık gücü, alıcıların pazarlık gücü, ikame ürünlerin tehdidi ve mevcut rakipler arasındaki rekabet yoğunluğu (Porter, 1980). Bu çerçevede, yeni teknolojiler bu güçlerin her birini etkileyerek organizasyonların stratejik konumlarını değiştirebilir. Teknolojik yenilikler, yeni pazarlar yaratma, maliyetleri düşürme ve farklılaşma stratejileri gibi çeşitli rekabet avantajları sağlayabilir.

Ajzen'in Planlı Davranış Teorisi (PDT), organizasyonel değişim süreçlerinde bireysel davranışların anlaşılmasında önemli bir araçtır. Teori daha önce açıklandığı üzere, bireylerin tutumları, öznel normları ve algılanan davranış kontrolü gibi faktörlerin, yeni teknolojilerin benimsenmesinde ve uygulanmasında kritik rol oynadığını savunmaktadır (Ajzen, 1991). Organizasyonlar, çalışanların yeni teknolojilere ilişkin sahip oldukları faktörleri ve bu teknolojileri kullanma yeteneklerine dair inançları dikkate alarak daha etkili değişim stratejileri geliştirebilir.

Sonuç olarak, yeni teknolojilerin organizasyonel değişim sürecine etkisi, iş dünyasında önemli bir stratejik öncelik haline gelmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin entegrasyonu, üretim süreçlerinin etkinliğini artırmanın yanı sıra,

organizasyonların rekabet avantajlarını sürdürebilmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Dijitalleşme ve otomasyon, verimliliği artırırken çalışanların yeni beceriler kazanmasını da gerekli kılmaktadır. Dijital dönüşüm sürecinin sürdürülebilir şekilde devam edebilmesi için çalışanların dijital becerilerle donatılması ve sürekli öğrenme kültürünün teşvik edilmesi önem kazanmaya başlamıştır. Bu süreç, organizasyonların yeni teknolojilere uyum sağlamalarını ve bu teknolojileri etkili bir biçimde kullanabilmelerini sağlayabilir. Dolayısıyla, teknolojik yeniliklere uyum sağlamak, organizasyonların iş modellerini dönüştürmelerini sağlayabileceği gibi, aynı zamanda sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmelerine de katkıda bulunabilir.

2.5. Kullanıcıların Yeni Teknolojileri Benimsemelerini İnceleyen Teori ve Modeller

Herhangi bir yeni teknolojinin geliştirilmesinde, kullanıcı kabulü ve güveni büyük önem taşır. Ayrıca, kabul, sistem geliştirme sürecinde kullanıcı katılımının bir sonucu olarak kabul edilir. Genel olarak, kabul, reddetmenin zıttı olarak tanımlanır ve bir yeniliğin kullanılmasına yönelik olumlu bir karar anlamına gelir (Rogers, 1971). Karar vericilerin, sistem geliştirme aşamasında bu faktörleri göz önünde bulundurabilmesi için, kullanıcıların belirli bir sistemi kullanma kararını etkileyen unsurları anlamaları gerekir. İnsanların yeni teknolojileri neden kabul ettiği hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar için ortak bir sorudur. Bu araştırma, kullanıcıların yeni teknolojilere karşı tepkilerini tasarlamak, değerlendirmek ve tahmin etmek için daha etkili yöntemlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Kullanıcıların yeni teknolojileri benimsemesini açıklamak için bir dizi model ve çerçeve geliştirilmiştir. Bunlar; Nedenli Eylem Teorisi, Planlı Davranış Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli, Kişisel Bilgisayar Kullanımı Teorisi, Motivasyon Teorisi, Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli, Yeniliğin Yayılması Teorisi ve Sosyal Öğrenme Teorisi gibi kullanıcı kabulünü etkileyebilecek faktörleri tanıtan teorilerdir. Bu teori ve modeller, kullanıcı davranışlarını anlamak ve tahmin etmek için çok çeşitli alanlarda uygulanmıştır. Birçok çalışmada bu geleneksel çerçeveler kullanılmış ve bazı araştırmacılar önceki modelleri birleştirmiş veya çalışmalarını yürütmek için geliştirilen modellere yeni yapılar eklemiştir (Taherdoost, 2018; Bayraktar, 2019, s. 48-53; Yılmaz & Kavanoz, 2017,

s. 131-132). Bu bölümde, çalışma kapsamında ve dijital dönüşüm süreci çerçevesinde bahsedilen modeller incelenmiş olup, söz konusu modeller aşağıda sıralanmıştır. Modellere ek olarak çalışma kapsamında incelenen Aktivite Teorisi'ne de yer verilmiştir.

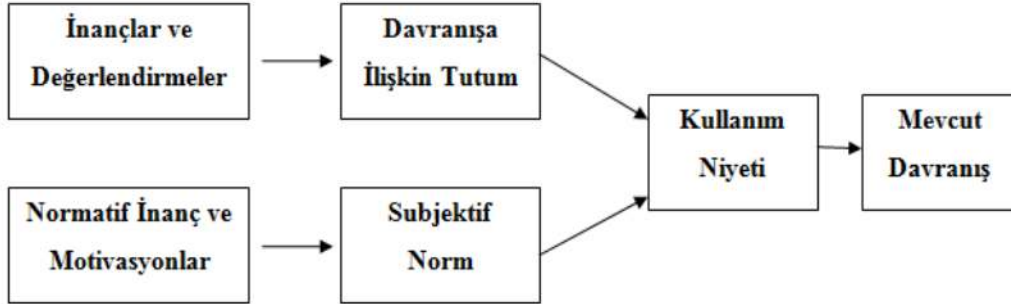
- Nedenli Eylem Teorisi (Theory of Reasoned Action (TRA)),
- Planlı Davranış Teorisi (Theory of Planned Behavior (TPB)),
- Teknoloji Kabul Modeli (Technology Acceptance Model (TAM)),
- Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)),
- Yeniliğin Yayılması Teorisi (Innovation Diffusion Theory (IDT)),
- Sosyal-Bilişsel Teori (Social Cognitive Theory (SCT)),
- Motivasyon Teorisi (Motivational Model (MM)),
- Bilgisayar Kullanım Teorisi (Model of PC Utilization (PCU)),
- Aktivite Teorisi (Activity Theory).

2.5.1. Nedenli Eylem Teorisi

Temel olarak sosyal psikoloji alanına dayanan Nedenli Eylem Teorisi (Theory of Reasoned Action - TRA), kişilerin inançları, tutumları, davranışları ve eğilimleri arasında birbirine bağlantılı bir etkileşim olduğunu ileri sürer. Bu teori, sosyoloji ve çevre eğitimi gibi alanlardaki bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır. Teoride, sosyal psikolojiden faydalanarak bireyin kullanım odaklı tutumlarının ve subjektif normlarının gerçek davranışlarında etkili olduğu kabul edilmektedir. **Kullanım niyeti**, bireyin belli bir davranışı ya da eylem planını gerçekleştirme arzusu; **davranışa yönelik tutum**, bireyin zihinsel ve duygusal inançlarına dayanarak bir davranışın ortaya çıkması ile ilgili deneyimler yoluyla edinilmiş olumlu ya da olumsuz duygu ve düşünceler; **subjektif norm** ise bireyin davranışlarının önemli olduğunu düşündüğü kişiler tarafından ne derecede kabul göreceğine ve bireyin davranışına olan etkisi olarak tanımlanmaktadır (Ajzen & Fishbein, 1975; Davis, 1989). Nedenli Eylem Teorisi'ne göre davranışları oluşturan

kullanım niyeti, davranışa yönelik tutum ve subjektif normu içeren model **Şekil 2.1**'de yer almaktadır.

Şekil 2.1: Nedenli Eylem Modeli



Kaynak: Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, p. 319-340.

Tutum, bireyin davranışı gerçekleştirmenin sonuçları veya nitelikleri hakkındaki inançları (davranışsal inançlar) tarafından belirlenir ve bu sonuçların veya niteliklerin değerlendirilmesiyle açıklanır. Dolayısıyla, davranışın gerçekleştirilmesinin olumlu sonuçlar doğuracağına dair güçlü inançlara sahip olan bir kişi, davranışa karşı olumlu bir tutuma sahip olacaktır. Karşıt olarak, bir bireyin davranıştan olumsuz sonuçlar beklediğine dair güçlü inançları varsa, bu durum olumsuz bir tutum geliştirmesine neden olabilir. Aynı şekilde, bir bireyin öznel normu, diğer insanların referanslarına uyma motivasyonu ile normatif inançlarına dayanarak şekillenir ve bu motivasyon, bir davranışı gerçekleştirmeyi onaylamasına veya onaylamamasına katkıda bulunabilir. Belirli referans gruplarının bir davranışı gerçekleştirmesi gerektiğine inanan ve bu grupların beklentilerini karşılamaya motive olan bir kişi, olumlu bir öznel norma sahip olacaktır. Buna karşılık, referans gruplarının bir davranışın gerçekleştirilmemesi gerektiğine inanan bir kişi, olumsuz bir öznel norma sahip olurken, bu referans gruplarının beklentilerine uymaya daha az motive olan bir kişi, nispeten tarafsız bir öznel norma sahip olacaktır (Ajzen & Fishbein, 1975; Davis, 1989). Tutumlar ve öznel normlar, bireylerin davranışlarını şekillendiren temel faktörlerdir.

Nedenli Eylem Teorisi, davranışın en önemli belirleyicisinin davranışsal niyet olduğunu ileri sürmektedir. Bireylerin davranışsal niyetinin doğrudan belirleyicileri, davranışı gerçekleştirmeye yönelik tutumları ve davranışla ilişkili öznel normlarıdır. Teorinin davranışı açıklamadaki başarısı, davranışın ne ölçüde

istemli kontrol altında olduğuna (yani bireylerin davranış üzerinde büyük ölçüde kontrol uygulayabilmelerine) bağlıdır (Ajzen & Fishbein, 1975; Davis, 1989). Nedenli Eylem Teorisi, davranışın öngörüsünde sıkça başvuru alan bir model olmasına rağmen, bireyin tam kontrol sağlayamadığı durumlarda yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Özellikle kaynak, iş birliği ve yetenek gerektiren davranışlarda eksiklikler yaşanmaktadır. Bu nedenle, algılanan davranışsal kontrol değişkeni üzerine yapılan çalışmalar, kuramın eksikliklerini gidermeye çalışmaktadır. Teorinin yaratıcısı Ajzen, kuramın genel bir model olarak birçok spesifik kuramın yerine geçebileceğini savunmaktadır; ancak istemli kontrolün azaldığı davranışları tahmin etmede yeterli olup olmadığı net değildir (Ajzen & Fishbein, 1975). Bu eksikliği gidermek için Ajzen ve meslektaşları, Planlı Davranış Teorisi (PDT) modeline algılanan davranışsal kontrol değişkenini eklemişlerdir.

Bahsedilen iki teori, davranışsal inançları, normatif inançları ve kontrol inançlarını tutumlar, öznel normlar ve algılanan kontrol aracılığıyla davranışsal niyet ve davranışlara bağlayan nedensel bir zincir olarak varsayar. Model bileşenleri arasındaki varsayılan nedensel ilişkiler açıkça belirtilmiş ve Ajzen ve Fishbein tarafından çizilmiştir (Glanz, Lewis & Rimer, 1990, s. 70). Bu özellik, her iki teorisinin en güçlü yönlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

2.5.2. Planlı Davranış Teorisi

Planlı Davranış Teorisi (PDT), (Theory of Planned Behavior - TPB), insanların istemli kontrolünün tam olmadığı davranışlarla ilgilenir ve bu nedenle Nedenli Eylem Teorisi'nin bir uzantısı olarak kabul edilmektedir. Bu teori, bireylerin belirli bir davranış gerçekleştirme niyetinin merkezî bir faktör olduğunu vurgular. Niyetler, bireylerin bir davranış gerçekleştirmek için ne kadar istekli olduklarını ve bunu ne kadar planladıklarını gösterir. Genel olarak, bir davranış gerçekleştirme niyeti ne kadar güçlüyse, o davranışın gerçekleştirilme olasılığı da o kadar yüksek olmalıdır (Ajzen, 1991). Ajzen (1985, 1991, 2005) ve Ajzen ve Fishbein (1980, 2000) çalışmalarında, Planlı Davranış Teorisi'ni ayrıntılı olarak tanımlamış ve bireyin davranışının sadece kendi iradesi ile gerçekleşmediğini, diğer bazı faktörlerin de davranışın şekillenmesinde etkili olduğunu savunmuştur (Yılmaz & Doğan, 2016, s. 194). PDT, bireylerin davranışlarını tahmin etmek ve

anlamak için önemli bir çerçeve sunar; niyetlerin davranışsal sonuçlar üzerinde doğrudan etkisi olduğu kabul edilir.

Motivasyonun ve yeteneğin davranışsal başarı üzerindeki etkileri genellikle birbirleriyle etkileşim halindedir. Bu bağlamda, bireyin sahip olduğu davranış kontrolü düzeyi, niyetlerin performansı üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bireyin denemeye olan motivasyonu arttıkça, davranışsal kontrolünün güçlenmesi ve dolayısıyla performansının iyileşmesi beklenir. Gerçek davranışsal kontrolün önemi açıktır; kişinin kullanabileceği kaynaklar ve karşılaşılabileceği fırsatlar, davranışsal başarı olasılığını belirlemede kritik rol oynar. Bununla birlikte, psikolojik açıdan daha fazla ilgi çeken konu, davranışsal kontrolün algılanması ve bu algının niyetler ile eylemler üzerindeki etkisidir. Planlı Davranış Teorisi'nde, algılanan davranışsal kontrol kavramı önemli bir yer tutar ve bu yönüyle teori, Nedenli Eylem Teorisi'nden farklılaşmaktadır (Ajzen, 1991). Bu bağlamda, motivasyon düzeyleri ve sahip olunan davranış kontrolü, bireylerin niyetlerini gerçek eylemlere dönüştürmede belirleyici bir rol oynar.

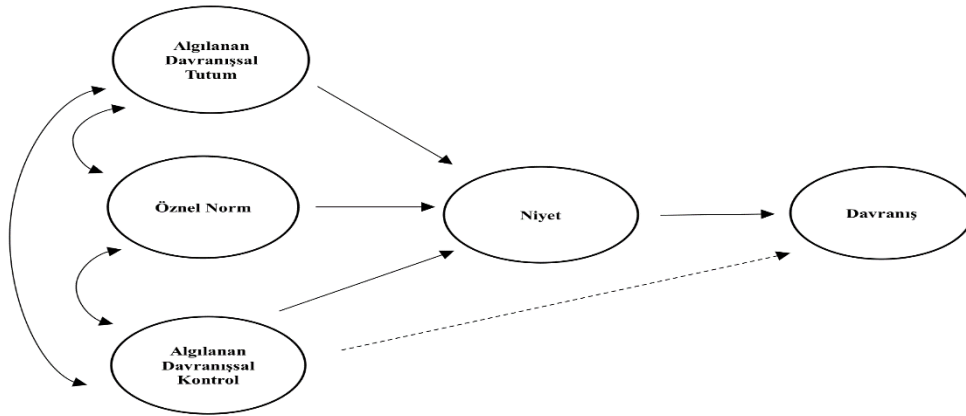
Cooke ve Sheeran (2004)'a göre; PDT, sosyal psikoloji alanında biliş ile davranış arasındaki ilişkiyi inceleyen en etkili model olarak görülmektedir. Davranışsal niyetler düzgün oluşturulmuş, bireyin beklentileri gerçekçi ve davranışsal niyeti gerçekleştirmek için belirli planlar gerçekleştirilmişse ilişkinin gücü en üst seviyeye çıkmaktadır. Bu durumda tutum-normatif-kontrol etmenleri ve davranışsal niyet, bireyin inanç ve değerlendirmeleri ile davranış arasında tam olarak aracı değişken rolü üstlenmektedir (Sığındı & Kavak, 2015, s. 112-113). Planlı Davranış Teorisi'nin bu yapısı, bireylerin niyetlerini gerçek eylemlere dönüştürmede önemli bir çerçeve sunmaktadır.

İnsan davranışına kılavuzluk eden faktörler teoriye göre şöyle açıklanmaktadır:

- Davranışın muhtemel sonuçları ve bu sonuçların değerlendirilmesi hakkındaki inançlarla (davranışsal inançlar) oluşan **Kişisel Tutum**,
- Başkalarının normatif beklentileri hakkındaki inançlar ve bu beklentilere uyma motivasyonu (normatif inançlar) ile oluşan **Sosyal Baskı- Öznel Norm**,

➤ Davranışın ve bu faktörlerin algılanan gücünü kolaylaştıracak veya engelleyebilecek faktörlerin varlığı hakkındaki inançlar (kontrol inançları) ile oluşan **Algılanan Davranış Kontrolü** (Bahadır, 2018, s. 37). Bu faktörlerin birleşimi, bireylerin belirli bir davranışı gerçekleştirme niyetlerini ve dolayısıyla o davranışı gerçekleştirme olasılıklarını etkilemektedir. **Şekil 2.2**'de Planlı Davranış Modeli sunulmaktadır.

Şekil 2.2: Planlı Davranış Modeli



Kaynak: Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), p. 182.

Algılanan davranışsal kontrol, bireylerin bir davranışı gerçekleştirme yeteneklerine olan güvenlerini ifade eder ve Bandura'nın algılanan öz yeterlik kavramıyla uyumludur. Bandura ve meslektaşlarının araştırmaları, davranışların, bireylerin bu yeteneklere olan güveni (yani algılanan davranışsal kontrolü) tarafından güçlü bir şekilde etkilendiğini ortaya koymuştur. PDT, öz-yeterlik inancı ve algılanan davranışsal kontrolü, inançlar, tutumlar, niyetler ve davranışlar arasındaki ilişkileri açıklayan bir çerçevede ele alır. Bu teoriye göre, algılanan davranışsal kontrol, davranışsal niyetle birlikte doğrudan davranışsal başarıyı tahmin etmede kullanılır (Ajzen, 1991). Algılanan davranışsal kontrol, davranışsal performansı etkileyen kolaylaştırıcılar ve engeller hakkındaki kontrol inançlarıyla belirlenir ve bu faktörlerin etkisi değerlendirilir. Ajzen, algılanan davranışsal kontrolün motivasyon ve yetenek tarafından ortaklaşa belirlendiği fikrini savunur; kontrol algısı yüksekse, niyet genellikle davranış tahmin etmek için yeterlidir. Ayrıca, algılanan davranışsal kontrol, davranışa yönelik tutum ve öznel normlar ile bağımsız bir belirleyici olarak değerlendirilir. Tutum ve öznel norm sabit tutulduğunda, kişinin kontrol algısı davranışsal niyeti etkiler (Glanz, Lewis &

Rimer, 1990, s. 70). Bu yaklaşım, bireylerin niyetlerini eyleme dönüştürme sürecini anlamak için önemli bir model sunar.

Planlı Davranış Teorisi (PDT), tutumlar, öznel normlar ve algılanan davranışsal kontrol gibi değişkenleri ayrıntılı bir şekilde ele alarak, bireylerin teknolojilere yönelik niyetlerini anlamaya yönelik kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Endüstri 4.0'ın benimsenmesi, bireylerin bu yenilikçi teknolojilere ne ölçüde uyum sağladıklarını ve uyguladıklarını belirlemede kritik bir faktördür. Bu bağlamda, mühendislik öğrencilerinin Endüstri 4.0 teknolojilerini benimseme niyetlerini anlamak için PDT kullanılmıştır. Teori, ilgili faktörleri detaylandırarak teknoloji benimseme sürecini açıklamaktadır. **Tablo 2.1**'de Planlı Davranış Teorisi (PDT) ve Endüstri 4.0 teknolojileriyle ilgili literatürdeki bulgular özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Planlı Davranış Teorisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırma Konusu	Kaynak
Endüstri 4.0 bileşenlerinden büyük veriyi kullanma/benimseme niyetinde PDT kullanımı ve öz yeterlik.	Zaman, Zahid, Habibullah & Din, 2021.
Pandemi sonrası şirket çalışanları üzerinde bilgi teknolojilerini kullanma niyetinde PDT kullanımı.	Sujood, Ali, Arwab & Hamid, 2023.
KOBİ'lerde çalışanlar üzerinden PDT kullanılarak Endüstri 4.0 benimseme niyetinin ölçülmesi.	Saeedi, Sharifuddin & Seng, 2020.
Üniversitelerde PDT çerçevesinde Endüstri 4.0 girişimciliği özelliklerine göre ders tasarımı.	Wahl & Münch, 2022.
Spor alanındaki uygulamalarda (App), PDT çerçevesinde sanal gerçeklik niyetinin ölçülmesi.	Seong & Hong, 2022.
Öğrenciler üzerinde Endüstri 4.0 bileşenlerinden yapay zekâ benimsenmesinde PDT kullanımı.	Chai, Chiu, Wang, Jiang & Lin, 2022.
Sosyal Bilişsel Teori ve PDT kullanılarak muhasebeciler üzerinden teknoloji benimseme niyeti ve öz yeterliğin ölçülmesi.	Handoko, Lindawati & Mustapha, 2021.
Dijital okuryazarlığı ön planda tutarak çalışanların bulut teknolojilerini benimsemesinde PDT kullanımı.	Cetindamar, Abedin & Shirahada, 2021.
Öğretmenlerin öğretim teknolojilerini kullanımı için PDT ve bilgisayar öz yeterliği kullanımı.	Shiue, 2007.
Tıp öğrencilerinin teknoloji kullanma niyetinin ölçümünde PDT kullanımı.	Arkorful, Hammond, Lugu, Basiru, Sunguh & Charmaine-Kwade, 2022.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

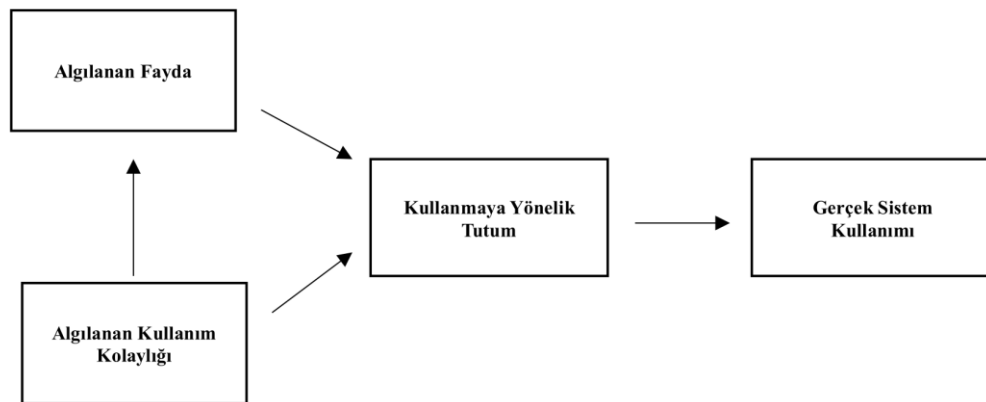
2.5.3. Teknoloji Kabul Modeli

Teknoloji benimseme modeline ilişkin araştırmalar, teknolojinin kabul veya reddedilme nedenlerini açıklamaya yardımcı olmaktadır. Teknoloji Kabul Modeli (TKM), (Technology Acceptance Model - TAM), bireylerin neden teknolojiyi kabul ettiklerini veya reddettiklerini anlamak için geliştirilmiş bir teoridir. Bireyler,

bilgisayar ve bilgi teknolojilerini kabul etme, benimseme ve kullanma konusunda sürekli kararlar almaktadır. Kullanıcı niyetlerinin, sistem kullanımını tahmin etmede en güçlü göstergeler arasında yer aldığı kanıtlanmıştır. Beklentilerin gerçekliği, motivasyon düzeyi, değer algısı, kullanıcı katılımı ve memnuniyet gibi faktörler önemli olmasına rağmen, niyetlerin sistem kullanımını tahmin etmede diğer faktörlerden daha etkili olduğu gösterilmiştir (Jones, 2011, s. 28-29). Teorinin amaçlarından biri, kullanıcının sistemle etkileşime geçtikten sonra sahip olduğu algılanan faydayı ve algılanan kullanım kolaylığını ölçerek teknolojinin kullanımını tahmin etmek ve açıklamaktır (Çelik, 2019, s. 27). Diğer bir amacı ise inanç, tutum ve niyeti etkileyen dışsal değişkenleri araştırmaktır (Yücel & Gülbahar, 2013). Bu çerçevede, modelin sunduğu bilgiler, teknolojinin kabulü ve yaygınlaşması süreçlerini optimize etmek için stratejiler geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Teknolojinin kabulüne yönelik modeli literatüre kazandıran Davis (1985), insanların iş yerlerinde bilgi teknolojisini kabul etme veya reddetme olasılığını tahmin etmek için teoriyi kullanmıştır. Modele göre, potansiyel bir kullanıcının belirli bir sistemi kullanmaya yönelik genel tutumunun, onu gerçekten kullanıp kullanmamasının ana belirleyicisi olduğu varsayılmaktadır. Kullanıma yönelik tutum, algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı olmak üzere iki temel inancın bir fonksiyonudur. Algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda üzerinde nedensel bir etkiye sahiptir (Davis, 1985). **Şekil 2.3**'te Teknoloji Kabul Modeli (Technology Acceptance Model (TAM)) yer almaktadır.

Şekil 2.3: Teknoloji Kabul Modeli



Kaynak: Davis, F. D. (1985). *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing*. Doctoral Thesis. USA: Wayne State University, Massachusetts Institute of Technology. p. 24.

Modelde, algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı, davranışa yönelik tutumu etkiler. Algılanan kullanım kolaylığı, algılanan faydayı etkiler. Algılanan fayda ve davranışa yönelik tutum ise davranışsal niyeti etkiler. **Algılanan kullanım kolaylığı**, bireyin bir sistemi kullanırken çaba harcamayacağına olan inancını; **algılanan fayda** ise sistemin iş performansını artıracığına olan inancını ifade eder. **Tutum**, bireyin bir davranışı olumlu veya olumsuz şekilde değerlendirmesi, **niyet** ise bu davranışı gerçekleştirme olasılığıdır. Davis'in çalışmasında, algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda için ölçekler geliştirilmiş ve bu ölçeklerin yüksek yakınsak ve ayırt edici geçerliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, faktöriyel geçerlilik analizi, algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan faydanın farklı değişkenler oluşturduğunu göstermiştir (Derlek, 2020, s. 12). Sonuç olarak, her iki değişkenin mevcut ve gelecekteki kullanım ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

Modelde davranışsal niyet, davranışın hemen öncesinde yer almaktadır. Burada tutum ve niyet arasındaki ilişki, bireyin tüm şartların eşit olduğu durumda olumlu duygulara sahip olduğu davranışa niyet etmesi olarak belirtilmektedir. Modelin asıl amaçlarından biri, içsel tutum, niyet ve inanç gibi değişkenlere dışsal faktörlerin etkisini araştırmaktır. Nedenli Eylem Teorisi ve Planlı Davranış Teorisi psikoloji temelli davranışsal teorilerdir ve Davis, bu iki teoriyi temel alarak Teknoloji Kabul Modeli'ni oluşturmuştur (Davis, 1989). Teori, yeni teknolojilerin kabul derecesine odaklanarak bireylerin davranışını tahmin eden ve açıklayan güçlü bir model olarak görülmektedir ve teknoloji kabulü uygulamalarında teorik altyapı olarak sıklıkla uygulanmaktadır.

Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ile yapılan birçok çalışma, modelin temel dayanağının güçlü olduğunu vurgulamakla birlikte, bazı araştırmalar bu modelin bireylerin teknolojiyi kullanım amacını açıklamada yetersiz kaldığını belirtmektedir. Bu eleştirileri dikkate alan Venkatesh ve Davis (2000), TKM'ye sosyal etkenler olarak adlandırılan yeni değişkenler ekleyerek "Teknoloji Kabul Modeli 2 (TKM 2)"yi oluşturmuşlardır. TKM 2'de, imaj, işe uyum, çıktı kalitesi, sonuç gösterilebilirlik, deneyim ve gönüllülük gibi değişkenler eklenmiş ve subjektif normların klasik modelin boyutlarına olan etkisi açıklanmıştır. Ayrıca, TKM 2 ile, algılanan kullanım kolaylığı belirleyicileri (kontrol, içsel motivasyon

ve duygu) birleştirilerek "Teknoloji Kabul Modeli 3 (TKM 3)" ortaya konmuştur. TKM 3, daha önceki modellerde test edilmemiş üç ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır; algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı arasındaki ilişki, bilgisayar kaygısı ve algılanan kullanım kolaylığı arasındaki ilişki ve algılanan kullanım kolaylığı ile davranışsal niyet arasındaki ilişki (Bayraktar, 2019, s. 58-60; Gedik, 2019, s. 40-41). Bu gelişmeler, teknoloji kabul modellerinin bireylerin teknoloji kullanım niyetlerini ve davranışlarını daha kapsamlı ve etkili bir şekilde açıklamasına olanak sağlamıştır.

Teknolojinin eğitime entegrasyonu, öğretme ve öğrenmeyi iyileştirmede temel bir itici güç olarak kabul edildiğinden, bireylerin teknolojiyi benimseme ve kullanma motivasyonlarının incelenmesi önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda, Planlı Davranış Teorisi (PDT) ve Teknoloji Kabul Modeli (TKM) gibi teoriler, teknolojiyi kullanma niyetini ve davranışını incelemek için yaygın olarak benimsenmiştir. TKM'nin tahmin gücünün PDT'den daha yüksek olduğu bulunmasına rağmen, PDT'nin gelişim süreci için TKM'den daha yararlı bilgiler sağladığı ileri sürülmektedir (Cheng, 2018, s. 1-2). Bahsedilen teoriler, teknoloji kullanımının karmaşıklığını ve bireylerin bu süreçteki kararlarını anlamada önemli bir rol oynamaktadır.

Lisans ve lisansüstü öğrencilerinin bilgi teknolojilerini kullanma niyetleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan tutumlar, davranışsal niyetlerin güçlü bir belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır. Özellikle, öznel normların öğretmen adaylarının bilgisayar kullanma niyetlerini ve üniversite öğrencilerinin web teknolojilerini kullanma niyetlerini etkilediği, algılanan davranışsal kontrolün ise bu teknolojileri kullanma isteği ve niyetini tahmin ettiği gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, niyet ile davranış arasındaki ilişkinin, üniversite öğrencilerinin İngilizce e-öğrenme web sitelerini kullanımında da anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, Teknoloji Kabul Modeli'nin (TKM), Planlı Davranış Teorisi'ne (PDT) kıyasla daha düşük bir belirleyiciliğe sahip olduğu iddiasını çürütmektedir (Cheng, 2018). PDT, gelişmeleri daha spesifik şekilde açıklarken, TKM ise daha uygulanabilir ve pratik bir model olarak öne çıkmaktadır (Mathieson, 1991). PDT, Nedenli Eylem Teorisi'nin (Theory of Reasoned Action) bir uzantısı olarak görülmekte olup, kontrol inancı ve algılanan davranışsal kontrol gibi kavramları

içermektedir (Bahadır, 2018, s. 35-36). Bu teoriler, sosyal bilimlerde teknoloji kabulü ve kullanımı üzerine yapılan araştırmalarda sağlam bir çerçeve sunarak, günümüz dijital ortamlarında bireylerin teknolojiye yönelik tutum ve davranışlarını daha derinlemesine incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Teknoloji kabulü üzerine yapılan araştırmalarda, davranışsal niyeti ölçmek için TKM kullanılırken, PDT, sosyal değişkenlerin tutum üzerindeki etkisini ölçmeye imkân tanımaktadır. PDT, bireylerin teknoloji kullanımına yönelik niyetlerini ve bu niyetleri etkileyebilecek öznel norm ve algılanan davranışsal kontrol gibi değişkenlere odaklanır. TKM ise, genel bir sistem algısını temsil ederek teknoloji kabulüne ilişkin temel bilgileri sunar; ancak ayrıntılı açıklamalara derinlemesine yer vermeyebilir. Bu bağlamda, PDT, teknoloji kabul süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına ve yönlendirilmesine katkı sağlar. Araştırmalar, PDT'nin kullanımıyla bireylerin teknolojiyi nasıl kullanacaklarını ve kabul edeceklerini belirlemeye yönelik çeşitli perspektifler sunmaktadır. PDT, sosyal bilim araştırmacıları arasında, davranışsal niyetin tahmininde ve açıklanmasında en yaygın kullanılan teorilerden biridir (Sujood, Ali, Arwab & Hamid 2023, s. 280-281). Teorilerin her biri, teknoloji kabulü konusunda farklı perspektifler sunarak, bu alandaki bilimsel çalışmalara derinlik kazandırmaktadır.

Yürütülen çalışma kapsamında bireylerin belirli bir davranışı gerçekleştirme niyetlerini anlamak için daha detaylı bir çerçeve sunması nedeniyle Planlı Davranış Teorisi (PDT) tercih edilmiştir. PDT, farklı faktörleri ele alarak teknoloji benimseme sürecini açıklamaktadır. TKM ise, genellikle bireylerin teknolojiyi kabul etme ve kullanma sürecini anlamak için kullanılan bir başka teoridir. **Tablo 2.2**'de Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ve Endüstri 4.0 teknolojileriyle ilgili literatürdeki bulgular özetlenmiştir.

Tablo 2.2: Teknoloji Kabul Modeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırma Konusu	Kaynak
Kullanıcıların algıladıkları kullanılabilirlik ve teknolojik öz yeterliklerinin teknoloji kabulleri üzerindeki temel etkilerini değerlendirmek.	Holden & Rada, 2011.
Teknolojiyi kullanmayı düşünen öğretmen adayları için; TPACK, öğretmen öz yeterliği, algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan kullanışlılık arasındaki yapısal ilişkileri ölçerek, öğretmenlerin teknolojiyi kullanma niyetlerini ölçmek.	Joo, Park & Lim, 2018.
Endüstri 4.0 ve dönüşümleri hakkındaki algıları keşfetmeyi ve teknoloji kabulünün iş öncüllerini belirlemek.	Molino, Cortese & Ghislieri, 2021.
Muhasebe departmanlarında çalışanların bulut bilişim teknoloji uygulamalarını kabul etme ve kullanma konusundaki tutum ve eylemlerini TKM ve PDT çerçevesinde incelemek.	Göl, 2020.
Küçük ve orta ölçekli işletmeler üzerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin faydaları ve uygulamadaki zorluklarla ilgili incelemelerde TKM kullanmak.	Masood & Sonntag, 2020.
Teknolojik Yatkinlık Endeksi ile TKM ilişkilendirilerek Endüstri 4.0'ı oluşturan bileşenlerin insan davranışlarıyla ilişkisini göstermek.	Pamuk, 2019.
Lisansüstü eğitim alan bireylerin, algıladıkları fayda ve algıladıkları kullanım kolaylığına etki eden faktörlerin büyük veri teknolojilerinde gerçekleşen davranışlarına etkisini göstermek.	Rençber, 2019.
Spor Bilimleri öğrencilerinin bakış açılarına göre Endüstri 4.0 ve TKM alt boyutlardan oluşan algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda ve kullanıma yönelik niyetin birbiriyle olan ilişkisini incelemek.	Yaşar & Yücel, 2020.
TKM kullanılarak, öğrenci ve öğretmenlerin sistemi kullanmaya yönelik kabul ve motivasyon düzeylerini etkileyen iki ana değişken olan algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı üzerine odaklanarak Eğitim 4.0'a geçişe katkı sağlamak üzere yeni bir Üniversite 4.0 konsepti geliştirmek.	Gueye & Exposito, 2020.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.5.4. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli

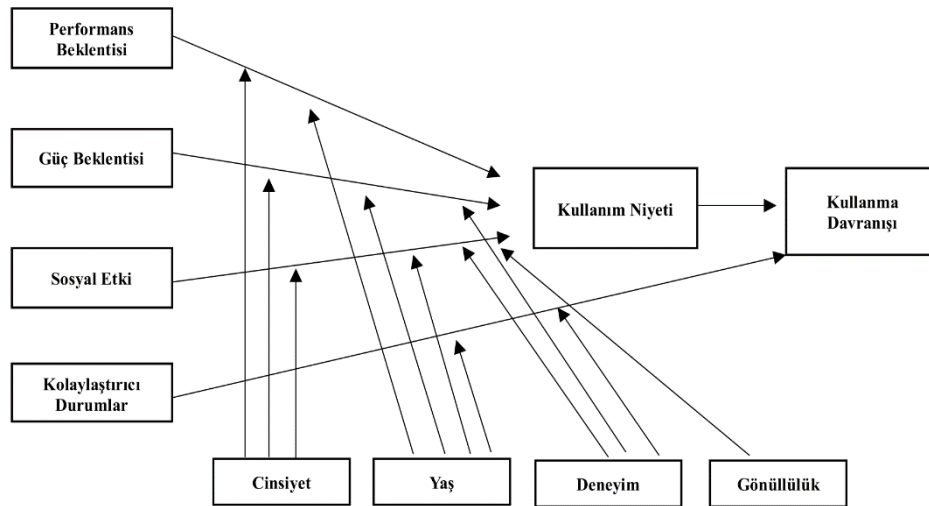
Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli, (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology - UTAUT), performans beklentisi, güç beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar olmak üzere dört temel yapının davranışsal niyet üzerinde doğrudan etkili olduğunu ve bu yapıların cinsiyet, yaş, deneyim ve gönüllülük gibi faktörler tarafından şekillendirildiğini öne sürmektedir (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003). Bu yapıların "gerçek dünya" koşullarında incelenmesi, araştırmacılara ve uygulayıcılara bireylerin belirli bir sistemi kullanma niyetini değerlendirme ve teknoloji kabulü üzerindeki temel etkenleri anlama konusunda önemli katkılar sağlayabilir.

Teori, sekiz teori ve bu teorilerin entegrasyonu yoluyla geliştirilmiştir: Nedenli Eylem Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli (TKM), Motivasyon Modeli, Planlı Davranış Teorisi (PDT), Birleştirilmiş PDT/TKM, Bilgisayar Kullanım Modeli, Yeniliğin Yayılımı Teorisi ve Sosyal Bilişsel Teori. Katkıda bulunan bu

teori ve modellerin tümü, bilgi sistemleri, pazarlama, sosyal psikoloji ve yönetim gibi çeşitli disiplinlerde teknoloji veya yeniliğin benimsenmesi ve yayılmasına ilişkin çok sayıda çalışmada yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003). Model, oluşturulmasından bu yana, kullanıcı niyeti ve davranışına ilişkin ampirik çalışmalar yürüten araştırmacılar tarafından, teknolojinin benimsenmesi ve yayılması araştırmalarında teorik bir mercek olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Williams, Rana & Dwivedi, 2015). Bu bulgular, teknoloji kabulü üzerine yapılan araştırmalarda bu teorilerin ve modellerin önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Modelin amacı, bilgi teknolojisinin kabulüne yönelik dört temel belirleyici (performans beklentisi, güç beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı durumlar) ile davranışsal niyeti açıklamaktır. Ayrıca davranışsal niyet ve teknoloji kullanımını belirleyen koşullar için eklenen düzenleyici değişkenler; cinsiyet, yaş, deneyim ve kullanım gönüllülüğü faktörleri yer almaktadır. Model, yeniliklerin yayılımı ve kabulü hakkında yeni bir bakış açısı getirmiş ve birçok araştırmada kullanım üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkisi araştırılmıştır (Doğru, 2019, s. 13-14). **Şekil 2.4**'te Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli'ne yer verilmiştir.

Şekil 2.4: Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Modeli



Kaynak: Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View. *MIS Quarterly*, p. 447.

PDT, uygulama alanında, teknoloji benimseme süreçlerinde bireylerin niyetlerini anlamak ve teknolojiye karşı tutumlarını değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Diğer yandan, Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım

Modeli (UTAUT), teknolojinin kabulü ve kullanımı ile ilgili faktörleri incelerken demografik özelliklerin de moderatör rolünü göz önünde bulundurur. Uygulama açısından UTAUT, geniş çaplı teknoloji kabulü araştırmalarında yaygın olarak tercih edilmektedir, özellikle işletme sistemleri ve eğitim teknolojileri gibi alanlarda teknoloji kabulünü ve kullanımını anlamak ve tahmin etmek için sıklıkla tercih edilmektedir. Yürütülen çalışmada, PDT, bireylerin davranışsal niyetlerini kapsamlı bir şekilde inceleme imkânı sunmasıyla tercih edilmiştir.

2.5.5. Yeniliğin Yayılması Teorisi

İnovasyon karar süreci, bir bireyin veya karar verme biriminin yenilikle ilgili ilk bilgiden başlayarak, bu yeniliğe yönelik tutum geliştirme, benimseme veya reddetme kararına kadar uzanan bir dizi eylem ve seçimden oluşur. Bu süreç, yeni bir fikri değerlendirmenin yanı sıra, bu fikri uygulamaya dahil etme konusunda karar verme aşamalarını içerir. Ayrıca, inovasyon karar süreci, mevcut seçenekler yerine yeni bir kararı kabul etmenin getirdiği belirsizlikle başa çıkmayı da kapsar (Rogers, 1971, s. 163-164). Bu nedenle, yeniliğe uyum sağlamak, bireylerin karar mekanizmaları için kritik bir rol oynar.

İnovasyon karar sürecinin ilk aşaması, bireyin yeniliğin varlığına maruz kalıp onun nasıl işlediğine dair bilgi edinmesiyle başlar. Bu aşamadan sonra, birey yeniliğe karşı olumlu veya olumsuz bir tutum oluşturmaya başlar ve süreç ikna olarak adlandırılır. Üçüncü aşama olan karar aşamasında, birey yeniliği benimseme veya reddetme yönünde bir seçim yapar. Bu seçimin ardından, birey yeniliği uygulamaya koyar ve bu aşama uygulama olarak tanımlanır. Son aşama olan onay ise, bireyin önceden aldığı yenilik kararını güçlendirme ihtiyacı duyduğu ve yenilikle ilgili çelişkili mesajlarla karşılaştığında önceki kararını yeniden gözden geçirebileceği bir dönemdir (Rogers, 1971, s. 163-164). Bu süreç, yeniliğin topluma entegrasyonunun ve uzun vadeli başarısının temel taşı oluşturmaktadır.

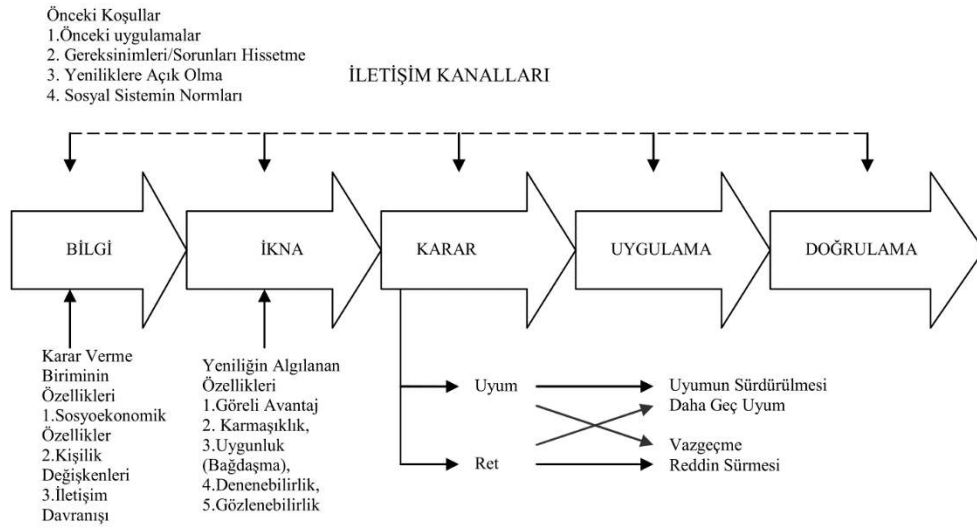
Rogers (1995) teorisinde yeniliği, “birey ya da örgüt tarafından yeni olarak algılanan bir fikir, uygulama ya da nesne” olarak tanımlamaktadır. Rogers, bir yeniliğin önceden tamamen bilinmeyen veya tanınmayan bir kavram ya da tasarım olması gerektiğini vurgulamaktadır. Yenilik, birey ya da örgüt için yeni bir ürün, teknoloji, bakış açısı veya çözüm yolu olabilir. Yayılma ise, yeniliğin bir

sosyal sistemin üyeleri arasında belirli kanallar aracılığıyla zaman içinde iletilmesi sürecidir. Rogers (1995), yayılmanın dört ana ögesini yenilik, iletişim kanalları, zaman ve sosyal sistem olarak tanımlamaktadır (Demir, 2006, s. 368). Bu unsurlar, yeniliklerin kabul edilmesi ve benimsenmesi sürecinde kritik öneme sahiptir.

Yeniliklerin evrensel olarak tanımlanması için standart bir sınıflandırma şeması oluşturulmuştur. Bu şema, yeniliklerin beş farklı özelliğini açıklamaktadır; göreceli fayda, uyumluluk, sadelik-karmaşıklık, denenebilirlik ve gözlenebilirlik. Endüstriyel sektörlerde, bu kavramlar genellikle verimliliği artırmak için kullanılır. Sağlık sektöründe ise teknolojik yeniliklerin artan önemi örnek olarak gösterilebilir. Teknolojik inovasyonların temel amacı, topluma verimlilik, erişilebilirlik, rahatlık ve konfor sağlamaktır (Korkmaz, Arıkan & Kurumlu, 2021, s. 95). Bu bağlamda, teknolojik inovasyonların topluma sağladığı faydalar, yalnızca ekonomik verimlilikle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda sosyal refah ve yaşam kalitesinin artırılmasına da önemli katkılar sunmaktadır.

Yeniliğin Yayılması Teorisi, (Innovation Diffusion Theory- IDT), bireylerin tüketim davranışlarını ve çeşitli öğretim teknolojilerinin benimsenmesini açıklamak için kullanılmaktadır. Bu teori; bilgi teknolojileri, e-devlet hizmetleri, öğretmenlerin bilgisayar teknolojilerine uyumu, tıp eğitiminde öğretim teknolojileri, teknolojik ürünler, VCD filmler, internetten ders kaydı, cep telefonu kullanımı ve çevrim içi seyahat alışverişi gibi çeşitli yeniliklere uyumu incelemek için uygulanmıştır (Tosuntaş & Çubukçu, 2019, s. 5-6). Bu özellikler, yeniliklerin kabul edilme sürecini ve toplumda benimsenme derecesini anlamak için önemli bir çerçeve sunmaktadır. **Şekil 2.5**'te Difüzyon Teorisi olarak da geçen Yeniliklerin Yayılması Modeli yer almaktadır.

Şekil 2.5: Yeniliğin Yayılması Modeli



Kaynak: Demir, K. (2006). Rogers'ın Yeniliğin Yayılması Teorisi ve İnternette Ders Kaydı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 47(47), s. 369.

Yeniliğin Yayılması Teorisi, yeniliklerin toplum içinde nasıl yayıldığını ve benimsendiğini açıklamaya odaklanmaktadır. Planlı Davranış Teorisi ise, belirli bir yeniliği kabul etme veya reddetme sürecini açıklamak için daha kapsamlı bir model sunar. PDT, bireylerin niyetlerinin ve bu niyetlerin arkasındaki faktörlerin, yeniliği benimseme sürecinde nasıl rol oynadığını anlamak, yenilikçi davranışları teşvik etmek veya yönlendirmek için daha doğrudan bir yaklaşım sağlar. Bu nedenle çalışma kapsamında belirli bir yeniliğin benimsenmesini veya kabul edilmesini anlamak için Planlı Davranış Teorisi tercih edilmiştir.

2.5.6. Sosyal-Bilişsel Teori

İnsan öğrenimine yönelik çoğu psikolojik yaklaşım, öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini anlamak için bireyin iç dünyasına odaklanır. Buna karşın, sosyal öğrenme yaklaşımı, davranış değişikliğini açıklamak amacıyla bireyin dışındaki kişilerle yapılan bilgi alışverişine odaklanır. Sosyal öğrenmenin temel fikri Stanford Üniversitesi'nden Profesör Albert Bandura'ya aittir (Bandura, 2001). Sosyal Öğrenme Teorisi, bir bireyin diğerinden gözlemsel modelleme yoluyla öğrenmesidir; yani kişi bir başkasının ne yaptığını gözlemlemekte ve ardından benzer bir şey yapmaktadır.

Teorinin temel bakış açısı, bireyin diğer insanların aktivitelerini gözlemleyerek öğrenebileceği, dolayısıyla bireyin davranışının modelden

etkilenmesi için aslında sözlü bilgi alışverişi deneyimlemesine gerek olmadığıdır. Bu nedenle, sözsüz iletişimin davranış değişikliğinde (sözlü iletişimin yanı sıra) önemli olduğu düşünülmektedir. Sosyal Öğrenme Teorisi, bireyin dış faktörlerini davranış değişikliğinde önemli olarak kabul ettiğinden, esas olarak sosyaldır ve iletişimi, bireyin psikolojik yapısının yanı sıra değişime neden olarak görür. Birey, yeni bir davranışı başka bir bireyi bizzat gözlemleyerek veya kitle iletişim araçları (özellikle televizyon, film gibi görsel medya) aracılığıyla öğrenebilir. Sosyal modelleme, kişiler arası ağlarda veya kişinin tanımadığı bir kişi tarafından halka açık bir şekilde sergilenmesiyle gerçekleşebilir (Rogers, 1971, s. 304-305). Bu süreç, bireyin sosyal çevresindeki gözlemler ve etkileşimler yoluyla yeni davranışları içselleştirmesini sağlar.

Bandura'ya göre, ilk dönem psikolojik teoriler, insan davranışının çevresel uyaranlar tarafından otomatik ve mekanik bir şekilde şekillendiğini savunurken, bilgisayarın gelişimiyle birlikte bilişsel süreçler, dijital bir bilgisayar modeline benzetilmeye başlanmıştır. Yeni teoriler, insan beyninin işleyişini daha iyi yansıtmak amacıyla, etkileşimli ve çoklu işlemler gerçekleştirebilen dinamik hesaplamalı modeller geliştirmiştir. İşlevsel bir bilinç, eylem planlarının seçilmesi, oluşturulması ve değerlendirilmesi için bilgiye erişim ve bilinçli işleme gerektirir. Bu şekilde, faaliyetlerin ve hedeflerin anlamsal temsilleri bilinçli olarak harekete geçirilir (Bandura, 2001). Kuram, "edimsel koşullanma" ve "model alma ve taklit" olmak üzere iki temel öğrenme sürecini içerir. Edimsel koşullanma, Skinner'ın tanımına göre ödül veya ceza yoluyla davranışın güçlendirilmesi ya da zayıflatılmasıdır. Model alma ve taklit ise, bireylerin gözlemleyerek öğrendikleri davranışları başkalarını taklit ederek sergilemeleridir (Tatlıoğlu, 2021, s. 23). Bu iki aşama, bireylerin çevrelerinden öğrenme ve davranışlarını şekillendirme yollarını açıklar.

Sosyal-Bilişsel Teori (Social Cognitive Theory- SCT), Sosyal Öğrenme Teorisi'nin literatürde geçen daha geniş ve modern adlandırmasıdır. Yirminci yüzyılın sonunda geliştirilmiş ve bu tarihten itibaren kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Teori, öğrenmenin içsel bir süreç olduğunu ve öz yeterlik, bilgi işleme, problem çözme, analiz, tahmin ve duygusal süreçler gibi çeşitli bilişsel faaliyetlerden oluştuğunu vurgulamaktadır. Araştırmalar, bilişsel öğrenme sürecinin bilgisayar gibi

bir model izlediğini göstermektedir; süreç veri girişi ile başlamakta ve nihai sonuca ulaşmaktadır. Teori, insanların medya veya diğer bireyler aracılığıyla gözlemledikleri davranışları nasıl ve neden taklit etme eğiliminde olduklarına odaklanarak, insan davranışlarını anlamak, tahmin etmek ve etkilemek için bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle, doğrudan deneyimleme yerine gözlem yoluyla öğrenme kapasitesinin önemini vurgular. Ayrıca, bu teori, Gözlemsel Öğrenme Teorisi olarak bilinmektedir. İnsanların gözlemledikleri davranışları anlama, hatırlama ve taklit etme yetenekleri, aracılık eden modellerle kimlik oluşturma, taklit edilmesini etkileyen çeşitli koşullar ve durumlar gibi faktörlere dayanmaktadır (Handoko, Lindawati & Mustapha, 2021, s. 133). Sosyal Bilişsel Teori, insan davranışlarının karmaşıklığını anlamak ve bilişsel süreçlerin bu davranışları nasıl etkilediğini incelemek için önemli bir araç sağlar.

Sosyal Bilişsel Teori, öğrenmenin dolaylı bir süreç olduğunu vurgular. Bu süreç, belirli örüntülerden oluşur (Bandura, 1977, s. 17-22). **Dolaylı pekiştirme**, bireyin kendi davranışından ziyade gözlemlediği modelin davranışını pekiştirmesiyle gerçekleşir. Modelin ödüllendirilmesi, gözlemcinin bu davranışı daha hızlı ve sık taklit etme eğilimini artırarak edinimi kolaylaştırır; dolayısıyla modelin rolü kritik öneme sahiptir. **Dolaylı ceza** ise, modelin davranışının cezalandırılması yoluyla gözlemcinin o davranışı yapmaktan kaçınmasına neden olur. Modelin olumsuz davranışları cezalandırıldığında, gözlemci bu durumu dikkate alarak o davranışı öğrenmekten kaçınır. **Dolaylı duygu**, gözlemlenen modelin duygularının gözlemci tarafından hissedilmesidir; bu sayede kişi, başkalarını izleyerek korku, endişe, sevgi gibi birçok duyguyu dolaylı olarak yaşayabilir. **Dolaylı güdülenme** ise, bireyin gözlemlediği davranışı yapma isteği duyması ve bunu gerçekleştirebileceğine inanmasıdır. Gözlenen davranışlar ve modelin elde ettiği kazanımlar, bireyi benzer davranışları edinmeye yönlendirir (Tatlıoğlu, 2021, s. 24). Bu bağlamda, model; öz yeterlilik, kaygı ve kişisel sonuç beklentileri gibi yapıları kullanarak bilgi teknolojisi kullanımını değerlendirmeye entegre edilmiştir.

Sosyal-Bilişsel Teori ve Planlı Davranış Teorisi, davranışları açıklamak ve değiştirmek konusunda farklı perspektifler sunmaktadır. Her iki teori de davranış değişikliğini anlamak ve yönlendirmek için önemli araçlar sağlamaktadır. Sosyal-Bilişsel Teori, davranışların sosyal etkileşimler bağlamında ele alınmasına

odaklanırken, Planlı Davranış Teorisi, davranışın niyet ve planlama süreçlerini temel almaktadır. **Tablo 2.3**'te Sosyal Bilişsel Teori ve Endüstri 4.0 teknolojileriyle ilgili literatürdeki bulgular özetlenmiştir.

Tablo 2.3: Sosyal Öğrenme Teorisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırma Konusu	Kaynak
Bandura'nın Sosyal Bilişsel Teorisi'nin bir alt kümesi olan öz yeterlik kavramına dayalı olarak, öğrencilerin öz yeterliği ve Eğitim 4.0'a hazır bulunmalarını incelemek.	Uei & Shing, 2021.
Endüstri 4.0 dönüşümünde yaşanan zorluklar çerçevesinde, Sosyal Bilişsel Teori temel alınarak ABD'deki gıda yöneticileri için bu dönüşümün endüstriler ve bireysel kuruluşlar üzerindeki etkilerini incelemek.	Hackney, 2021.
Yüksek nitelikli öğretmenlerin Endüstri 4.0'ın mevcut akışıyla güncel gereksinimlere göre nasıl baş edebileceklerinin öz yeterlik çerçevesinde incelemek.	Ismail, 2020.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.5.7. Motivasyon Teorisi

Motivasyon, bireylerin davranışlarını başlatma, yönlendirme ve sürdürme süreçlerini anlamak için kritik bir kavramdır ve akademik alanda geniş bir ilgi uyandırmaktadır. Motivasyon, çalışanları kurumun amaçlarına ulaştırmak için gerçekleştirilen eylemler ve çalışmalar olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle, motivasyon, belirli bir davranışı tetikleyen etki veya güdüdür (Ulukuş, 2024). Kurumsal bağlamda, liderlerin, çalışanları belirli bir yönde çalışmaya ikna etme yeteneği, motive etme kapasitesini gösterir; ancak her çalışanın farklı ihtiyaçları ve kişilik özellikleri olduğundan, motivasyon faktörleri kişiye özel yöntemlerle ele alınmalıdır. Motivasyon, bireylerin davranışlarını başlatma, yönlendirme ve sürdürme süreçlerini anlamak için kritik bir kavram olup, Motivasyon Teorisi/Modeli (Motivational Model- MM), içsel ve dışsal etkenlerin etkileşimini inceleyerek bireylerin hedeflerine ulaşma çabalarını şekillendirir. Bu teoriler, iş dünyasından eğitim sistemlerine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir (Seker, 2015). Dolayısıyla, motivasyonun dinamiklerini derinlemesine incelemek, etkili stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Motivasyon teorileri, bireylerin davranışlarını başlatma, yönlendirme ve sürdürme süreçlerini anlamak için farklı yaklaşımlar sunar. İçsel faktörler, bireyin kişisel hedefleri ve değerleri gibi kaynakları temsil ederken; dışsal faktörler ödül-ceza

sistemleri ve sosyal normlar gibi motivasyon kaynaklarını kapsar. Teoriler genel olarak iki gruba ayrılır: Kapsam ve Süreç Teorileri. Kapsam Teorileri, içsel motivasyonu anlamaya yönelik yaklaşımları içerirken; Süreç Teorileri, bireylerin nasıl motive olduklarını ve hangi süreçlerin bu motivasyonu etkilediğini ele alır. Kapsam Teorileri arasında Maslow'un İhtiyaç-Hiyerarşisi, McClelland'ın Başarma İhtiyacı Teorisi, Herzberg'in Çift Faktör Teorisi ve Alderfer'in ERG Yaklaşımı yer alır. Süreç Teorileri ise Amaç Teorisi, Beklenti Teorileri, Davranış Şartlandırma ve Eşitlik Teorileri gibi yaklaşımlar sunmaktadır (Bayrakçı, Oktay, Samancı & Canpolat, 2021, s. 682-683). Bu teoriler, bireylerin motivasyonlarını anlamak ve organizasyonel başarıyı artırmak için önemli bir rehber sunar.

Teknoloji kabulünde Davis, Bagozzi ve Warshaw (1992), dışsal ve içsel motivasyonların önemine vurgu yapar. Dışsal motivasyon, teknolojinin faydalı olduğu algısı ve finansal ödüllerle ilişkilidir; içsel motivasyon ise kullanım memnuniyeti ile ilgilidir. Araştırmalar, teknoloji kullanımının iş performansını artırdığını ve kullanımın keyif verici algısının bu durumu olumlu etkilediğini göstermektedir. Venkatesh, Speier ve Morris (2002), bütünleşmiş bir TKM geliştirmiştir (Al-Tarawneh, 2019, s. 847-848). Bu teorilerin incelenmesi, bireylerin ve organizasyonların motivasyon stratejilerini geliştirmelerine önemli katkılar sağlamaktadır.

Motivasyon teorileri, motivasyonun genel dinamiklerini ve bireylerin davranışlarını neden sergilediklerini açıklamak için geniş bir çerçeve sunarken, PDT ise belirli davranışların neden ve nasıl gerçekleştirildiğini anlamak ve bu davranışları öngörmek için daha odaklanmış bir yaklaşım sunar. PDT, bireylerin niyet oluşturma süreçlerini detaylı olarak ele alır ve bu niyetlerin davranışa dönüşme sürecini yönlendirmek için sistemli stratejiler geliştirir. **Tablo 2.4**'te Motivasyon Teorisi ve Endüstri 4.0 teknolojileriyle ilgili literatürdeki bulgular özetlenmiştir.

Tablo 2.4: Motivasyon Teorisi ile İlgili Çalışmalar

Araştırmanın Konusu	Kaynak
Eğitimin dijital dönüşümü sürecinde öğrencilerin akademik motivasyonunun incelenmesi.	Pulyaeva, Gibadullin, Zerki, & Eismunt, 2020.
Endüstri 4.0 uygulayan şirketlerde, üretim planlama ve organizasyon süreçlerinde yer alan esnek çalışanların motivasyonunu etkileyen parametreler ve oryantasyon stratejilerinin incelenmesi.	Nwaiwu, Duduci, Chromjakova & Otekhile, 2016.
Sanayileşmenin tarihi, çalışma koşulları ve davranış biliminin gelişimi incelenerek, Endüstri 4.0 çerçevesinde iş motivasyonu alanında gelecek araştırmalara öneriler sunulması.	Tan & Rajah, 2019.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

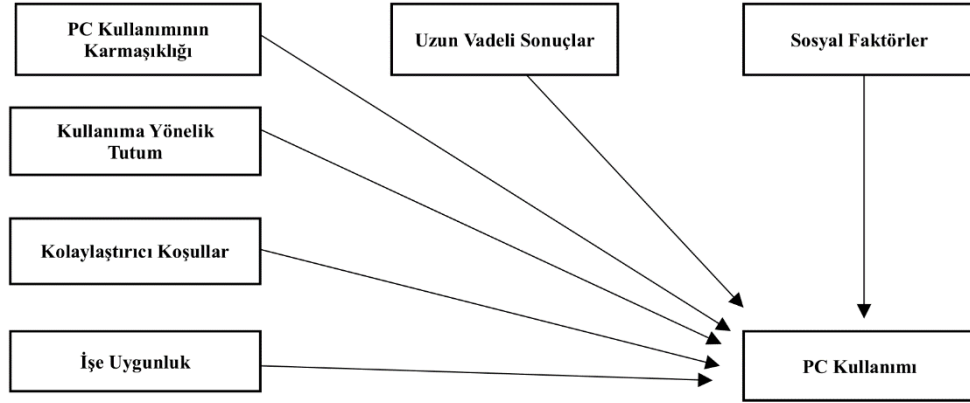
2.5.8. Bilgisayar Kullanım Teorisi

Triandis, 1977 yılında tutumun bilişsel ve duygusal bileşenlerini ayıran bir tutum ve davranış teorisi geliştirmiştir. Bu teoriye göre, bireylerin davranışları; ne yapmak istediklerine (tutum), ne yapmaları gerektiğine dair düşüncelerine (sosyal normlar), genel olarak gerçekleştirdikleri eylemlere (alışkanlıklar) ve davranışlarının beklenen sonuçlarına dayanmaktadır. 1991 yılında Thompson ve ekibi, bu modeli kişisel bilgisayar kullanımını tahmin etmek amacıyla yeniden yapılandırmışlardır. Thompson, Triandis'in modeline ek olarak, işe uygunluk, karmaşıklık, uzun vadeli sonuçlar, kullanıma yönelik etki, sosyal faktörler ve kolaylaştırıcı koşullar gibi ek bileşenler dahil etmiştir. Bu teori, bilgi teknolojisinin kabulü ve kullanımını keşfetmede uyarlanabilir bir model olarak öne çıkmakta, ancak niyetler yerine kullanım davranışına odaklanmaktadır (Hewavitharana, Nanayakkara, Perera & Perera, 2021, s. 6). Sonuç olarak, bu model, sosyal faktörleri, karmaşıklığı, işe uygunluğu, uzun vadeli sonuçları, kullanıma yönelik etkiyi ve kolaylaştırıcı koşulları incelemektedir.

Bilgisayar Kullanım Teorisi (Model of PC Utilization - PCU), kullanıcının tercihiyle ilgili olarak bilgisayar kullanımını ele almakta ve bu kullanımın çeşitli faktörlerden etkilendiğini öne sürmektedir (Hewavitharana, Nanayakkara, Perera, & Perera, 2021, s. 6). Teori, bilgisayar kullanımının karmaşıklığı ve sosyal faktörler gibi çeşitli etmenleri içeren karmaşık bir yapıya sahiptir. Model, bir bilgi çalışanı tarafından isteğe bağlı bir kullanım ortamında bilgisayar kullanımının; bireyin bilgisayar kullanmaya yönelik duygularından (etkilerinden), iş yerindeki bilgisayar kullanımına ilişkin sosyal normlardan, bilgisayar kullanımıyla ilgili

alışkanlıklardan ve bireyin kişisel davranışlarından etkileneceğini ifade etmektedir (Thompson, Higgins & Howell, 1991, s. 126). **Şekil 2.6**'da Bilgisayar Kullanım Modeli yer almaktadır.

Şekil 2.6: Bilgisayar Kullanım Modeli



Kaynak: Al-Tarawneh, J. M. (2019). Technology Acceptance Models and Adoption of Innovations: A Literature Review. *International Journal of Scientific Research*, 9(8), p. 847.

Teori, duygulanım, kolaylaştırıcı koşullar, kullanımın uzun vadeli sonuçları, algılanan sonuçlar, sosyal etkiler, karmaşıklık ve işe uygunluk gibi faktörlerin davranış üzerindeki etkilerini doğrudan ele almaktadır. Araştırmalar, işe uygunluk, sosyal faktörler, uzun vadeli sonuçlar ve karmaşıklığın bilgisayar kullanımını güçlü bir şekilde etkilediğini ortaya koymuştur; ancak kolaylaştırıcı koşullar ve duygulanımın bilgisayar kullanımı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Alışkanlıklar, davranışın güçlü bir belirleyicisi olmasına rağmen, modelin dışında bırakılmıştır (Taherdoost, 2018, s. 965). Bu model, kişisel bilgisayar kullanımını etkileyen faktörleri daha kapsamlı bir şekilde anlamak amacıyla kullanılmakta olup, bireylerin bilgisayar kullanım davranışlarını öngörmede önemli bir araçtır. Özellikle eğitim, iş dünyası ve kişisel gelişim gibi alanlarda, bireylerin bilgisayar kullanımıyla ilgili davranışlarını analiz etmek için yararlıdır. Bilgisayar Kullanımı Teorisi yerine Planlı Davranış Teorisi'nin sistemli ve ölçülebilir yaklaşımı, yapılan çalışmanın amacına uygunluğu, daha derinlemesine analiz imkânı ve sonuçların genellenebilirliği açısından avantaj sunmaktadır. Bu nedenle, yürütülen çalışmada, Planlı Davranış Teorisi tercih edilmiştir.

2.5.9. Aktivite Teorisi

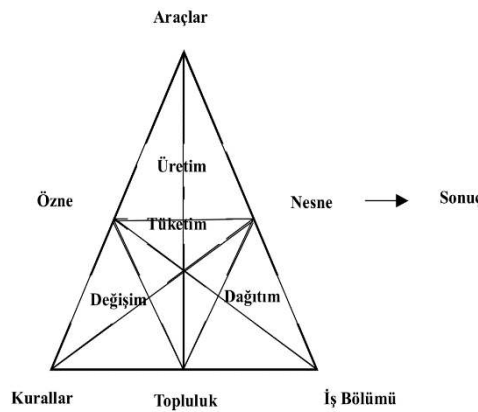
Modern psikolojide, zihinsel süreçlerin anlaşılabilmesi için bireylerin izole yaşamlarından ziyade sosyal yaşamlarının derinlemesine incelenmesi gerektiği savunulmaktadır. Bu yaklaşım, zihinsel süreçlerin kültürel, tarihsel ve kurumsal bağlamlarla nasıl ilişkili olduğunu anlamayı amaçlar. Teorinin kökenleri, 1920'ler ve 1930'larda Vygotsky tarafından başlatılan ve daha sonra Leontyev ve Luria tarafından geliştirilen Sovyet dönemi psikolojisi araştırmalarına dayanmaktadır. Aktivite Teorisi (Activity Theory- AT), bireylerin sosyal çevreleriyle etkileşimlerinin, hem kolektif insan aktiviteleri hem de bireysel zihinsel süreçler üzerindeki etkisini vurgular. Bu teori, insan etkinliğini, çocuk gelişimi, öğrenme, iş analizi ve örgütsel öğrenme gibi çeşitli durumlara uygulanan genel bir kavram olarak ele alır (Prenekert, 2006, s. 473-475). Bu yaklaşım, bireylerin sosyal etkileşimlerinin zihinsel süreçleri nasıl şekillendirdiğinin anlaşılmasına olanak tanır, bu da psikolojinin daha derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlar.

Kültürel-Tarihsel Aktivite Teorisi (CHAT), genellikle Leontiev'in Aktivite Teorisi (L-CHAT) ve Engeström'ün Aktivite Teorisi (E-CHAT) olarak adlandırılmaktadır. CHAT, Aktivite Teorisi içinde özel bir odak noktası sunar. Bu iki yaklaşım, bireylerin etkinliklerinin kültürel, tarihsel ve sosyal bağlamlar içinde nasıl anlam kazandığını açıklamaya yönelik ortak bir teorik zemin paylaşır. L-CHAT ve E-CHAT, farklı teorik yönelimlere ve uygulamalara sahip olmalarına rağmen, sıklıkla aynı teori olarak kabul edilmektedir; bu durum, söz konusu çerçevelerin anlaşılmasında karışıklığa yol açabilir. Teori, son yıllarda eğitimde önemli bir çerçeve olarak öne çıkmakta ve sağlık hizmetleri, tıp eğitimi, hukuk uygulamaları, değişim yönetimi, eğitim reformu, teknoloji yeniliği ile öğretmen eğitimi ve gelişimi gibi çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. CHAT, tamamlanmamış bir teori olarak kabul edildiğinden, daha fazla teorik ve ampirik araştırma gerekmektedir (Cong-Lem, 2022). Bu bağlamda, CHAT'in daha geniş bir uygulama yelpazesi ve derinlemesine araştırma fırsatları sunduğu söylenebilir.

Engeström'un Aktivite Sistemleri Modeli, insan faaliyetlerini anlamak için kullanılan kapsamlı bir çerçevedir. Model, faaliyeti bir üçgen şeklinde tasvir ederek özne (faaliyeti gerçekleştiren birey veya grup), nesne (hedef veya problem) ve

araçlar (kullanılan fiziksel veya kavramsal araçlar) arasındaki etkileşimi vurgular. Bu temel unsurların etkileşimi, bir sonuç veya ürün ortaya çıkarır. Model, bireysel etkileşimlerin ötesine geçerek toplum (aynı nesne üzerinde çalışan grup), kurallar (normlar ve değerler) ve iş bölümü (sorumlulukların paylaşımı) gibi sosyal bileşenleri de kapsar. Aktivite Teorisi, teknoloji entegrasyonunu sosyal eylemlere aracılık eden araçlar (aletler, dil, makineler, bilgisayarlar) üzerinden ele alır. Birey ile çevre arasındaki etkileşim, topluluk, kurallar ve iş bölümü aracılığıyla şekillenir ve aktivitelerin toplumsal yapılar üzerindeki etkisi vurgulanır. Daha geniş bir çerçevede, üretim, dağıtım, değişim ve tüketim gibi süreçlerden oluşan alt üçgenlere ayrılabilir. Bu model, faaliyetlerin ve bu faaliyetlerdeki ilişkilerin karmaşıklığını açıklamak için kullanılır (Prekert, 2006, s. 473-475; Hashim & Jones, 2007). **Şekil 2.7'**de Aktivite Teorisi Modeli yer almaktadır.

Şekil 2.7: Aktivite Teorisi Modeli



Kaynak: Prekert, F. (2006). A Theory of Organizing Informed by Activity Theory: the Locus of Paradox, Sources of Change, and Challenge to Management. *Journal of Organizational Change Management*, 19(4), p. 474.

Aktivite Teorisi, üç aşamadan oluşan bir gelişim sürecine sahiptir. **Birinci nesil aktivite teorisi**, öğrenmenin aracılığını vurgulayarak öznelerin doğrudan nesneyle değil, yalnızca ortamda bulunan araçlarla (semboller, dil, müzik vb.) anlam inşa ettiklerini savunur. **İkinci nesil aktivite teorisinde**, üçgen modelde, "özne", "araç" ve "nesne" temel; "topluluk", "kurallar" ve "iş bölümü" ikincil unsurlar olarak tanımlanır. Model, birey ve toplum etkileşimini vurgularken, faaliyet sistemindeki çelişkilerin değişimi teşvik ettiğini savunur; ancak kültürel çeşitlilik ve diyaloga yeterince yer verilmemesi eleştirilir. **Üçüncü nesil aktivite**

teorisi, çoklu aktivite sistemleri arasındaki etkileşime odaklanarak, paylaşılan bir nesnenin oluşturulmasına vurgu yapar. Bu süreçte, öğrenme sırasında hedeflerin ve motivasyonların müzakere edilmesi ve dönüştürülmesi önemlidir. Aktivite Teorisi, üç nesil boyunca gelişerek etkileşimlerin, sistemin gelişimindeki kritik rolünü giderek daha fazla vurgulamıştır (Ni, Ya & Jing, 2020, s. 220-221). Böylece öğrenme ortamları daha etkili tasarlanabilir.

Son dönemde teknoloji kabul modelleri, kullanıcıların teknolojiyi benimsemelerini ve kullanmalarını açıklamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknoloji kullanımını anlamak için farklı bir çerçeve sunabilecek teorik yaklaşımlardan biri olarak Etkinlik Teorisi kullanılabilir. Literatürde sınırlı bulunan Etkinlik Teorisi, yeni bir bakış açısı sunarak kullanıcıların teknolojiyi kabul süreçlerini zenginleştirebilir ve genişletebilir. **Tablo 2.5**'te Etkinlik Teorisi ve Endüstri 4.0 ile ilişkilendirilen çalışmalar yer almaktadır.

Tablo 2.5: Aktivite Teorisi Kullanılarak Yapılan Literatür Çalışmaları

Araştırmanın Amacı	Kaynak
Organizasyonel uygulamalardaki sorunları analiz etmek için Etkinlik Sistemleri Modeli'nin yönetsel ve analitik potansiyelini göstermek ve bilgi sistemlerinin neden başarısız olduğunu açıklamak.	Prenekert, 2006.
Etkinlik Teorisi'ne dayalı gelişmiş bir analiz çerçevesi kullanarak 2006 ve 2017 yılları arasında yayımlanan 134 teknoloji destekli ekran değerlendirme çalışmasını sistematik bir şekilde gözden geçirmek.	Zheng, Chen, Cui & Zhang, 2019.
Aktivite Teorisi Modeli'ni kullanarak STEM öğrencileri üzerinde araştırma yürütmek.	Gyasi, Zheng & Zhou, 2021.

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında PDT'nin tercih edilmesinin temel nedeni, teorinin bireylerin davranışlarını önceden belirleyebilen niyetler ve bu niyetlerin oluşumunu etkileyen değişkenlerle açıklayabilmesidir. Dijital dönüşüm bağlamında bu unsurlar, organizasyonların ve bireylerin dijital teknolojileri kabul etme ve kullanma niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemek için kritik öneme sahiptir. Süreç içinde, yeni teknolojilerin benimsenmesi ve etkin kullanımı, organizasyonların rekabetçi kalabilmesi için hayati önem taşımaktadır. PDT'nin sağladığı çerçeve, süreçte karşılaşılan direnç noktalarını ve tetikleyicileri anlamaya yardımcı olur, böylece dijital dönüşüm stratejileri daha etkili bir şekilde planlanabilir ve

uygulanabilir. Dolayısıyla, teknoloji kabul modelleri, dijital dönüşüm sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine katkıda bulunur.



3. PLANLI DAVRANIŞ TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0'I KABUL VE BENİMSEME NİYETLERİNİN TEKNOLOJİK ÖZ YETERLİK VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM FARKINDALIKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Katkısı

Endüstri 4.0, sanayi ve iş dünyasında derin bir dönüşüm sürecini temsil etmektedir. Küresel rekabetin artması, hızla gelişen teknoloji ve değişen tüketici talepleri, işletmeleri mevcut iş modellerini ve üretim süreçlerini yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır. Endüstri 4.0, yapay zekâ, büyük veri analitiği, nesnelerin interneti ve otomasyon gibi yenilikçi teknolojilerle bu dönüşümü desteklemekte ve işletmelerin rekabetçi kalmasını sağlamaktadır (Vereycken, Ramioul, Desiere & Bal, 2021, s. 1018). Bu çerçevede, daha esnek üretim süreçleri, kişiselleştirilmiş ürünler ve müşteri odaklı hizmetler öne çıkmaktadır; ancak teknolojik altyapı yetersizliği, yetenek eksikliği ve veri güvenliği gibi zorluklar sürecin önündeki engeller arasındadır.

Endüstri 4.0'ın sunduğu dönüşüm sürecinin başarısı, işletmelerin sadece teknolojik yeniliklere uyum sağlamalarıyla değil, aynı zamanda insan kaynaklarını etkili bir şekilde yönetmeleriyle de doğrudan ilişkilidir. Çalışanların, yeni teknolojilere uyum sağlaması ve gerekli becerileri kazanması için sürekli eğitim ve gelişim fırsatları sunulması gerekmektedir. Ayrıca, organizasyonel kültürün değişimi, ekip çalışması ve inovasyonu teşvik eden bir ortam yaratılması, Endüstri 4.0'ın sunduğu potansiyelin en üst düzeye çıkarılmasına katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla, işletmelerin bu süreçte hem teknolojik altyapılarını güçlendirmeleri hem de insan faktörünü göz önünde bulundurarak stratejilerini belirlemeleri kritik bir öneme sahiptir.

Endüstri 4.0'ın etkileri, işletmelerle sınırlı kalmayıp üniversite öğrencileri, akademik ortamlar ve toplumsal yapılar üzerinde de önemli değişimler yaratmaktadır. Uluslararası rekabetin ve teknolojik gelişmelerin hız kazandığı bu

dinamik ortamda, öğrencilerin eğitim ve kariyer planlarını şekillendirecek yeni beceriler edinmeleri zorunlu hale gelmiştir. Bu doğrultuda, üniversitelerin müfredatlarını güncelleyerek öğrencilere Endüstri 4.0'ın gerektirdiği yetkinlikleri kazandırmaları ve staj ile iş birliği programları yoluyla pratik deneyim sunmaları büyük önem taşımaktadır. Böylece, öğrencilerin mezuniyet sonrası iş dünyasına daha donanımlı bir şekilde hazırlanmaları ve Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları değerlendirebilmeleri beklenmektedir.

Dijital dönüşüm sürecinde, eğitim alanında kazanılması gereken yeni becerilerin yanı sıra, Planlı Davranış Teorisi (PDT) gibi teorik çerçevelerin de kritik bir rol oynadığı görülmektedir. PDT, Nedenli Eylem Teorisi'nin geliştirilmiş bir versiyonu olarak, bireylerin davranışlarının yalnızca iradi kontrol altında olmadığını ileri sürmektedir. Teori, bireylerin davranışlarının çeşitli faktörler tarafından kontrol edildiğini ve bu davranışların belirli nedenlerden kaynaklandığını savunmaktadır (Şahin, Söylemez & Koç, 2016, s. 452). PDT, bireylerin davranışsal niyetlerini ölçme ve organizasyonel değişim süreçlerini sistematik bir şekilde ele alma konusunda önemli bir araçtır. Organizasyonların hedeflerine ulaşmaları için stratejik bir yaklaşım sunan bu teori, liderlik, motivasyon, iletişim ve stratejik yönetim gibi temel unsurlarla entegre olarak organizasyonel başarının artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın iş dünyasındaki artan önemi, PDT'nin teknolojiye yönelik niyetleri anlamak ve adaptasyon stratejileri geliştirmek açısından önemini artırmaktadır. Bu nedenle, PDT, teknoloji kullanımını benimseme ve adaptasyon süreçlerini anlamada kritik bir araçtır. Böylece, Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde, bireylerin teknolojiye yönelik niyetlerini belirleyerek etkin stratejiler geliştirmek mümkün olacaktır.

Endüstri 4.0, işletmelere ve devletlere büyük bir dönüşüm fırsatı sunmaktadır. Bu fırsatlardan en iyi şekilde yararlanabilmek için, şirket ve devletlerin sadece teknolojiyi benimsemekle kalmayıp, aynı zamanda iş süreçlerini, organizasyonel yapılarını ve kültürlerini de dönüştürmeleri gerekmektedir (Bettioli, Capestro, De Marchi, Di Maria & Sedita, 2020, s. 14). Yürütülen çalışma, Türkiye'nin Endüstri 4.0 dönüşüm sürecine uyum sağlama kapasitesini değerlendirmek amacıyla Planlı Davranış Teorisi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Üniversite öğrencilerine gerekli yetkinliklerin kazandırılması ve bu sürecin nasıl

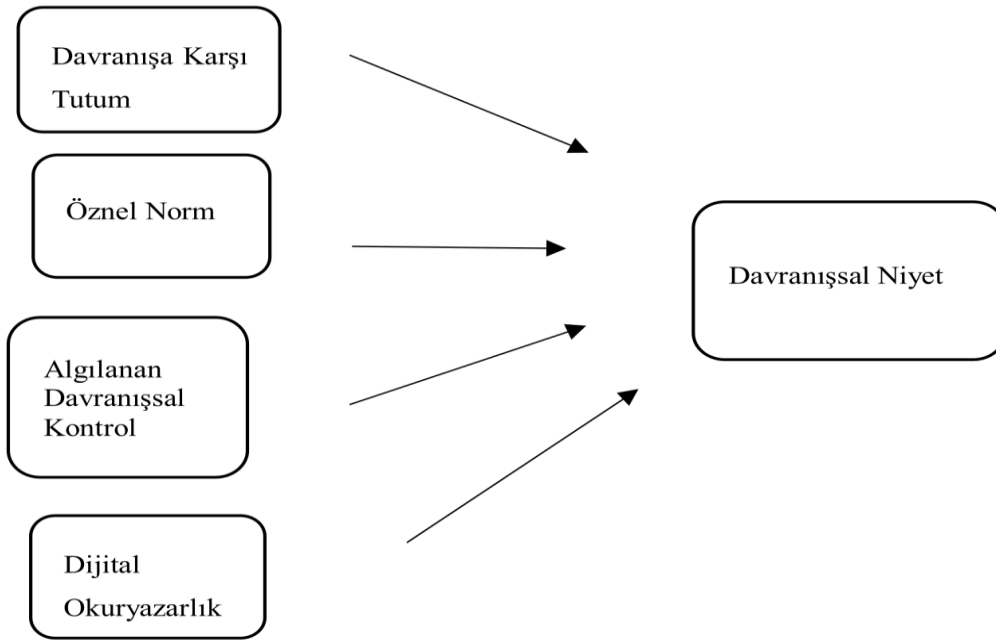
şekillendiğinin tespit edilmesi, Türkiye'nin rekabet gücünü artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden oluşan bir örneklem üzerinde, dijital okuryazarlık düzeyleri, öznel normlar, algılanan davranışsal kontrol, davranışa karşı tutum ve niyet faktörlerini değerlendirerek Endüstri 4.0'ın benimsenme sürecini ve bu süreçte karşılaşılan zorlukları incelemektir. Ayrıca, dijital okuryazarlığın alt boyutlarının (tutum, teknik, sosyal ve bilişsel) öğrencilerin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetleri üzerindeki etkisi de araştırılmaktadır. Bulguların, öğrencilerin Endüstri 4.0'ı benimseme sürecinde etkili olan faktörleri anlamalarına ve çözüm önerileri sunarak bu süreçteki zorlukları aşmalarına yardımcı olması öngörülmektedir. Araştırma sonuçlarının, Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde benimsenmesi için gerekli politika ve stratejilerin oluşturulmasına rehberlik ederek Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecine önemli bir katkı sunacağı beklenmektedir.

3.2. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmanın kavramsal çerçevesi, Ajzen'in Planlı Davranış Teorisi'ne (PDT) dayanmaktadır (Ajzen, 1991). PDT, bireylerin davranışlarını etkileyen üç temel faktör olarak öznel normları, tutum ve algılanan davranış kontrolü içermektedir. Çalışmanın kavramsal modeli, Planlı Davranış Teorisi'nde (PDT) belirlenen faktörlerin yanı sıra, dijital okuryazarlık öz yeterliğin Endüstri 4.0 benimseme niyetleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla belirli bir çerçevede tasarlanmıştır. Dolayısıyla, PDT'nin üç bağımsız değişkenine ek olarak, dördüncü bir bağımsız değişken olan “dijital okuryazarlık” bileşeni Planlı Davranış Teorisi'ne entegre edilmiştir. Bu yaklaşım, bireylerin dijital okuryazarlık düzeylerinin, teknoloji ve dijitalleşmenin giderek arttığı günümüzde, Endüstri 4.0'ı benimseme niyetlerini belirlemede kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Ayrıca, PDT temel modeli, bireylerin niyetlerinin, davranışa geçme olasılıklarını etkileyen psikolojik bir çerçeve sunarak, karar verme süreçlerini açıklamaktadır. **Şekil 3.1'**de araştırma modeline yer verilmiştir.

Şekil 3.1: Araştırmanın Modeli



Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Araştırmanın yapısal modeli, değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri açıkça belirten oklarla temsil edilmektedir. Modelde, davranışa karşı tutum, bireylerin niyetlerini doğrudan etkileyen bir faktör olarak yer almaktadır. Özel norm, çevresel faktörlerin ve sosyal beklentilerin bireylerin davranışsal niyetleri üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Algılanan davranışsal kontrol, bireylerin davranışlarını gerçekleştirme yeteneği üzerindeki etkisini göstermekte, dijital okuryazarlık ise bireylerin dijital becerileri ile davranışsal niyetleri arasındaki etkileşimi belirlemektedir (Ajzen, 1991). Bu ilişkiler, değişkenlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini ve davranışsal niyetlerin nasıl şekillendiğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Model, her bir değişkenin diğerleri üzerindeki etkisini güçlü bir şekilde ortaya koyarak, bireylerin davranışsal niyetlerini belirleyen faktörlerin etkileşimini kapsamlı bir şekilde sunmaktadır.

3.3. Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi

Çalışmanın ana kütlesi, Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde eğitim görmekte olan öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın Bilgisayar Mühendisliği öğrencileri üzerinde Endüstri 4.0 davranış niyetlerini ölçümüne odaklanmasının birkaç önemli nedeni

bulunmaktadır. Öncelikle, Bilgisayar Mühendisliği, Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden biri olan dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu alandaki öğrenciler, veri analitiği, yapay zekâ, makine öğrenimi ve otomasyon gibi konularda eğitim almakta olup, Endüstri 4.0'ın teknolojik ve operasyonel gereksinimlerine en uygun şekilde hazırlanmaktadır. Ayrıca, gerçekleştirilen eğitim, öğrencilerin Endüstri 4.0 teknolojilerine olan ilgilerini ve bu teknolojilerin iş hayatına entegrasyonundaki davranış niyetlerini etkileyebilir. Bu nedenle, yapılan bu ölçümün, Endüstri 4.0'ın teknolojiye duyarlı bir kitle üzerindeki etkilerini anlamak açısından önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Araştırma, öğrenci grubunun tamamını kapsayacak şekilde, örneklemin tam sayımını amaçlamıştır. Bu yaklaşım, araştırmanın sonuçlarının daha kapsamlı ve genel geçerliliği artırma amacını taşımaktadır. Böylece, elde edilen bulgular, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm öğrencilerin davranışları, tutumları ve algıları hakkında derinlemesine bir anlayış sunmaktadır. Araştırmada elde edilen veriler, her bir katılımcıya uygulanan anketler aracılığıyla toplanmış ve toplamda 362 anket verisi analiz edilmiştir. Bu veriler, örneklem olarak seçilen Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencilerini temsil etmekte olup, araştırmanın evrenini oluşturan öğrenci grubundan elde edilmiştir.

3.4. Araştırmanın Yöntemi

Endüstri 4.0 üzerine yapılan bilimsel araştırmalar, 2011 yılından itibaren hızlı bir artış göstermiştir. Bu artış, özellikle Almanya, ABD, Kanada, İsviçre, Singapur, Japonya gibi gelişmiş ülkelerin yanı sıra Çin ve Hindistan gibi yeni sanayileşmiş ülkelerde yoğunlaşmıştır. Yeni sanayileşmiş ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin de Endüstri 4.0 bağlamında sahip olduğu potansiyelin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Endüstri 4.0'ın geleceğin iş gücü üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalar, sanayinin dönüşüm sürecinde iş gücünün adaptasyon yetenekleri, dijitalleşme ve otomasyonun yaratacağı fırsat ve tehditlerin değerlendirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu tür çalışmalar, yalnızca teknolojik gelişmeleri değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve eğitimsel dönüşümleri de kapsayarak geniş bir perspektiften ele alınmalıdır. Bu bağlamda, Endüstri 4.0'ın iş gücü üzerindeki etkilerini araştıran akademik çalışmalar, dijital yetkinliklerin artırılması, iş gücü piyasasında

yaşanacak değişimler ve iş gücünün yeni taleplere uyum sağlama yeteneği gibi konulara odaklanmaktadır. Özellikle yeni sanayileşmiş ülkelerde bu dönüşüm, sanayi ve eğitim politikalarının yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada, Bilgisayar Mühendisliği bölümü öğrencilerinin Endüstri 4.0 farkındalığını ve davranışsal niyet süreçlerini incelemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma, nicel paradigma ile yürütülmüş ve betimsel tarama yöntemi kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışma grubunu, farklı sınıf seviyelerinden öğrenciler oluşturmuştur. Veriler, anket yöntemiyle toplanmış olup, anket formu altı bölümden meydana gelmiştir. Bu bölümler; demografik bilgiler, öznel normlar, Endüstri 4.0 kavramlarına yönelik algılanan davranışsal kontrol, davranışa karşı tutum, davranışsal niyet ve dijital okuryazarlık alanlarına ilişkin soruları içermektedir.

Anket formu, öğrencilerin dijital öğrenme yaklaşımlarını ne ölçüde benimsediğini ve inovasyon açısından dijital öğrenmeye ne kadar hazır olduklarını değerlendirmek amacıyla, beş düzeyli Likert ölçeği kullanılarak uygulanmıştır. Ölçekler, öğrencilerin Endüstri 4.0'a uyum sağlama konusundaki davranışsal niyetlerini ve dijital inovasyona hazırlık düzeylerini ölçmek amacıyla etkili bir araç olarak seçilmiştir. Davranışsal niyetler, Planlanmış Davranış Teorisi (PDT) çerçevesinde değerlendirilmiş ve anket soruları Endüstri 4.0 bağlamına uyarlanarak oluşturulmuştur. Bu bağlamda, araştırma bulguları, öğrencilerin dijital okuryazarlık seviyeleri ve öğrenme yaklaşımlarına dair önemli veriler sunmakta, Endüstri 4.0 bağlamında davranışsal niyet süreçlerini anlamaya yönelik katkı sağlamaktadır.

3.5. Araştırmada Kullanılan Ölçekler

Bu araştırmada, katılımcıların Endüstri 4.0 farkındalığı, davranışsal niyetleri ve dijital okuryazarlık düzeylerini ölçmek amacıyla çeşitli ölçekler kullanılmıştır. Kullanılan ölçekler, alanında geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarıdır ve her biri, belirli bir kavramı veya değişkeni değerlendirmek için tasarlanmıştır. Bu ölçeklerin amacı, katılımcıların dijital öğrenme yaklaşımlarını benimseme düzeylerini, Endüstri 4.0 konusundaki algılarını ve davranışsal niyetlerini detaylı bir şekilde analiz etmektir. **Tablo 3.1**'de, araştırmada kullanılan ölçekler yer almakta ve her ölçeğin tanımı ile temel unsurları özetlenmektedir.

Tablo 3.1: Araştırmada Kullanılması Planlanan Ölçekler

Öznel Norm	Algılanan Davranışsal Kontrol	Davranışa Karşı Tutum	Davranışsal Niyet	Dijital Okuryazarlık
Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003	Doğan & Baloğlu, 2020	Jugembayeva & Murzagaliyeva, 2022	Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003	Ng, 2012

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.5.1. Öznel Norm Ölçeği

Öznel norm, bireyin kendisi için değerli olan kişilerin belirli bir davranışı gerçekleştirmesi veya gerçekleştirmemesi gerektiğine dair algısını yansıtır. Bu kavram ve ilgili ölçekler ilk kez Fishbein ve Ajzen (1975), Davis ve diğerleri (1989), Ajzen (1991), Mathieson (1991) ve Taylor ve Todd (1995) tarafından kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Öznel Norm Ölçeği, Venkatesh ve diğerleri (2003)'nden alınmış olup, Endüstri 4.0 teknolojilerini kabul etme niyetlerini etkileyen sosyal normları değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu ölçek, yüksek geçerlilik ve güvenilirlik değerlerine sahiptir. Özellikle, Cronbach's Alpha değeri genellikle 0,80 ile 0,90 arasında değişmekte olup, bu durum yüksek bir iç tutarlılığı işaret etmektedir.

3.5.2. Algılanan Davranışsal Kontrol Ölçeği

Algılanan davranışsal kontrol, belirli bir davranışa odaklanmayı içeren bir kavramdır. Bu kavram, gerçekleştirilen eylemler üzerinde algılanan kontrol miktarını veya belirli bir eylemin başarılı bir şekilde yerine getirilmesi için gereken kaynakları ifade etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği kullanılması planlanmıştır ve ölçek Doğan ve Baloğlu (2020)'nin çalışmasından elde edilmiştir. Söz konusu ölçek, üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramlarına dair farkındalık seviyelerini detaylı bir şekilde ölçmeyi amaçlayan güvenilir ve geçerli bir değerlendirme aracıdır. Ölçeğin Cronbach's Alpha değeri 0,96 olarak belirlenmiş olup, bu da yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Algılanan davranışsal kontrol değişkeni kapsamında, Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği, bireylerin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma yetkinlikleri ile bu teknolojilere yönelik kontrol algıları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Endüstri 4.0'a yönelik kavramsal farkındalık, bu teknolojilerin kullanımına ilişkin yetkinlik ve kontrol algısını etkileyebilir. Bu nedenle, ölçek, katılımcıların Endüstri 4.0'a hakimiyet düzeyini ve bunun davranışsal niyetlere olası etkilerini değerlendirmek için uygun bir araç olarak seçilmiştir.

3.5.3. Davranışa Karşı Tutum ve Davranışsal Niyet Ölçeği

Davranışa karşı tutum, bireylerin belirli bir davranışa yönelik sahip olduğu genel değerlendirmeyi ifade etmektedir. Davranışa Karşı Tutum Ölçeği, Jugembayeva ve Murzagaliyeva (2022)'nin çalışmasından elde edilmiştir. Ölçeğin, öğrencilerin Endüstri 4.0 modeline geçiş için yenilikçiliğe hazır olmalarını değerlendirmek için kullanılabileceği öngörülmüştür. Ayrıca, bu ölçek, bir eğitim kurumunun dijital dönüşüm hedeflerine ulaşabilmesi için gerekli eylem planlarının ve politikaların belirlenmesinde stratejik bir rehberlik sunabilir. Bunun yanı sıra, Endüstri 4.0 koşullarında eğitim süreçlerini yeniden yapılandırmak ve yenilikçi stratejiler geliştirmek amacıyla da etkili bir araç olarak kullanılabilir. Araştırmanın amacına yönelik olarak, ölçek Endüstri 4.0'a yönelik tutumları ölçen bir davranış ölçeği olarak uyarlanmıştır.

Davranışsal niyet, bireyin belirli bir davranışı gerçekleştirme isteği ve planlı eğilimini ifade etmektedir. Davranışa Karşı Niyet Ölçeği, Venkatesh ve diğerleri (2003)'nin çalışmasından elde edilmiştir. Ölçek, Endüstri 4.0 bağlamında teknolojik yeniliklerin benimsenmesini analiz etmek amacıyla uyarlanmıştır. Bu uyarlama, ölçeğin teknolojik değişimlere karşı bireylerin davranışsal niyetlerini anlamayı amaçlamaktadır. Bu sayede, teknolojik yeniliklerin kabulü ve benimsenmesi süreçlerini daha iyi anlayarak, bu süreçleri optimize etmek için geçerli ve detaylı veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

3.5.4. Dijital Okuryazarlık Ölçeği

Dijital okuryazarlık becerileri, dijital dönüşüm yetkinliklerinin benimsenmesini destekleyen önemli bir alan olarak görülmektedir; bu nedenle, farklı örneklemelerden elde edilecek verilerin bu alandaki çalışmaları ilerleteceği

düşünülmektedir. Dijital Okuryazarlık Ölçeği, Ng (2012)'nin çalışmasından elde edilmiştir. Ölçeğin Cronbach's Alpha değeri, ön test için 0,869, son test için ise 0,898 olarak rapor edilmiştir. Öğrencilerin yenilikçi teknolojilere hazır olmaları, bir yükseköğrenim kurumundaki dijital dönüşümlerin etkinliğini etkileyebilecek belirleyici bir faktördür. Bu ölçeğin öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeylerini ölçmek ve Endüstri 4.0 bağlamında dijital dönüşüm süreçlerine katkı sağlama potansiyellerini değerlendirmek amacıyla kullanılması planlanmıştır.

Teknolojik okuryazarlık ve dijital okuryazarlık, bireylerin teknoloji ve dijital araçları etkili bir şekilde kullanabilme becerilerini ifade eden kavramlardır. 1980'li yıllarda dijital ve teknolojik okuryazarlık, yalnızca bilgisayar kullanma becerisiyle sınırlıydı. 1990'lı yıllardan itibaren ise teknoloji okuryazarlığı, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik gibi disiplinlerle birlikte Sosyal ve Beşerî Bilimler gibi farklı alanlarla da etkileşime girerek daha geniş bir kavramsal çerçeveye ulaşmıştır. Dijital okuryazarlık ise, bilgisayar kullanımının ötesine geçerek, dijital teknolojilerle bilgiye erişim, düzenleme, geliştirme, değerlendirme ve sunma gibi çok çeşitli alanlarda beceri gerektiren süreçleri kapsamına almıştır (Silik & Aydın, 2021). Dijital ve teknolojik okuryazarlık, bireylerin dijital dünyada etkin bir şekilde yer alabilmesi için temel bir yetkinlik haline gelmiştir.

Dijital ve teknoloji okuryazarlığı kavramları, birbirine yakın ve iç içe geçmiş olmakla birlikte belirgin farklara da sahiptir. Teknoloji okuryazarlığı bilgi edinme, eleştirel düşünme ve karar verme becerileri üzerine odaklanırken, dijital okuryazarlık daha çok dijital araçların yasal, etik ve ahlaki çerçevede kullanımına vurgu yapar. Teknoloji okuryazarlığında tasarım süreçleri ön plandayken, dijital okuryazarlık bu aşamaları dikkate almamaktadır. Ayrıca, dijital okuryazarlık, bilişsel, teknik (psikomotor) ve sosyoduyuşsal boyutları kapsarken, teknoloji okuryazarlığı daha sınırlı bir yaklaşım sergilemektedir (Silik & Aydın, 2021). Buradan hareketle, araştırmada daha kapsamlı ve alt boyutlara sahip olması açısından Dijital Okuryazarlık Ölçeği'nin kullanımı tercih edilmiştir. Bu ölçek, yalnızca dijital araçların kullanımını değil, bireylerin dijital ortamlardaki eleştirel düşünme becerilerini, dijital farkındalıklarını ve iş birliği yeteneklerini de değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, dijital teknolojilerin eğitim süreçlerine etkisini analiz

ederken, öğrenci profillerine dair daha ayrıntılı ve çok boyutlu veri elde edilmesine olanak tanımaktadır.

3.6. Araştırmanın Hipotezleri

Araştırmanın bu bölümünde, çalışmanın temelini oluşturan Planlı Davranış Teorisi (PDT) değişkenlerinden öznel normlar, algılanan davranışsal kontrol, davranışa karşı tutum ve davranışsal niyet ile dijital okuryazarlık arasındaki ilişkiler incelenmiş ve bu ilişkilere yönelik hipotezler geliştirilmiştir. Teknoloji kabulüyle ilgili yaygın olarak kullanılan bir diğer model olan Teknoloji Kabul Modeli (TKM), sosyal değişkenlerin etkisini ölçmekte kullanılmaktadır; ancak bu çalışmada, bireylerin teknoloji kullanımına yönelik davranışlarını ve niyetlerini daha iyi açıklayabildiği için öznel normlar ve algılanan davranışsal kontrol değişkenlerini içeren PDT tercih edilmiştir.

Planlı Davranış Teorisi (PDT), fiziksel aktivite, seyahat tercihleri ve tüketici davranışları gibi çeşitli alanlarda davranışları açıklamak ve tahmin etmek için etkin bir şekilde uygulanmaktadır. Teori, davranışı açık ve net bir şekilde tanımlamayı gerektirir. Bu tanım, hedef, eylem, bağlam ve zaman olmak üzere dört temel unsura dayanır. Davranış tanımlandıktan sonra, diğer yapılar bu tanıma uyum sağlamak zorundadır; bu da "uyumluluk ilkesi" olarak adlandırılır. Örneğin, bir araştırma "belirli bir tarihte bir web kamerası kurmak" gibi spesifik bir davranışı ya da "önümüzdeki üç ay içinde bir internet cihazı satın almak" gibi daha genel bir davranışı inceleyebilir (Ajzen, 2020). Davranışın belirli ve somut bir şekilde tanımlanması, teoriye dayalı yapılan araştırmaların sonuçlarının daha tutarlı ve öngörülebilir olmasına katkı sağlamaktadır.

Planlı Davranış Teorisi (PDT) çerçevesinde, bir davranışın gerçekleşme olasılığı, o davranışa yönelik niyete bağlı olarak değerlendirilmektedir. Niyetin gücü arttıkça, davranışın gerçekleşme olasılığı da artar; ancak yetersiz zaman, finansal kısıtlamalar veya diğer kaynak eksiklikleri gibi engeller, bu niyetlerin gerçekleştirilmesini zorlaştırabilir. Teori, bireyin davranış üzerindeki kontrol seviyesinin, niyetin davranış üzerindeki etkisini nasıl şekillendirdiğini de açıklamaktadır. Aktörün davranış üzerinde sahip olduğu kontrol ne kadar fazlaysa, niyetin gerçekleştirilme olasılığı da o kadar yüksektir (Ajzen, 2020). Bu bağlamda,

dışsal faktörler ve bireysel kontrol algısı, planlanan davranışların başarıyla uygulanmasında belirleyici rol oynamaktadır.

Davranışsal niyetler, üç temel faktörle belirlenir: davranışa yönelik tutum, öznel norm ve algılanan davranışsal kontrol. Olumlu bir tutum ve destekleyici bir öznel norm, bireyin motivasyonunu artırırken, niyetin oluşabilmesi için algılanan kontrolün de yeterli düzeyde olması gerekmektedir (Ajzen, 2020). Aşağıda, Planlı Davranış Teorisi (PDT) çerçevesinde yer alan temel bileşenlerle ilgili literatür çalışmaları sunulmaktadır. Bu çalışmalar, teorinin geçerliliğini ve uygulama alanlarını destekleyen ampirik veriler sağlayarak, bireylerin davranışlarını anlamak ve açıklamak için PDT'nin nasıl kullanıldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, literatürde yer alan araştırmalar, davranışsal niyetler, öznel normlar, algılanan kontrol ve tutum gibi faktörlerin birbirleriyle olan etkileşimlerini detaylı bir şekilde incelemekte, bu bağlamda farklı disiplinlerdeki uygulamalarıyla PDT'nin kapsamını genişletmektedir. Böylece, söz konusu çalışmalar, teoriye dayalı araştırmaların yönlendirilmesine katkı sağlayarak, bireylerin karar verme süreçlerini ve davranışsal değişimlerini daha derinlemesine anlamaya imkân tanımaktadır.

Zaman ve arkadaşları (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, afet yönetiminde Endüstri 4.0 bileşenlerinden biri olan büyük veriyi kullanma ve benimseme niyeti, Planlı Davranış Teorisi (PDT) çerçevesinde incelenmiştir. Bu çalışmada, afet yönetimi süreçlerinin etkinliğini artırmak için büyük verinin potansiyelinden yararlanma niyeti, bireylerin ve organizasyonların bu teknolojiyi benimseme konusundaki tutumlarını şekillendiren önemli bir faktör olarak ele alınmıştır. Öz yeterlik kavramı, bu bağlamda temel değişkenlerden biri olarak öne çıkmakta ve bireylerin kendi yeteneklerine olan inançlarının, teknolojiyi benimseme niyetleri üzerindeki etkisi vurgulanmaktadır.

Handoko ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışmada, muhasebecilerin Endüstri 4.0 ve öz yeterlik konularındaki durumları incelenmiş; çalışma modeli, PDT ve Sosyal Bilişsel Teori'den yararlanarak oluşturulmuştur. Sonuçlar, teknolojiyi benimseme niyetinin subjektif normlar, algılanan davranışsal kontrol ve öz yeterlilik gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini, ancak davranışsal inançların, bireylerin tutumlarını şekillendirme üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, tutumların denetçilerin teknolojiyi kabul etme niyeti üzerinde de anlamlı bir etkisi gözlemlenmemiştir.

Cetindamar ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışmada, çalışanların dijital okuryazarlığı ile dijital teknolojilerin kullanımı arasındaki ilişki incelenmiş ve çalışanların dijital okuryazarlık düzeyinin bilgi teknolojileri kullanımında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışanların bulut teknolojisi kullanımı ve dijital dönüşümdeki rolünün incelenmesinde PDT çerçevesinin uygulanması mümkün kılınmıştır. Dijital okuryazarlık, çalışanların dijital dönüşümdeki rolünün incelenmesine yardımcı olan algılanan bir davranış kontrol değişkeni olarak tanıtarak PDT çerçevesi genişletilmiştir. PDT kullanımı, çalışanların bilişini değerlendiren örgütsel düzeyde dijital okuryazarlık ölçümü için yararlı yeni bir yapı sunmaktadır. Dijital okuryazarlık, teknolojilerin kullanımına neden olan işle ilişkili uygulamalarda, dijital teknolojileri kullanma konusundaki çalışanların yeterliğini ölçmektedir. Teori tarafından öngörüldüğü gibi, teknolojinin kullanımı hakkındaki değişkenler, çalışanların bilişini temsil eden dijital okuryazarlığın teknolojinin benimsenmesi sonuçlarında kritik bir rol oynamaktadır.

Chai ve arkadaşları (2022) tarafından öğrenciler üzerinde gerçekleştirilen yapay zekânın benimsenmesi araştırmasında, Planlı Davranış Teorisi (PDT) uygulanmıştır. Bu çalışmadan hareketle, yapay zekâ yeterliliğinin geliştirilmesine yönelik geleceğe dair önerilerde bulunulmuştur. Sujood ve diğerleri (2023) tarafından pandemi sonrası şirket çalışanları üzerinde yapılan bilgi teknolojilerini kullanma niyeti araştırmasında, PDT kullanılmıştır. Saeedi ve diğerleri (2020), Malezya'daki KOBİ'lerde çalışanlar üzerinde, Endüstri 4.0 benimseme niyetinin ölçümünde PDT'yi uygulamıştır. Seong ve Hong (2022) tarafından spor ile ilgili uygulamalarda sanal gerçeklik benimseme niyetinin araştırılmasında PDT kullanılmıştır. Wahl ve Münch (2022) tarafından Endüstri 4.0 girişimciliği özelliklerine göre ders tasarımı uygulamasına yönelik çalışmada PDT uygulanmıştır. Arkorful ve diğerleri (2022), tıp öğrencilerinin teknoloji kullanma niyetlerini ölçmek için PDT'yi tercih etmiştir. Bahsedilen çalışmalardan hareketle, aşağıda araştırmanın hipotezleri yer almaktadır:

H_1 : Endüstri 4.0'a yönelik öznel norm, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_2 : Endüstri 4.0'a yönelik algılanan davranışsal kontrol, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_3 : Endüstri 4.0'a yönelik davranışa karşı tutum, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_4 : Dijital okuryazarlık tutum alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_5 : Dijital okuryazarlık teknik alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_6 : Dijital okuryazarlık sosyal alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_7 : Dijital okuryazarlık bilişsel alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.

H_{8a} : Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık tutum boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir.

H_{8b} : Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık teknik boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir.

H_{8c} : Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık sosyal boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir.

H_{8d} : Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık bilişsel boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir.

3.7. Araştırmanın Kısıtları

Araştırmanın örneklemini yalnızca Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde okuyan öğrencilerden oluşturmak, çalışmanın genelleme gücünü sınırlayabilir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda farklı üniversitelerden ve çeşitli disiplinlerden öğrencilerin de dahil edilmesi önemlidir. Bu yaklaşım, araştırma sonuçlarının daha fazla öğrenci için geçerli olmasını sağlayabilir.

Ayrıca, araştırmanın belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilmesi, Endüstri 4.0 benimseme sürecinin farklı aşamalarını yansıtmama riskini taşımaktadır. Teknolojik ilerlemelerin hızla devam ettiği bir çağda, Endüstri 4.0'a geçiş süreci ve etkileri sürekli değişim göstermektedir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çalışmalarda Endüstri 4.0 benimseme sürecinin farklı zaman dilimlerindeki durumunu değerlendirmek amacıyla periyodik ve güncellenebilir araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu yaklaşım, Endüstri 4.0 sürecinin dinamik doğasını daha iyi anlamak ve güncel trendlere uyum sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu tür çalışmalar, Endüstri 4.0'ın sürekli değişen yapısını dikkate alarak, ilerleyen zamanlarda da ilgili ve güvenilir bulgular sunma potansiyeline sahiptir.

3.8. İstatistiksel Analiz

Araştırmacılar, çalışmalarında genellikle daha önce yapılmış ve geçerliliği ile güvenilirliği kanıtlanmış ölçekleri tercih etmektedir. Bu tür durumlarda, ölçekleri yeniden keşfedici faktör analizine tabi tutmak yerine, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanarak, teorik altyapısı önceden belirlenmiş olan ölçeğin yapısal doğruluğunu test ederler. DFA, gözlemlenen değişkenlerin arkasındaki gizli yapıları doğrulamak için kullanılır ve bu bağlamda, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin test edilmesine olanak tanır. Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) ise, faktör analizi ve regresyon analizlerini birleştirerek, gözlenen ve gizli değişkenleri içeren modellerin test edilmesinde kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir (Gürbüz & Şahin, 2018, s. 339-360). YEM'in ana amacı, birden fazla bağımsız değişken ile birden fazla bağımlı değişken arasındaki ilişki desenlerini değerlendirmektir.

YEM, klasik çok değişkenli istatistiksel tekniklerden farklı olarak doğrulayıcı bir yaklaşım sunar. Klasik analizler genellikle ölçüm hatalarını göz ardı ederken, YEM bu hataları dikkate alarak modelleri test eder. YEM, gözlenen ve gizli değişkenleri analiz edebilme yeteneği ile klasik yöntemlerin yalnızca gözlenen değişkenler üzerinden değerlendirdiği ilişkilerden daha kapsamlı bir değerlendirme sağlar. Ayrıca, YEM, çoklu ilişkilerin testinde alternatifler sunarak en uygun modeli belirleme imkânı tanır ve birden fazla bağımlı değişkenin aynı anda analiz edilmesini sağlayarak karmaşık yapıları test etmeyi kolaylaştırır. YEM, çeşitli ilişkiler içeren modellerin veri ile uyumunu değerlendirerek, klasik yöntemlerle yapılar arasındaki

ilişkileri test etmenin zor olduğu durumlarda önemli bir avantaj sunar (Gürbüz & Şahin, 2018, s. 339-360). Bu çalışmada, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiler test edildiği için Doğrulayıcı Faktör Analizi uygulanmıştır. YEM analizine başlamadan önce, verilerin dağılımı açısından uç değerler ve eksik yanıtlar giderilmiştir. Maksimum Olabilirlik Yöntemi, kovaryans/korelasyon matrisinin oluşturulmasında kullanılan en yaygın hesaplama yöntemi olarak tercih edilmiştir.

3.9. Araştırmanın Bulguları

Araştırmada, demografik sorular arasında yer alan yaş, cinsiyet, bölüm ve sınıf seviyeleri bulunmaktadır. Yaş değişkeni katılımcılar arasında anlamlı bir varyans göstermediği için analizlere dahil edilmemiştir. Cinsiyet farkı da katılımcılar arasında anlamlı bir farklılık göstermediğinden analizlere dahil edilmemiştir. Çalışma grubunun tamamı Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden oluştuğu için bölüm bazında bir ayırım yapılmamış, sınıf seviyesi değişkeni ise katılımcılar arasında anlamlı bir fark yaratmadığı düşünüldüğü için analizlere dahil edilmemiştir. Araştırmanın odağı, diğer temel değişkenler üzerinde yoğunlaştırılmıştır.

Araştırmanın temel değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) analizine başvurulmuştur. AMOS yazılımı kullanılarak yapılan bu analizde, öncelikle modelin güvenilirlik ve geçerlilik testleri gerçekleştirilmiş, ardından modelin uyum indeks değerleri değerlendirilmiştir. Modeldeki doğrudan ve dolaylı etkiler ayrı ayrı ve birleştirilerek incelenmiş, bağımlı değişkenlerin açıklanma düzeylerini belirlemek amacıyla R^2 değerlerine bakılmıştır. Bu analizler, değişkenler arasındaki ilişkilerin kapsamlı bir şekilde incelenmesine olanak tanımıştır.

3.9.1. Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Güvenilirlik Analizine İlişkin Bulgular

Faktör analizi, bir araştırmada yüksek derecede ilişkili birçok değişkenin daha az sayıda, anlamlı ve bağımsız faktörler halinde yeniden yapılandırılmasını amaçlayan bir istatistiksel tekniktir. Bu yöntem, boyutları azaltmayı ve değişkenler arasındaki bağımlılık yapılarını ortadan kaldırmayı hedefler. Faktör analizinde, regresyon analizinden farklı olarak, bağımlı değişken ve onu açıklayan bağımsız değişken seti yoktur. Bunun yerine, yüksek korelasyonlu değişkenler bir araya getirilerek genel faktörler oluşturulur (Gürbüz & Şahin, 2018, s. 317-318; Gürsakal,

2019, s. 75-76). Böylece, değişkenlerin karmaşıklığı azaltılarak, değişkenler arasındaki ilişkilerin yapısı daha net bir şekilde ortaya konur.

Faktör analizi, çeşitli amaçlarla kullanılabilen bir yöntemdir. Çok sayıda değişkeni, birbirleriyle uyumlu ve az sayıda faktöre indirgemek; ölçek geliştirme ve uyarlama süreçlerinde değişkenlerin oluşturduğu faktörleri tanımlamak ve yorumlamak; değişkenler ile faktörler arasındaki ilişki desenlerini incelemek; ölçeklerin yapı geçerliliğine dair deliller toplamak; örtük değişkenleri belirlemek ve uygulama süreçlerinde kullanmak; araştırmacının teorik yapılarının geçerliliğini test etmek ve daha önce oluşturulmuş ölçüm araçlarının verilerle uyumunu değerlendirmek gibi işlevlere sahiptir. Bu çerçevede, faktör analizi, uygulama amacına göre "Açıklayıcı" ve "Doğrulayıcı" olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır.

Açıklayıcı Faktör Analizi, X veri matrisinde bulunan birçok ilişkili değişkenden daha az sayıda faktör belirlemeyi amaçlar. Özellikle ölçek geliştirme sürecinde, ilişkili ölçek maddelerini gruplandırarak bu grupları ölçeğin alt boyutları olarak tanımlamak için açıklayıcı faktör analizinden yararlanır. Bu yöntem, ölçek geliştirme çalışmalarında, hangi maddelerin ölçekte yer alması veya çıkarılması gerektiğini belirlemek için kritik bir araçtır.

Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ise, açıklayıcı faktör analizi ile belirlenen yapıları, teorik veya öngörülen faktör yapılarına uyup uymadığını test etmek amacıyla kullanılır. DFA, gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki yapısal ilişkileri değerlendiren bir modelleme tekniğidir ve YEM süreçlerinde önemli bir rol oynar. Bu bağlamda, DFA, gizli değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için sıklıkla tercih edilir. Sosyal bilimlerde, geçerliliği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmış ölçekler üzerinde DFA uygulayarak yapısal ve faktöriyel geçerliliğe dair kanıtlar sunmak giderek yaygınlaşan bir yöntemdir (Gürbüz & Şahin, 2018, s. 317-318; Gürsakal, 2019, s. 75-76). Bu uygulamalar, araştırmaların daha sağlam temellere oturmasını ve elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmasını sağlamaktadır.

DFA, araştırılan model ile veri arasındaki uyumu değerlendirmek, yapı geçerliliğini belirlemek ve değişkenler arasındaki ilişkileri doğrulamak için kullanılan önemli bir istatistiksel tekniktir (Suhr, 2006). Bu çalışmada, DFA için 362

kişilik bir örneklem grubunun verileri analiz edilmiştir. Veri setinde eksik veri olup olmadığı kontrol edilmiş ve eksik veri analizi sonucunda 13 gözlem, eksik veri içerdiği için veri setinden çıkarılmıştır. DFA, IBM SPSS ve AMOS 24.0 yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Modelde gizli değişkenler ve gözlenen değişkenler, genel olarak büyük yuvarlak veya elipslerle ve karelerle temsil edilir. Ayrıca, hata terimleri küçük yuvarlaklarla, değişkenler arası regresyon ilişkileri tek yönlü oklarla ve gizli değişkenler arası kovaryanslar çift yönlü oklarla gösterilmektedir. Altı faktörlü yapının veriye uyumunu test etmek için AMOS 24.0 kullanılmış ve modelin genel uyumu ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir.

Geçerlilik ve güvenilirlik, bilimsel araştırmalarda kullanılan ölçüm araçlarının kalitesini değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. Geçerlilik, bir ölçüm aracının hedeflediği kavramı ne kadar doğru ve eksiksiz bir şekilde ölçebildiğini belirtirken; güvenilirlik, bir ölçüm aracının tutarlılığı ve kararlılığı ile ilgilidir. Bu çalışmada, kullanılan ölçüm araçlarının geçerlilik ve güvenilirliklerini değerlendirmek amacıyla çeşitli istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE), Cronbach Alpha, Kompozit Güvenilirlik (CR) ve Yapılar Arası Korelasyon Matrisi gibi ölçütler kullanılarak ölçeklerin iç tutarlılığı ve yapı geçerliliği analiz edilmiştir. Ayrıca, DFA ile ölçeklerin faktör yapıları doğrulanmış ve her bir faktörün ölçüm modeli ile uyumu test edilmiştir.

Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE), bir yapıdaki toplam varyansın ne kadarının açıklanan ortak faktörlerden geldiğini gösterirken; Cronbach Alpha, ölçek maddelerinin birbirleriyle olan tutarlılığını ölçer. Kompozit Güvenilirlik (CR), ölçeğin iç tutarlılığını değerlendirirken, Yapılar Arası Korelasyon Matrisi, yapıların birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya koyar. DFA sonuçları, faktör yükleri ve model uyum indeksleriyle birlikte, ölçeklerin yapı geçerliliğini ve güvenilirliğini daha ayrıntılı bir şekilde göstermektedir. Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE)'ın 0,50'den (Ab Hamid, Sami & Sidek, 2017; Shrestha, 2020), Cronbach Alpha, Kompozit Güvenilirlik ve faktör yüklerinin ise 0,70'den büyük olması beklenmektedir (Hair, Ringle & Sarstedt, 2011; Hair, Black, Babin & Anderson, 2014). **Tablo 3.2'**de DFA ile gözlenen değişkenlerin örtük değişkenlerin ölçümüne katkıları ve Cronbach Alpha ile güvenilirlik analizi verileri sunulmuştur.

Tablo 3.2: Doğrulamalı Faktör Analizi ile Gözlenen Değişkenlerin Örtük Değişkenlerin Ölçümüne Katkıları ve Cronbach Alpha ile Güvenilirlik Analizi Verileri

Gözlenen Değişken	Örtük Değişken	Standardize Regresyon Ağırlıkları	Cronbach Alpha
1. ÖN. Davranışımı etkileyen insanlar (hocalarım, arkadaşlarım, ailem) Endüstri 4.0 teknolojilerini öğrenmem gerektiğini düşünüyor.	Öznel Norm	0,855	0,920
2. ÖN. Görüşlerine önem verdiğim insanlar (hocalarım, arkadaşlarım, ailem) Endüstri 4.0 teknolojilerini öğrenmem gerektiğini düşünüyor.	Öznel Norm	0,997	
1. Nesnelerin İnterneti hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.	Algılanan Davranışsal Kontrol	0,721	0,825
2. Büyük Veri ve Veri Analitiği hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.	Algılanan Davranışsal Kontrol	0,700	
3. Öğrenen (Akıllı) Robotlar hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.	Algılanan Davranışsal Kontrol	0,739	
4. Üç Boyutlu Yazıcılar hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.	Algılanan Davranışsal Kontrol	0,680	
9.Yapay Zekâ hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.	Algılanan Davranışsal Kontrol	0,648	
1. DT. Mühendislik eğitimim boyunca, bazı yeni şeyler keşfetmeye, yaratmaya ve uzmanlaşmaya çalışıyorum.	Davranışa Karşı Tutum	0,802	0,873
2. DT. Mühendislik eğitimim boyunca, profesyonel ve kişisel yetkinliklerimi geliştirmenin her zaman yeni yollarını aramayı düşünüyorum.	Davranışa Karşı Tutum	0,865	
3. DT. Yeni bilgi ve beceri edinme sürecini seviyorum.	Davranışa Karşı Tutum	0,792	
4. DT. Güncel kalmayı seviyorum, bu yüzden en son teknolojiyi her zaman destekliyorum.	Davranışa Karşı Tutum	0,747	
5. DT. Entelektüel yenilikler getirerek grup etkileşimlerinde yenilikçiliğin gerekli olduğuna inanıyorum.	Davranışa Karşı Tutum	0,626	
7. DT. Yeni teknolojiler öğrenmek, becerilerimin çoğunu uygulamaya koymama izin verir.	Davranışa Karşı Tutum	0,585	
11. DT. Hem kişisel hem de profesyonel hayatımda değişikliklere açığım.	Davranışa Karşı Tutum	0,517	
12. DN. Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek bu eğitimleri almaya yönelik girişimde bulunmayı düşünüyorum.	Davranışsal Niyet	0,774	0,874
13. DN. Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek eğitim almayı düşünüyorum.	Davranışsal Niyet	0,863	

Tablo 3.2: (devamı)

Gözlenen Değişken	Örtük Değişken	Standardize Regresyon Ağırlıkları	Cronbach Alpha
14. DN. Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında online kurslar almanın bana katkı sağlayacağını düşünüyorum.	Davranışsal Niyet	0,725	0,873
15. DN. Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek kütüphane kaynaklarını kullanmayı düşünüyorum.	Davranışsal Niyet	0,727	
16. DN. Endüstri 4.0 teknolojilerini içeren bir çalışma ortamında staj yapmayı planlıyorum.	Davranışsal Niyet	0,733	
1. OK TUT. Öğrenme sürecinde dijital teknolojileri kullanmak hoşuma gider.	Okuryazarlık Tutum	0,857	0,873
2. OK TUT. Dijital teknolojileri kullanarak daha iyi öğrenirim.	Okuryazarlık Tutum	0,883	
3. OK TUT. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek daha ilgi çekicidir.	Okuryazarlık Tutum	0,863	
4. OK TUT. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek beni daha motive eder.	Okuryazarlık Tutum	0,721	
5. OK TUT. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek öz-yönetimli ve bağımsız olmamı sağlar.	Okuryazarlık Tutum	0,580	
6. OK TUT. Öğrenme sürecinde mobil teknolojileri (cep telefonları, cep bilgisayarları, taşınabilir oyun araçları, tablet bilgisayarlar) kullanım potansiyelim yüksektir.	Okuryazarlık Tutum	0,524	0,805
8. OK TEK. Karşılaştığım teknik problemleri nasıl çözeceğimi bilirim.	Okuryazarlık Teknik	0,504	
11. OK TEK. Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgim var.	Okuryazarlık Teknik	0,813	
12. OK TEK. Öğrenmede ve yeni şeyler oluşturmada (sunumlar, dijital hikâyeler, bloglar vb.) Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmak için gerekli olan teknik becerilere sahibim.	Okuryazarlık Teknik	0,768	
13. OK TEK. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma becerilerim iyidir.	Okuryazarlık Teknik	0,773	

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yapılan analizler sonucunda, okuryazarlığın bilişsel boyutunu temsil eden iki gözlenen değişkenin standartlaştırılmış faktör yükleri sırasıyla 0,711 ve 0,590 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında, Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE), Kompozit Güvenilirlik (CR) ve SPSS ile hesaplanan Cronbach Alpha değeri, dijital okuryazarlığın bilişsel boyutu için güvenilirlik ve geçerlilik değerlerinin kabul edilemez düzeyde olduğunu göstermektedir (AVE= 0,42; CR= 0,59; Cronbach α = 0,59).

Benzer şekilde, okuryazarlığın sosyal boyutu değerlendirildiğinde, bu boyutu temsil eden gözlenen değişkenlerin standartlaştırılmış faktör yükleri sırasıyla 0,655 ve 0,426 olarak belirlenmiştir. Okuryazarlığın sosyal boyutu için yapılan güvenilirlik ve geçerlilik hesaplamaları sonucunda, Ortalama Çıkarılan

Varyans (AVE), Kompozit Güvenilirlik (CR) ve Cronbach Alpha değerlerinin de kabul edilemez düzeyde olduğu görülmektedir (AVE= 0,30; CR= 0,45; Cronbach α = 0,43). Sayılan etkenler dikkate alındığında, hesaplanan güvenilirlik ve geçerlilik değerleri göz önünde bulundurularak okuryazarlığın bilişsel ve sosyal boyutunu ölçen değişkenler modele dahil edilmemiştir.

Tablo 3.2'de yer alan Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) sonuçlarına göre, çalışmada modele dahil edilen gözlenen değişkenlerin örtük değişkenlerin ölçümüne katkıları yeterli düzeydedir. DFA ile elde edilen standartlaştırılmış regresyon ağırlıkları, her bir gözlenen değişkenin ilgili örtük değişkeni yeterli seviyede temsil ettiğini göstermektedir. Genel görüş, burada standartlaştırılmış yüklerin 0,70 ve üzerinde olmasını önerse de mevcut çalışma, ortalama çıkarılan varyanslar ve kompozit güvenilirlik açısından sorun yaratmaması koşuluyla 0,50 ve üzeri değer alan değişkenleri modele dahil etmektedir (Hair, Black, Babin & Anderson, 2014).

Modelde yer alan gözlenen değişkenlerin büyük çoğunluğu, standartlaştırılmış regresyon ağırlıkları bakımından 0,70 ve üzerinde değer almakta, geri kalanların ağırlıkları ise 0,50'nin üzerindedir. Bu değerler, modelin yapı geçerliliğini sağlamaktadır. Ayrıca, güvenilirlik analizleri kapsamında hesaplanan Cronbach Alpha katsayıları, her bir örtük değişken için 0,70'in üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlar, kullanılan ölçeklerin yüksek iç tutarlılığa sahip olduğunu ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. **Tablo 3.3'**te Ortalama Çıkarılan Varyans, Kompozit Güvenilirlik ve yapılar arası korelasyon matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.3: Ortalama Çıkarılan Varyans, Kompozit Güvenilirlik ve Yapılar Arası Korelasyon Matrisi

	Ortalma Çıkarılan Varyans (AVE)	Kompozit Güvenilirlik (CR)	Özel Norm	Algılanan Davranışsal Kontrol	Davranışa Karşı Tutum	Davranışsal Niyet	Okuryazarlık Tutum	Okuryazarlık Teknik
Özel Norm	0,86	0,92	0,92					
Algılanan Davranışsal Kontrol	0,49	0,82	0,46	0,70				
Davranışa Karşı Tutum	0,51	0,87	0,28	0,50	0,71			
Davranışsal Niyet	0,58	0,87	0,41	0,46	0,42	0,76		
Okuryazarlık Tutum	0,56	0,88	0,26	0,55	0,75	0,38	0,74	
Okuryazarlık Teknik	0,52	0,81	0,42	0,44	0,35	0,63	0,35	0,72

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

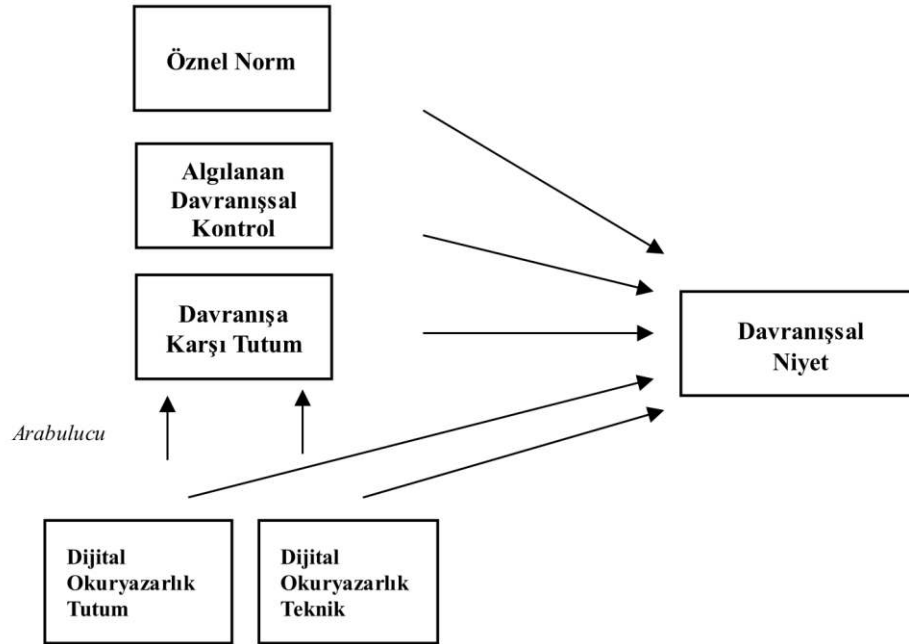
Tablo 3.3'te görüldüğü üzere, ölçeğin yakınsak geçerliğinin yeterli olduğunu teyit edebilmek için modeldeki her bir boyutun Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE) değerinin 0,50'den yüksek olması beklenmektedir; ancak Algılanan Davranışsal Kontrol değişkeninin AVE değeri 0,49 olarak gözlemlenmiştir. Bu durum, ilgili eşik değerinin hemen altında olduğu için yapı geçerliliği açısından sınırda kabul edilebilir bir sonuç ortaya koymaktadır.

İncelemeye alınan diğer ölçütlerden biri olan Doğrusal Faktör Analizi (DFA) modelinde bulunan boyutların Güvenilirlik Katsayıları (CR) 0,70'den fazla ölçülmüştür. Bu bulgular, modelin güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ayrıca, CR değerlerinin AVE değerlerinden daha yüksek çıkması, ölçeğin iç tutarlılığı ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu doğrulamaktadır (Fornell & Larcker, 1981; Singh & Kaur, 2016).

Ayrt edici geçerliliği sağlamak için, faktörler arası korelasyon katsayılarının, AVE değerlerinin kare kökünden küçük olması gerekmektedir (Hair, Black, Babin & Anderson, 2014). Yukarıda belirtilen tabloda, diyagonal olarak koyu yazılmış değerler AVE'nin karekökünü; bu değerlerin altındakiler ise faktörler arası korelasyon katsayılarını göstermektedir. Tablo incelendiğinde, davranışa karşı tutum hariç, tüm değişkenlerin diğer değişkenlerle olan korelasyon katsayılarının AVE'nin karekökü değerlerinden düşük olduğu görülmektedir. Davranışa karşı

tutum ile okuryazarlık tutumu arasındaki korelasyon katsayısının (0,75), ilgili değişken için hesaplanan değerinden (0,71) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu iki değişkenin her ikisi de tutumu ölçmekte olduğundan, aralarındaki yüksek korelasyonun beklenen bir durum olduğu değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra, davranışa karşı tutumun, okuryazarlık tutum boyutuyla davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu bir rol üstlendiği öne sürülmektedir. Sonuç olarak, modeldeki boyutların büyük çoğunluğu için yakınsak geçerlilik ve güvenilirlik kriterleri karşılanmış olup, sınırda kalan Algılanan Davranışsal Kontrol değişkeni ile ölçeğin genel olarak geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir. Bu durum, gerçekleştirilen analizlerin modelin sağlam bir yapıya sahip olduğunu ve güvenilir sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır. **Şekil 3.2**'de araştırma sonucunda elde edilen model yer almaktadır.

Şekil 3.2: Araştırma Sonucunda Elde Edilen Model



Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.9.2. Model Uyum İndeks Değerleri

Bu çalışmada, Doğrulayıcı Faktör Analizi çözüm yöntemi olarak "Maksimum Olasılık Yöntemi" tercih edilmiştir. Çokluk ve diğerleri (2016, s. 266), hangi çözüm yönteminin seçildiğinden bağımsız olarak DFA'da model uyumunun değerlendirilmesinin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Model uyumu, gözlemlenen değişkenler arasındaki kovaryans matrisinin gizli kovaryans matrisi ile uyum derecesini ifade etmektedir.

Bu araştırma, yöntem olarak Yapısal Eşitlik Modellemesi'ni, istatistiksel analizler için ise AMOS yazılımını kullanarak gerçekleştirmektedir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen değerlere göre, model uyumunu iyileştirmek amacıyla bazı ifadelerin modelden çıkarılması ve modifikasyon indeksleri doğrultusunda, e16-e15, e30-e31, e38-e41, e26-e25 hata terimleri arasında kovaryans ilişkisi kurulması önerilmiştir. Bu gerekli değişiklikler uygulandıktan sonra model yeniden çözümlenmiş ve elde edilen model uyum indeks değerleri istenilen sınırlar içerisinde elde edilmiştir. Yapılan değişiklikler sonucunda oluşturulan modelin uyum iyiliği değerleri, şu şekilde elde edilmiştir: $\chi^2/df=782,542/359 = 2,180$, GFI= 0,873, RMSEA =0,058, CFI= 0,926 ve NFI= 0,872. **Tablo 3.4'**te araştırma kapsamında elde edilen uyum indeksi değerleri ve **Tablo 3.5'**te Yapısal Eşitlik Modeli'ndeki uyum indeksleri, ölçüm kriterleri ve eşik değerler sunulmaktadır.

Tablo 3.4: Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksi Değerleri

Uyum İstatistiği	χ^2/sd	GFI	RMSEA	CFI	NFI
Ölçüm Değeri	2,180	0,873	0,058	0,926	0,872

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

χ^2/sd Oranı (Chi-Squared/df Ratio): Doğrulayıcı Faktör Analizi'nde incelenen ilk uyum indeksi ölçütüdür. Bu testin amacı, mevcut veriler ile önerilen modelin uyumunu değerlendirmektir. **Tablo 3.4'**te gösterildiği üzere, bu oran 2,180 olarak hesaplanmıştır. **Tablo 3.5'e** göre, bu değer 2,5'ten düşük olması, modelin yüksek derecede uyumlu olduğunu göstermektedir (Tabachnick & Fidell, 2001, s. 737; Kline, 2005, s. 154-186).

Uyum İyiliği İndeksi (Goodness of Fit Index - GFI): Modelin örneklemdeki kovaryans matrisini ne ölçüde yansıttığını belirten ve modelin açıkladığı varyansı temsil eden önemli bir ölçüttür. **Tablo 3.4**'teki verilere göre, Doğrulayıcı Faktör Analizi sonucunda bu indeksin değeri 0,873 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, **Tablo 3.5**'te gösterildiği üzere, modelin kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığını ortaya koymaktadır (Chow, Snowden & McConnell, 2001, s. 407; Uğurlu & Arslan, 2019, s. 83; Karaman, 2023, s. 55).

RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation): Örneklem kovaryansı ile modelin tahmin ettiği kovaryans değerleri arasındaki uyumu değerlendirir ve bu değerlendirmede serbestlik derecesini göz önünde bulundurur. **Tablo 3.4**'te görüldüğü üzere, bu değer 0,058 olarak hesaplanmıştır. **Tablo 3.5**'teki verilere göre, 0,80'in üzerindeki değer, modelin iyi bir uyum sağladığını göstermektedir (Jöreskog & Sörbom, 1993, s. 124; Hu & Bentler, 1999, s. 14-15; Sümer, 2000, s. 61; Schumacker & Lomax, 2004, s. 76; Thompson, 2004, s. 130; Brown, 2006, s. 273; Steiger, 2007, s. 895; Hooper, Coughlan & Mullen, 2008, s. 54; Raykov & Marcoulides, 2008, s. 286).

Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comparative Fit Index - CFI): Çokluk ve diğerleri (2016), çalışmalarında artımlı uyum indekslerini sınıflandırarak, değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı varsayılan temel modelle kıyaslanmaktadır (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2016, s. 269). CFI, test edilen modelin gözlemlenen kovaryans matrisi ile alternatif model arasındaki üstünlüğünü değerlendirir. **Tablo 3.5**'te gösterildiği üzere, CFI, 0 ile 1 arasında değişir; değer ne kadar yüksekse, modelin uyumu o kadar iyidir. Araştırma kapsamında yer alan CFI değeri, **Tablo 3.4**'te 0,926 olarak belirtilmiş olup, kabul edilebilir bir uyumu göstermektedir (Hu & Bentler, 1999, s. 13; Sümer, 2000, s. 61; Chow, Snowden & McConnell, 2001, s. 407; Thompson, 2004, s. 130; Uğurlu & Arslan, 2019, s. 83; Karaman, 2023, s. 55).

Normlaştırılmış Uyum İndeksi (Normed Fit Index - NFI): Modelin veri ile ne kadar uyum sağladığını ölçen bir kriterdir ve "NFI" olarak kısaltılır. Bu indeksin değeri, **Tablo 3.4**'te görüldüğü üzere, 0,872 olarak hesaplanmıştır. **Tablo 3.5**'te görüldüğü üzere, bu ölçütün 0 ile 1 arasında değişen değerleri arasında 0,80'in

üzerindeki bir değer, modelin iyi bir uyum sağladığını ifade etmektedir (Uğurlu & Arslan, 2019, s. 83).

Model uyum istatistiklerinin örneklem büyüklüğü ve model karmaşıklığına duyarlılığı, uyum değerlerinin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken önemli bir unsurdur. Ki-kare istatistiği (χ^2), örneklem büyüklüğüne duyarlıdır; büyük örneklemelerde, Ki-kare değeri yükselir ve bu durum modelin uyum değerlerinin düşük görünmesine neden olabilir (Myers, Ahn & Jin, 2011). Bu nedenle, Ki-kare/serbestlik derecesi oranı (χ^2/df) örneklem büyüklüğünün etkisini azaltmak için yaygın olarak tercih edilmektedir (Wheaton, Muthen, Alwin & Summers, 1977). Bununla birlikte, GFI (Goodness of Fit Index) değeri de örnekleme duyarlıdır; örneklem büyüklüğü arttıkça GFI değeri yükselme eğilimindedir (Wang, Xu, Wang, Tan & Chen, 2020). Modelin karmaşıklığı ve yeni bir yöntem olarak denenmesi, GFI ve NFI değerlerini etkileyebilir. Karmaşık modeller genellikle indekslerin performansını sınırlayabilir ve yeni bir model olarak henüz tam anlamıyla optimize edilmemiş olabilir. Bunun yanı sıra, modelin literatürdeki diğer çalışmalara uygulanabilirliği, bu değerlerin sınırlamalarını dengeleyebilir. Bu bağlamda, birden fazla uyum indeksinin birlikte değerlendirilmesi önemlidir. RMSEA ve CFI değerleri (0,058 ve 0,926), modelin genel olarak kabul edilebilir bir uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, modelin genel uyumu göz önüne alındığında, söz konusu değerlerin çok yüksek olmaması, modelin performansını olumsuz etkilememektedir. Sonuç olarak, tüm model uyum indeksleri birlikte değerlendirildiğinde, modelin genel olarak kabul edilebilir bir uyum sağladığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3.5: Yapısal Eşitlik Modelindeki Uyum İndeksleri: Ölçüm Kriterleri ve Eşik Değerler

Uyum İndeksi	Kriterler	Kabul İçin Kesme Noktaları	Kaynak
χ^2	$p > 0.05$	-	-
χ^2 / Sd		$\leq 2 = \text{mükemmel uyum}$	Tabachnick & Fidell, 2001
		$\leq 2.5 = \text{mükemmel uyum}$ (küçük örneklemelerde)	Kline, 2005
		$\leq 3 = \text{mükemmel uyum}$ (büyük örneklemelerde)	Kline, 2005; Sümer, 2000
		$\leq 5 = \text{orta düzeyde uyum}$	Sümer, 2000
GFI/	0 (uyum yok)	≥ 0.80 $= \text{kabul edilebilir uyum}$	Snowden & McConnell, 2001, s. 407; Chow, Uğurlu & Arslan, 2019, s. 83; Karaman, 2023, s. 55
AGFI	1 (mükemmel uyum)	$\geq 0.95 = \text{mükemmel uyum}$	Hooper, Coughlan & Mullen, 2008; Sümer, 2000
RMSEA	0 (mükemmel uyum) 1 (uyum yok)	$\leq 0.05 = \text{mükemmel uyum}$	Jöreskog & Sörbom, 1993; Brown, 2006; Schumacker & Lomax, 2004; Raykov & Marcoulides, 2008; Sümer, 2000
		$\leq 0.06 = \text{iyi uyum}$	Hu & Bentler, 1999; Thompson, 2004
		$\leq 0.07 = \text{iyi uyum}$	Steiger, 2007
		$\leq 0.08 = \text{iyi uyum}$	Jöreskog & Sörbom, 1993; Sümer, 2000; Hooper, Coughlan & Mullen, 2008
		$\leq 0.10 = \text{zayıf uyum}$	Kelloway, 1989; Tabachnick & Fidell, 2001
CFI	0 (uyum yok)	≥ 0.80 $= \text{kabul edilebilir uyum}$	Chow, Snowden & McConnell, 2001, s. 407; Uğurlu & Arslan, 2019, s. 83; Karaman, 2023, s. 55
	1 (mükemmel uyum)	$\geq 0.95 = \text{mükemmel uyum}$	Hu & Bentler, 1999; Sümer, 2000; Thompson, 2004
NFI/	0 (uyum yok)	$\geq 0.80 = \text{iyi uyum}$	Uğurlu & Arslan 2019, s. 83

Kaynak: Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Pegem Yayınları. s.271-272; Karaman, M. (2023). Keşfedici ve Doğrulamalı Faktör Analizi: Kavramsal Bir Çalışma. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(1), s. 55; Chow, J. C. C., Snowden, L. R., & McConnell, W. (2001). A Confirmatory Factor Analysis of the BASIS-32 in Racial And Ethnic Samples. *The Journal of Behavioral Health Services & Research*, 28, 400-411. Uğurlu, C. T., & Arslan, C. (2019). A Study of Reliability and Validity of Union Attitude Scale. *Inonu University Journal of the Graduate School of Education*, 6(11), 80-90.

3.9.3. Hipotez Testleri

Araştırmada test edilen hipotezler, öznel norm, algılanan davranışsal kontrol, davranışa karşı tutum ve dijital okuryazarlığın alt boyutlarının bireylerin davranışsal niyetleri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu bağlamda, modelde yer alan değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler hipotez test sonuçlarıyla değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına dayalı olarak, **Tablo 3.6'**da tespit edilen doğrudan etkilerin (H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5) sonuçları, **Tablo 3.7'**de doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler ve **Tablo 3.8'**de arabuluculuk etkileri (H_{8a} , H_{8b}) sunulmaktadır. Bu etkiler, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına katkı sağlamak amacıyla incelenmiştir.

Öznel normlar, bireylerin sosyal çevresindeki beklentiler ve baskılar tarafından şekillendirilen bir dizi sosyal etkiyi ifade eder. Mühendislik fakültesi öğrencilerinin Endüstri 4.0 gibi yenilikçi teknolojilere olan ilgisi, bu çevrelerin beklentilerine uyum sağlama isteğiyle ilişkilidir. Akademik çevre ve iş dünyasından gelen beklentiler, öğrencilerin bu konudaki bilgi ve becerilerini geliştirmeleri konusunda motive edici bir rol oynamaktadır. Bu araştırmada test edilen **H_1 hipotezi** şu şekilde tanımlanmıştır: ***"Endüstri 4.0'a yönelik öznel norm, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir."*** Yapılan analizler sonucunda, **Tablo 3.6'**da görüldüğü üzere, bu hipotez kabul edilmiştir. Dolayısıyla, öğrencilerin Endüstri 4.0 teknolojilerine karşı olumlu davranışsal niyetler geliştirmelerinin, sosyal çevrelerinden ve beklentilerinden etkilendiği ortaya konulmuştur. Öznel normların, bireylerin bu alandaki bilgi ve becerilerini geliştirmelerine yönelik motivasyon sağlaması, öğrencilerin Endüstri 4.0 konusundaki tutumlarını olumlu yönde etkileyerek, kariyer hedefleri doğrultusunda daha aktif bir şekilde bu teknolojilere yönelmelerini teşvik edeceği öngörülmektedir. Bu bulgular, sosyal çevre ve normların etkisinin, mühendislik eğitimi alan öğrencilerin gelecekteki kariyer gelişimleri için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Algılanan davranışsal kontrol, bireylerin belirli bir davranışı gerçekleştirme konusundaki algılarını ifade etmektedir. Bu çalışmada algılanan davranışsal kontrol ölçeği olarak Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Test edilen **H_2 hipotezi** şu şekilde tanımlanmıştır: ***"Endüstri 4.0'a yönelik algılanan davranışsal kontrol,***

bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”

Yapılan analizler sonucunda **Tablo 3.6'**da görüldüğü üzere, bu hipotez reddedilmiştir. Hipotezin reddedilmesinin olası nedenleri arasında, öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili bilgilerini yeterli görmemeleri veya bu teknolojilerin uygulanabilirliği konusunda belirsizlik hissetmeleri olasıdır. Öğrencilerin belirli bir yetkinliğe ulaşmak için gerekli kaynaklara veya destek sistemlerine sahip olmamaları, algılanan davranışsal kontrol düzeylerini sınırlayabilmektedir. Yetersiz bilgi birikimi de öğrencilerin bu alanda daha az girişimde bulunmalarına neden olabilmektedir. Ayrıca, araştırmanın yeniliği ve ölçeğin kavramsal çerçeve olarak uygulanması, hipotezin reddedilmesinde etkili bir faktör olabilir. Sonuç olarak, algılanan davranışsal kontrolün etkisinin belirli koşullar altında değişkenlik gösterebileceği ve bu durumun çalışmanın bulgularıyla uyumlu olduğu değerlendirilmektedir.

Davranışa karşı tutumlar, bireylerin belirli bir konudaki olumlu veya olumsuz değerlendirmelerini ifade etmektedir. Endüstri 4.0'a yönelik olumlu bir tutum, öğrencilerin bu alanda bilgi edinme ve becerilerini geliştirme isteğini artırabilir. Öğrenciler, Endüstri 4.0 teknolojilerinin potansiyel faydalarını olumlu bir şekilde değerlendiriyorlarsa, bu teknolojilere yönelik daha güçlü bir davranışsal niyet sergileyebilirler. Özellikle, Endüstri 4.0'ın sunduğu iş ve kariyer olanaklarına yönelik olumlu tutumlar, öğrencilerin bu alanda daha fazla rol alma isteğini pekiştirebilir. Bu çalışmada test edilen ***H₃ hipotezi*** şu şekilde tanımlanmıştır: ***“Endüstri 4.0'a yönelik davranışa karşı tutum, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”*** Yapılan analizler sonucunda bu hipotez kabul edilmiştir. Hipotezin kabulü, öğrencilerin Endüstri 4.0 konusundaki olumlu tutumlarının, alandaki bilgi edinme ve beceri geliştirme isteklerini artırarak, davranışsal niyetlerini güçlendirdiğini göstermektedir. Öğrencilerin Endüstri 4.0'a dair olumlu bir tutum sergilemeleri, onların bu teknolojiye yönelik daha aktif ve istekli bir yaklaşım geliştireceklerini ortaya koymaktadır. Bu durum, öğrencilerin kariyer hedefleri doğrultusunda daha fazla fırsat değerlendirme ve ilgili alanda yer alma isteklerini artırmaktadır.

Dijital okuryazarlık, Endüstri 4.0 uygulamalarının başarısı için gereken temel becerilerden biridir. Yüksek dijital okuryazarlık seviyeleri, öğrencilerin

Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik davranışsal niyetlerini artırabilir. Çalışmada test edilen edilen ***H₄ hipotezi***, şu şekilde tanımlanmıştır: ***“Dijital okuryazarlık tutum alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”*** Bu hipotez reddedilmiştir. Hipotezin reddedilmesinin olası nedenleri, örneklemin dijital okuryazarlık seviyelerinin yetersiz olması ve katılımcıların demografik özellikleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının sonuçları etkileyebilmesi yer alabilir. Diğer taraftan, ***H₅ hipotezi***, şu şekilde tanımlanmıştır: ***“Dijital okuryazarlık teknik alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”*** Bu hipotez desteklenmiştir. Hipotezin desteklenmesi, dijital okuryazarlık teknik alt boyutunun bireylerin Endüstri 4.0 teknolojilerine daha güvenli ve etkili bir şekilde yaklaşmalarını sağladığını göstermektedir. Bu durum, bireylerin teknolojiye yönelik pozitif davranışsal niyetlerini artırmış ve teknolojiye uyum sağlama yeteneklerini güçlendirmiş olabilir. Ayrıca, teknik becerilerin geliştirilmesine yönelik eğitim ve uygulamalı deneyimlerin, bu ilişkinin pozitif yönde desteklenmesinde önemli bir rol oynadığı değerlendirilmektedir.

Çalışmada, dijital okuryazarlığın sosyal ve bilişsel alt boyutlarının Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyet üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada incelenen ***H₆ hipotezi***, şu şekilde tanımlanmıştır: ***“Dijital okuryazarlık sosyal alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”*** Hipotez, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ve bu nedenle analiz sürecinden çıkarılmıştır. Benzer şekilde, ***“Dijital okuryazarlık bilişsel alt boyutu, bireyin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetine pozitif yönde etki etmektedir.”*** şeklinde tanımlanan ***H₇ hipotezi***, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sonuç olarak, dijital okuryazarlığın özellikle teknik boyutunun, öğrencilerin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetlerini etkileyen önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Diğer alt boyutların etkisi ise belirli koşullarda farklılık gösterebilir. Bu durum, öğrencilerin Endüstri 4.0 teknolojilerine yaklaşımını şekillendiren faktörlerin daha derinlemesine incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dijital okuryazarlığın geliştirilmesi, mühendislik öğrencilerinin Endüstri 4.0 konusundaki tutumlarını olumlu yönde etkileyebilir.

Tablo 3.6: Modelin Doğrudan Etkilerine İlişkin Analiz Sonuçları

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Standardize β (Estimate)	Standart Hata (S.E.)	Kritik Değer T	Anlamlılık Düzeyi P	Hipotez	Hipotez Kabulü
Ok_Yaz_Tut	Dav_Tut	0,715	0,051	11,576	***		Kabul
Ok_Yaz_Tek	Dav_Tut	0,116	0,088	2,163	0,031		Kabul
Oz_Norm	Dav_Tut	0,038	0,031	0,820	0,412		Red
Dav_Tut	Dav_Niy	0,186	0,097	2,146	0,032	H3	Kabul
Oz_Norm	Dav_Niy	0,115	0,042	2,055	0,040	H1	Kabul
ADav_Kon	Dav_Niy	0,105	0,101	1,424	0,154	H2	Red
Ok_Yaz_Tut	Dav_Niy	-0,009	0,81	-0,099	0,921	H4	Red
Ok_Yaz_Tek	Dav_Niy	0,473	0,145	5,973	***	H5	Kabul

*** $p < 0.01$

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.6'dan görüldüğü üzere, çalışmada önerilen tüm etkilerin yer aldığı model analiz edildiğinde, **H_1 , H_3 , H_5 hipotezleri** kabul edilmiştir. **H_2** ve **H_4** ise desteklenememiştir. **Tablo 3.7'**den de görülebileceği üzere, arabulucu ilişkilerin anlamlılık değerleri $p < 0,05$ koşulunu karşılayamamaktadır. Bu nedenle, çalışmada önerilen arabulucu değişkenlerin kabul edilemediği söylenebilir.

Tablo 3.6'da yer aldığı üzere, okuryazarlığın tutum boyutunun davranışsal niyete doğrudan etkisi ($\beta = -0,009$; $p = 0,921$) bulunamasa da, toplam etkilere bakıldığında bu etkinin ($\beta = 0,124$; $p = 0,042$) anlamlı hale geldiği görülmektedir. **Tablo 3.7'**de dolaylı etkiler incelendiğinde ise, davranışa karşı tutumun okuryazarlığın tutum boyutuyla davranışsal niyet arasındaki ilişki üzerinde arabulucu bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($\beta = 0,133$; $p = 0,115$).

Tablo 3.7: Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler ile Anlamlılık Düzeyleri

İlişkiler (Paths)	Doğrudan Etkiler	Dolaylı Etkiler	Anlamlılık (P-Değeri)	Toplam Etkiler	Toplam Etkilerin Anlamlılığı (P-Değeri)
Ok_yaz_tut->Dav_Tut	0,715		***	0,715	0,021
Ok_yaz_tek->Dav_Tut	0,116		0,031	0,116	0,031
Oz_norm->Dav_Tut	0,038		0,412	0,038	0,441
Dav_Tut->Dav_Niy	0,186		0,032	0,186	0,127
Oz_norm->Dav_Niy	0,115		0,040	0,122	0,036
Adav_Kont->Dav_Niy	0,105		0,154	0,105	0,234
Ok_yaz_tut->Dav_Niy	-0,009		0,921	0,124	0,042
Ok_yaz_tek->Dav_Niy	0,473		***	0,495	0,002
Ok_yaz_tek->Dav_Tut->Dav_Niy		0,022	0,084		
Oz_norm->Dav_tut->Dav_Niy		0,007	0,321		
Ok_yaz_tut->Dav_tut->Dav_Niy		0,133	0,115		

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

İlerleyen aşamalarda, dijital okuryazarlığın tutum ve teknik boyutlarının, bireylerin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyeti üzerindeki etkilerinde davranışa karşı tutumun arabuluculuk rolü incelenmiştir. Dijital okuryazarlığın tutum ve teknik boyutlarının davranışsal niyet üzerindeki etkileri, öncelikle arabuluculuk etkisi dikkate alınmadan analiz edilmiştir. Ardından, dolaylı etkilerin anlamlılığı AMOS programında 200 yeniden örneklemeyle Bootstrap Tekniği kullanılarak test edilmiştir. Sonuçlar, doğrulanan hipotezleri ve arabuluculuk etkilerinin hangi koşullarda ortaya çıktığını göstermektedir. Analizlerin sonucunda, tüm değişkenler birlikte değerlendirildiğinde arabuluculuk etkisi anlamlı bulunmamış ve ilgili hipotez reddedilmiştir. Ancak, dijital okuryazarlığın tutum ve teknik boyutları ayrı ayrı ele alındığında arabuluculuk etkisi tespit edilmiştir. Özellikle, tutum ve teknik okuryazarlık değişkenleri, tam ve kısmi arabuluculuk etkileri göstermiştir. Bu bulgular, modeldeki değişkenlerin arabuluculuk rollerinin bağımsız değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Tablo 3.8: Modelin Arabuluculuk Etkilerine İlişkin Analiz Sonuçları

Bağımsız (Eksojen) Değişken	Bağımlı (Endojen) Değişken	Aracı Değişken	Standardize β (Estimate)	Standart Hata (S.E.)	Kritik Değer t	Anlamlılık Düzeyi p	Hipotez	Hipotez Kabulü
Ok_Yaz_Tut	Dav_Niy	Dav_Tut	0,758	0,051	11,576	***	H_{8a}	Kabul
Ok_Yaz_Tek	Dav_Niy	Dav_Tut	0,116	0,088	2,163	0,031	H_{8b}	Kabul

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.8, okuryazarlık tutum ve okuryazarlık teknik değişkenlerinin davranışsal niyet üzerindeki etkilerinin, davranışa karşı tutum aracılığıyla analiz edildiği bir arabuluculuk modeli sunmaktadır. **Tablo 3.8**'e göre, bağımsız ve aracı değişkenler üzerinden anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. ***H_{8a} hipotezi*** şu şekilde tanımlanmıştır: ***"Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık tutum boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir."*** Analiz sonuçları, hipotezin kabul edildiğini ve davranışa karşı tutumun dijital okuryazarlık tutumunun davranışsal niyet üzerindeki etkisinde tam bir aracı rol oynadığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, bireylerin davranışsal niyetlerini artırmak için öncelikle davranışa karşı tutumlarının olumlu yönde geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

H_{8b} hipotezi ise, ***"Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık teknik boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir"*** ifadesini içermektedir. Analiz sonuçları, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir; ancak etkinin düzeyi, ***H_{8a} hipotezi***nde değerlendirilen ilişkiye kıyasla daha düşük seviyededir. Bu durum, okuryazarlık teknik değişkeninin davranışsal niyete olan etkisinin büyük ölçüde doğrudan gerçekleştiğini ve davranışa karşı tutumun bu ilişki üzerinde yalnızca kısmi bir aracı rol üstlendiğini göstermektedir.

Ek olarak, ***"Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık sosyal boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir."*** şeklinde tanımlanan ***H_{8c} hipotezi*** ve ***"Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık bilişsel boyutu ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide arabulucu etkiye sahiptir."*** şeklinde tanımlanan ***H_{8d} hipotezi***, davranışa karşı tutumun arabulucu etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması nedeniyle analize dahil edilmemiştir. Bu, sosyal ve bilişsel boyutların etkisinin daha derinlemesine araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 3.8'in sonuçları, davranışa karşı tutumun okuryazarlık ile davranışsal niyet arasındaki ilişkide tam bir arabuluculuk rolü oynadığını ortaya koymaktadır. Okuryazarlık tutum değişkeninin okuryazarlık teknik değişkeninden daha güçlü bir etkisi olduğunu göstermektedir ($\beta = 0,758$). Bu bulgular, bireylerin davranışsal niyetlerini şekillendirmek için öncelikle davranışa karşı tutumlarını faktörlere

odaklanılmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, okuryazarlık teknik değişkeninin bireylerin davranışsal niyetleri üzerinde doğrudan önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık teknik boyutunun davranışsal niyet üzerindeki etkisinde kısmi bir aracılık rolü oynamaktadır; bu etki sınırlı olmakla birlikte anlamlı bir katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak, bireylerin davranışsal niyetlerini güçlendirmek için doğrudan etkilerle birlikte aracı mekanizmaların da dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

3.9.4. Modeldeki Bağımlı Değişkenlerle İlgili R^2 Değerleri

Çoklu Korelasyon (R^2), bağımlı değişkenin varyansının ne kadarının modeldeki bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını ölçen bir değerdir. Bu oran, bağımlı değişkenin tahmin edilebilirliğini gösterir. **Tablo 3.9**'teki R^2 değerlerine göre, modelin bağımsız değişkenlerin varyansını ne kadar açıkladığı görülebilmektedir.

Tablo 3.9: Modeldeki Bağımlı Değişkenlerle İlgili R^2 Değerleri

	R^2
Dav_Tut	0,599
Dav_Niy	0,471

Kaynak: Çalışmadan elde edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.9'daki bulgulara dayanarak, davranışa karşı tutum değişkenine ilişkin varyansın, davranışsal niyet değişkeni ile açıklanma oranı $R^2= 0,599$ olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, davranışsal niyet değişkeninin varyansının, davranışa karşı tutum değişkeni ile açıklanma oranı $R^2= 0,471$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, her iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermekte ve araştırmanın teorik çerçevesini desteklemektedir. Elde edilen bulgular, davranışsal niyetlerin tutumlarla güçlü bir etkileşim içinde olduğunu ve bu ilişkinin açıklayıcı gücünün yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Endüstri 4.0, sanayi ve ticaret alanında derin bir dönüşüm sürecini simgelemektedir. Artan küresel rekabet, hızla ilerleyen teknolojiler ve değişen tüketici talepleri, işletmeleri mevcut iş yapış şekillerini ve üretim süreçlerini yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır. Endüstri 4.0, yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti ve otomasyon gibi ileri teknolojilerin entegrasyonu sayesinde dönüşümü hızlandırmakta ve işletmelerin rekabetçi avantaj elde etmesine yardımcı olmaktadır. Bu süreçte, üretim süreçlerinin esnekliği, bireysel müşteri taleplerine uygun ürünler ve hizmetlerin geliştirilmesi ön plandadır. Ayrıca, teknoloji altyapısındaki eksiklikler, yeterli uzmanlığın olmaması ve veri güvenliği ile ilgili riskler, söz konusu evrimsel süreçte karşılaşılan temel engeller arasında yer almaktadır.

Endüstri 4.0, yalnızca işletmeler ve devletler için değil, eğitim ve öğretim kurumları için de büyük bir değişim yaratmaktadır. Küresel rekabetin ve teknolojik gelişmelerin hızla arttığı bir ortamda, öğrencilerin eğitim süreçlerini ve kariyer hedeflerini yeniden şekillendirmek üzere yeni beceriler edinmeleri gerekmektedir. Bu durumda, üniversitelerin ders içeriklerini gözden geçirip öğrencilere gerekli becerileri kazandırmaları ve staj ile iş birliği programları sayesinde pratik deneyim sunmaları oldukça önemlidir. Bu tür yaklaşımlar, öğrencilerin mezuniyet sonrası iş dünyasına daha hazırlıklı olmalarını sağlarken, Endüstri 4.0'ın sunduğu fırsatları etkili bir şekilde değerlendirmelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Dönüşüm sürecinde, özellikle üniversitelerin rolü oldukça kritiktir. Öğrencilerin yeni teknolojileri benimseme süreçlerinde kullanıcı kabulü ve güven, bu sürecin başarısını belirleyici bir faktördür. Bu bağlamda, teknolojiyi kabul etme süreçlerini anlamak hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar için ortak bir ilgi alanı olmuştur. Öğrencilerin bu süreçleri anlaması, kariyerlerinde başarıya ulaşmaları açısından belirleyici bir unsurdur.

Kullanıcıların yeni teknolojilere yönelik tepkilerini öngörebilmek amacıyla çeşitli modeller ve teoriler geliştirilmiştir. Planlı Davranış Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli, Yeniliğin Yayılması Teorisi ve Sosyal Bilişsel Teori gibi çerçeveler, kullanıcı davranışlarını anlamak ve tahmin etmek için sıkça başvurulan araçlardır. Yürütülen çalışmada, dijital dönüşüm bağlamında hedeflenen örneklemenin teknoloji

kabul süreçlerinin analizi amacıyla çeşitli teorik modellere odaklanılmıştır. Bu bağlamda, Planlı Davranış Teorisi (PDT) tercih edilmiştir; bu teori, kullanıcıların niyetlerini ve davranışlarını belirleyen faktörleri kapsamlı bir şekilde ele alabilme kapasitesine sahiptir. PDT, bireylerin belirli bir davranışı gerçekleştirme niyetlerini tutumlar, öznel normlar ve algılanan davranışsal kontrol gibi unsurlar üzerinden açıklayarak teknoloji kabul süreçlerinde daha derin bir anlayış sunmaktadır. Dolayısıyla, çalışmanın analiz boyutunda PDT'nin kullanılması, kullanıcıların teknolojiye yönelik niyetlerini ve kabul süreçlerini daha bütüncül bir perspektifle incelemeye olanak tanımıştır.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0'a yönelik bireylerin davranışsal niyetlerini belirleyen faktörlerin modellenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın kapsamı, Endüstri 4.0 farkındalığı ve kabul süreçlerini incelemek amacıyla Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde eğitim görmekte olan öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Nicel bir paradigmada ve tarama türünde betimsel bir yöntemle yürütülen bu çalışmada, veriler anket yoluyla toplanmıştır. Çalışma grubu, çeşitli sınıf seviyelerindeki öğrencilerden oluşmuş ve demografik bilgilerin yanı sıra, Endüstri 4.0 kavramlarına ilişkin öznel normları, algılanan davranışsal kontrolleri, tutumları, davranışsal niyetleri ve dijital okuryazarlık seviyelerini ölçen altı bölümden meydana gelen bir anket kullanılmıştır. Anket, 5'li Likert Ölçeği ile uygulanmıştır. Öğrencilerin Endüstri 4.0'ı benimseme süreçleri istatistiksel olarak incelenmiş; elde edilen veriler, öğrencilerin tutum ve niyetlerini belirleyerek Endüstri 4.0 benimseme sürecindeki zorlukları anlamaya yönelik önemli bilgiler sağlamıştır. Araştırma sonuçlarının, Endüstri 4.0'ın etkili bir şekilde benimsenmesi için gerekli politika ve stratejilerin oluşturulmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

Araştırmada yer alan demografik sorular, yaş, cinsiyet, bölüm ve sınıf seviyeleri değişkenlerini içermektedir. Yaş değişkeninin katılımcılar arasında anlamlı bir varyasyon göstermemesi nedeniyle bu veri analize dahil edilmemiştir. Benzer şekilde, cinsiyet açısından yapılan değerlendirmelerde anlamlı bir farklılık tespit edilmediğinden, bu değişken de analizlerin dışında tutulmuştur. Çalışma grubu yalnızca Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden olduğundan, bölüm bazında bir ayırım yapılmamış; ayrıca sınıf seviyesi değişkeninin katılımcılar

arasında anlamlı bir etki yaratmadığı gözlemlenerek bu değişken analizlere dahil edilmemiştir. Bu nedenle, araştırmanın temel odak noktası, diğer kritik değişkenler üzerine yönlendirilmiştir.

Çalışmada, Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) analizi tercih edilmiştir; bu yöntem, değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek ve model uyumunu değerlendirmek için güçlü bir istatistiksel araçtır. Araştırmanın temelini oluşturan geçerliliği ve güvenilirliği önceden test edilmiş ölçekler kullanıldığından, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) uygulanmıştır. DFA, gözlemlenen değişkenlerin faktör yapısını değerlendirmek amacıyla, "Maksimum Olasılık Yöntemi" çözüm yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Analiz, 362 kişilik örneklem grubunun verileri üzerinden yürütülmüş ve eksik veri içeren 13 gözlem veri seti analize dahil edilmemiştir. Geçerlilik ve güvenilirlik değerlendirmeleri, kullanılan ölçüm araçlarının kalitesini belirlemek amacıyla yapılmış; bu süreçte Ortalama Çıkarılan Varyans (AVE), Cronbach Alpha, Kompozit Güvenilirlik (CR) ve Yapılar Arası Korelasyon Matrisi gibi ölçütler kullanılmıştır. DFA için IBM SPSS ve AMOS 24.0 sürümleri tercih edilmiştir.

Analiz sonuçları, dijital okuryazarlığın bilişsel ve sosyal boyutlarının güvenilirlik ve geçerlilik açısından yeterli olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, bu boyutlara ait değişkenler modelden çıkarılmıştır. Çalışmada, yapı geçerliliğini sağlamak için belirli standartların karşılanması beklenmiş, çoğu değişken bu standartlara uygun bulunmuştur. Ayrıca, ölçeklerin güvenilirliği yüksek iç tutarlılık değerleriyle desteklenmiştir. Yakınsak geçerlilik açısından genel olarak kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, bazı değişkenler arasında beklenenden yüksek korelasyonlar gözlemlenmiş ve bu durum, değişkenlerin aynı boyut altında yer almasından kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Genel olarak model, geçerlilik ve güvenilirlik kriterlerini büyük ölçüde sağlamış ve önerilen yapı için yeterli bulunmuştur.

Elde edilen model uyum değerleri ise şu şekildedir: $\chi^2/df= 2,180$, GFI= 0,873, RMSEA= 0,058, CFI= 0,926 ve NFI= 0,872. Bu değerlerin genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde yer almaktadır. Özellikle RMSEA ve GFI değerleri, modelin iyi bir uyum gösterdiğini desteklerken, χ^2/df oranının 2'nin biraz üzerinde olması kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, çalışmada

kullanılan 362 kişilik büyük örneklem, analizlerin güvenilirliğini artırmakta ve sonuçların genelleştirilebilirliğini sağlamaktadır. Sonuç olarak, gerçekleştirilen Doğrulayıcı Faktör Analizi ve model iyileştirmeleri, modelin genel uyum iyiliği kriterlerini başarıyla karşıladığını göstermektedir. Bu bulgular, araştırmada kullanılan ölçeklerin ve faktör yapılarının geçerliliğini ve güvenilirliğini desteklemekte, modelin sağlam ve güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma, mühendislik fakültesi öğrencilerinin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetlerini etkileyen çeşitli faktörleri kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Özel normların, öğrencilerin sosyal çevrelerinden gelen beklentilere uyum sağlama isteğiyle olumlu niyetler geliştirmelerini teşvik ettiği bulgusu desteklenmiştir. Bununla birlikte, algılanan davranışsal kontrolün etkisinin, öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi eksiklikleri ve belirsizlikler nedeniyle sınırlı olabileceği gözlemlenmiştir. Araştırmanın yeniliği, elde edilen bulguların geçerliliğini etkileyen bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Davranışa yönelik tutumların, Endüstri 4.0'a yönelik olumlu bir tutum geliştiren öğrencilerin niyetlerini güçlendirdiği ortaya konulmuş; dijital okuryazarlığın teknik boyutunun, öğrencilerin Endüstri 4.0'a dair davranışsal niyetleri üzerindeki olumlu etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çalışmada dijital okuryazarlığın sosyal ve bilişsel alt boyutlarının Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyet üzerindeki etkisi incelenmiş, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bunun yerine, dijital okuryazarlığın teknik boyutunun, öğrencilerin Endüstri 4.0'a yönelik davranışsal niyetlerini etkileyen önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, davranışa karşı tutum, dijital okuryazarlık tutumunun davranışsal niyet üzerindeki etkisinde tam aracı rol oynamakta, teknik boyut için ise kısmi bir aracı rol üstlenmektedir. Diğer alt boyutların etkisinin anlamlı olmaması, sosyal ve bilişsel boyutların daha derinlemesine araştırılması gerektiğini önermektedir. Sonuç olarak, dijital okuryazarlık ile olumlu tutumların birleşimi, öğrencilerin davranışsal niyetlerini güçlendirme potansiyeline sahipken, bu alandaki daha kapsamlı araştırmaların gerekliliği vurgulanmaktadır.

Modelde, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin gücünü daha iyi anlamak için R^2 değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre,

davranışa karşı tutum değişkeni, davranışsal niyet üzerinde güçlü bir etkiye sahip olup modelde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, davranışsal niyet değişkeni, davranışa karşı tutum değişkeni üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmasına rağmen, bu etki daha düşük düzeydedir. Bu bulgular, davranışa karşı tutum ve davranışsal niyet arasındaki etkileşimi anlamak ve davranışsal niyetleri etkileyen temel faktörleri değerlendirmek için önemli bir temel sunmaktadır.

Öğrencilerin Endüstri 4.0'a yönelik farkındalık ve kabul süreçlerinin kapsamlı bir incelemesi, yükseköğretim kurumlarının bu alandaki rolünü belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu çalışma, üniversitelerin beşerî sermaye üzerindeki katkısını, özellikle Endüstri 4.0 bağlamında, öğrencilerin dijital okuryazarlık ve teknik becerilerle donatılmasının ne denli kritik bir unsur olduğunu vurgulamaktadır. Endüstri 4.0'ın beşerî sermaye üzerindeki önemi, öğrencilerin iş gücü piyasasında rekabet edebilirliğini artırmakla birlikte, aynı zamanda dijital dönüşüm sürecine etkin bir şekilde katılımlarını da mümkün kılmaktadır.

Yükseköğretim kurumları, öğrencilere yönelik kapsamlı eğitim programları ve stratejiler geliştirme ihtiyacını giderek daha fazla hissetmektedir. Örneğin, üniversitelerin mühendislik ve teknoloji bölümlerinde, Endüstri 4.0 kapsamında robotik, yapay zekâ ve veri analitiği gibi konularda derslerin müfredata dahil edilmesi, hibrit öğrenme yöntemlerinin benimsenmesi, öğrencilerin bu alanlardaki bilgi ve becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, öğrencilerin projeler ve stajlar aracılığıyla gerçek dünya deneyimi kazanmaları, teorik bilginin pratiğe dönüşmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, yükseköğretim kurumlarının, dijital ve teknik becerilerle desteklenmiş beşerî sermayeyi geliştirmeye yönelik faaliyetlerde bulunması büyük bir önem taşımaktadır. Eğitim programlarının, Endüstri 4.0'ın gerektirdiği beceri setlerini ve dijital okuryazarlığı içerecek şekilde güncellenmesi, öğrencilerin teknolojik gelişmeleri etkin bir şekilde benimsemeleri için gerekli bilgi ve yetkinlikleri kazanmalarını sağlayacaktır.

Son olarak, arabuluculuk rollerinin etkili bir şekilde belirlenmesi ve uygulanması için daha fazla araştırma yapılması, bu alandaki bilgi birikiminin artmasına ve uygulama stratejilerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır. Araştırmalar, öğretim yöntemlerinin ve müfredatların geliştirilmesi açısından, öğrenci geri bildirimlerini dikkate alarak sürekli bir iyileştirme sürecini

tetiklemelidir. Bu alışmalar, sadece akademik başarıyı değil, aynı zamanda öğrencilerin kariyerlerine yön verme kapasitesini de artıracaktır. Böylece, Endüstri 4.0 bağlamında yetişmiş bireyler, gelecekteki iş gücü pazarında etkin ve yetkin bir şekilde yer alabileceklerdir.



KAYNAKÇA

- Ab Hamid, M. R., Sami, W., & Sidek, M. M. (2017). Discriminant Validity Assessment: Use of Fornell & Larcker Criterion Versus HTMT Criterion. *In Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Acioli, C., Scavarda, A., & Reis, A. (2021). Applying Industry 4.0 Technologies in the COVID-19 Sustainable Chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(5), 988-1016.
- Agrawal, D., Bernstein, P., Bertino, E., Davidson, S., Dayal, U., Franklin, M., ... & Widom, J. (2011). Challenges and Opportunities with Big Data 2011-1. *Cyber Center Technical Reports*, 1.
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Ajzen, I. (2020). The Theory of Planned Behavior: Frequently Asked Questions. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(4), 314-324.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1975). A Bayesian Analysis of Attribution Processes. *Psychological Bulletin*, 82(2), 261.
- Akbaba, A. İ. (2018). *Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçümlemesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aktimur, B., & Gökpınar, E. (2015). Katmanlı Üretimin Havacılıktaki Uygulamaları. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3(2), 463-469.
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3(4), 16-21.
- Al-Tarawneh, J. M. (2019). Technology Acceptance Models and Adoption of Innovations: A Literature Review. *International Journal of Scientific Research*, 9(8), 833-857.
- Arkorful, V. E., Hammond, A., Lugu, B. K., Basiru, I., Sunguh, K. K., & Charmaine-Kwade, P. (2022). Investigating the Intention to Use Technology among Medical Students: An Application of An Extended Model of the Theory of Planned Behavior. *Journal of Public Affairs*, 22(2), e2460.
- Avcı, A. F., & Taşdemir, Ş. (2019). Artırılmış ve Sanal Gerçeklik ile Periyodik Cetvel Öğretimi. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 18(2), 68-83.

- Aydınbaş, G., & Erdiñ, Z. (2023). Endüstri 4.0 Yolunda Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Sakarya İktisat Dergisi*, 12(2), 187-21.
- Aydoğan, E., & Semiz, S. (2004). İşletmelerde Teknoloji Yönetimi Bağlamında İleri Üretim Teknolojileri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11), 115-133.
- Bahadır, Ö. (2018). *Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Girişimcilik Niyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward A Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.
- Başar, R. (2023). Dijital Dönüşümde Güncel Yaklaşımlar: Türkiye ve Dünya Örnekleri. *Yönetim Bilişim Sistemleri: İşletmelerde Dijital Dönüşüm Yönetimi* içinde (s. 125-162).
- Bayrakçeken, S., Oktay, Ö., Samancı, O., & Canpolat, N. (2021). Motivasyon Kuramları Çerçevesinde Öğrencilerin Öğrenme Motivasyonlarının Arttırılması: Bir Derleme Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 677-698.
- Bayraktar, Ş. (2019). *Bilgi Uzmanlarının Bilgi Teknolojisi Kullanımının Teknoloji Kabul Modeli ile İncelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Burdur: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bensalem, S., Gallien, M., Ingrand, F., Kahloul, I., & Thanh-Hung, N. (2009). Designing Autonomous Robots. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 16(1), 67-77.
- Bettiol, M., Capestro, M., De Marchi, V., Di Maria, E., & Sedita, S. R. (2020). Industrial Districts and the Fourth Industrial Revolution. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 31(1), 12-26.
- Bilişim Sanayicileri Derneği [TUBİSAD]. (2022). Kasım 25, 2024 tarihinde <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/DDE-2022-Raporu-Final.pdf> adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı [UNDP]. (2021). Kasım 25, 2024 tarihinde <https://www.undp.org/tr/turkiye/press-releases/model-fabrikalar-turkiyede-verimliliği-artiriyor> adresinden alındı
- Bojana, N., Jelena, I., Suzic, N., Branislav, S., & Aleksandar, R. (2017). Predictive Manufacturing Systems in Industry 4.0: Trends, Benefits and Challenges. *In Proceedings of 28th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*, s. 796-802. Vienna: DAAAM International.

- Bolden, R. (2004). *What is Leadership*. Centre for Leadership Studies, University of Exeter.
- Bose, S., Dey, S. K., & Bhattacharjee, S. (2023). Big Data, Data Analytics and Artificial Intelligence in Accounting: An Overview. *Handbook of Big Data Research Methods*, 32-51.
- 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 Information and Communication Engineering*, 8(1), 37-44.
- Brock, J. K. U., & Von Wangenheim, F. (2019). Demystifying AI: What Digital Transformation Leaders Can Teach You About Realistic Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 110-134.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research, Second Edition*. New York: The Guilford Press.
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.
- Carpanzano, E., & Jovane, F. (2007). Advanced Automation Solutions for Future Adaptive Factories. *CIRP Annals*, 56(1), 435-438.
- Cetindamar, D., Abedin, B., & Shirahada, K. (2021). The Role of Employees in Digital Transformation: A Preliminary Study on How Employees' Digital Literacy Impacts Use of Digital Technologies. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Chai, C. S., Chiu, T. K., Wang, X., Jiang, F., & Lin, X. F. (2022). Modeling Chinese Secondary School Students' Behavioral Intentions to Learn Artificial Intelligence with the Theory of Planned Behavior and Self-Determination Theory. *Sustainability*, 15(1), 605.
- Chalmers, D., MacKenzie, N. G., & Carter, S. (2021). Artificial Intelligence and Entrepreneurship: Implications for Venture Creation in the Fourth Industrial Revolution. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 45(5), 1028-1053.
- Chen, L., Jiang, M., Jia, F., & Liu, G. (2021). Artificial Intelligence Adoption in Business-to-Business Marketing: Toward a Conceptual Framework. *Journal of Business & Industrial Marketing*.
- Cheng, E. W. (2019). Choosing Between the Theory of Planned Behavior (TPB) and the Technology Acceptance Model (TAM). *Educational Technology Research and Development*, 67, 21-37.
- Chhetri, S. R., Faezi, S., Rashid, N., & Al Faruque, M. A. (2018). Manufacturing Supply Chain and Product Lifecycle Security in the Era of Industry 4.0. *Journal of Hardware and Systems Security*, 2(1), 51-68.

- Chow, J. C. C., Snowden, L. R., & McConnell, W. (2001). A Confirmatory Factor Analysis of the BASIS-32 in Racial and Ethnic Samples. *The Journal of Behavioral Health Services & Research*, 28, 400-411.
- Christensen, C. M., Johnson, C. W., & Horn, M. B. (2008). *Disrupting Class: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns*. McGraw-Hill.
- Cohen, Y., Faccio, M., Pilati, F., & Yao, X. (2019). Design and Management of Digital Manufacturing and Assembly Systems in the Industry 4.0 Era. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105, 3565-3577.
- Cong-Lem, N. (2022). Unravelling Cultural-Historical Activity Theory (CHAT): Leontiev's and Engeström's Approaches to Activity Theory. *Knowledge Cultures*, 10(1).
- Cooke, R., & Sheeran, P. (2004). Moderation of Cognition-Intention and Cognition-Behaviour Relations: A Meta-Analysis of Properties of Variables from the Theory of Planned Behaviour. *British Journal of Social Psychology*, 43(2), 159-186.
- Coşkun, S., Kayıkcı, Y., & Gençay, E. (2019). Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision. *Technologies*, 7(1), 10.
- Çapcıoğlu, İ., & Anık, H. (2021). Sanayi Devrimi'nden Endüstri 4.0'a: Dijitalleşme ve Dijital Dünyada Dinin Statüsü. *Tevilat*, 2(1), 27-43.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 9-26.
- Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (031), 53-70.
- Çelik, K. (2019). *Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli: Uzaktan Eğitim Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü.
- Çelik, K., & Özkan, A. (2017). Eklemeli İmalat Yöntemleri ile Üretim ve Onarım Uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 107-121.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Davis, F. D. (1985). *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing*. Doctoral Thesis. USA: Wayne State University, Massachusetts Institute of Technology.

- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 319-340.
- De Paula Ferreira, W., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A. (2020). Simulation in Industry 4.0: A State-of-the-Art Review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106868.
- Demir, K. (2006). Rogersın Yeniliğin Yayılması Teorisi ve İnternette Ders Kaydı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 47(47), 367-391.
- Demirkol, İ., & Özcan, S. (2018). Endüstri 4.0 ve Çağrı Merkezi Hizmetlerini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(3), 273-294.
- Derlek, A. (2020). *Kripto Para Kullanımını Etkileyen Faktörlerin Teknoloji Kabul Modeli ile Analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yalova: Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi [DESI]. (2021). Kasım 25, 2024 tarihinde <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> adresinden alındı
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020). Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(38), 58-81.
- Doğru, G. M. (2019). *Teknoloji Kabul Modelinin Yenilikçi İş Davranışı Üzerindeki Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası [EBSO]. (2015). *Sanayi 4.0*. İzmir: Ege Bölgesi Sanayiciler Odası Araştırma Müdürlüğü.
- Ennis, C., Barnett, N., De Cesare, S., & Lander, R. (2018). A Conceptual Framework for Servitization in Industry 4.0: Distilling Directions for Future Research. *A Conceptual Framework for Servitization in Industry*, 4.
- Erbaş, Ç., & Demirel, V. (2014). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Google Glass Örneği. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 3(2), 8-16.
- Erboz, G., Yumurtacı Hüseyinoğlu, I. Ö., & Szegedi, Z. (2022). The Partial Mediating Role of Supply Chain Integration between Industry 4.0 and Supply Chain Performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 27(4), 538-559.
- Erçağ, G. Ş. (2018). *4. Endüstri Devrimi İçin Yol Haritası Belirlenmesinde Farklı Ülke Örneklerinin İncelenmesi ve Türkiye İçin Model Önerisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Erener, Ş., & Boz, S. (2021). Modern Üretim Tekniklerinde Eklemeli İmalat Sistemlerinin Yeri ve Kullanım Alanları. *Turkish Journal of Fashion Design and Management*, 3(1), 47-56.
- Erro-Garcés, A. (2019). Industry 4.0: Defining the Research Agenda. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1858-1882.
- Fırat, O. Z., & Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2), 211-223.
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating Structural Equation Models With Unobservable Variables And Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Kumar, A., & Kumar, V. (2020). Performance Measurement for Supply Chains in the Industry 4.0 Era: A Balanced Scorecard Approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(4), 789-807.
- Gedik, Ö. (2019). *Endüstri 4.0'ın Teknoloji Kabul Modeli Çerçevesinde Sağlık Sektörüne Yansımaları: Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Genç, S. (2018). *Bir İleri Teknoloji Fabrikasının Dördüncü Sanayi Devrimine Uyumu*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ghobakhloo, M., & Iranmanesh, M. (2021). Digital Transformation Success under Industry 4.0: A Strategic Guideline for Manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(8), 1533-1556.
- Glanz, K. E., Lewis, F. M. E., & Rimer, B. K. (1990). *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. Jossey-Bass/Wiley.
- Gökhan, Ö. (2020). Eklemeli Üretim Teknolojileri Üzerine Bir Derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 606-621.
- Göl, M. (2020). *Türkiye'de Küçük ve Orta Boy İşletmelerde Muhasebe Bilgi Sistemi Temelinde Bulut Bilişim Kullanım ve Uygulanabilirliğinin Teknoloji Kabul Modeli Yaklaşımıyla Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Griffin, R. W., Phillips, J. M., & Gully, S. M. (2020). *Organizational Behavior: Managing People and Organizations*. CENGAGE Learning.
- Grimheden, M., & Törngren, M. (2005). How Should Embedded Systems Be Taught? Experiences and Snapshots from Swedish Higher Engineering Education. *ACM SIGBED Review*, 2(4), 34-39.

- Grimheden, M., & Törngren, M. (2005). What is Embedded Systems and How Should It Be Taught?---Results from A Didactic Analysis. *ACM Transactions on Embedded Computing Systems (TECS)*, 4(3), 633-651.
- Gueye, M. L., & Exposito, E. (2020). University 4.0: The Industry 4.0 Paradigm Applied to Education. In *IX Congreso Nacional de Tecnologías en la Educación*.
- Gülseren, A., & Sağbaş, A. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(2), 1-5.
- Gümüšoğlu, E. K. (2017). Yükseköğretimde Dijital Dönüşüm. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 30-42.
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Gürgöze, G., & Türkoğlu, İ. (2019). Kullanım Alanlarına Göre Robot Sistemlerinin Sınıflandırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(1), 53-66.
- Gürsakal, S. (2019). *Sosyal Bilimlerde SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Teknikleri*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Gyasi, J. F., Zheng, L., & Zhou, Y. (2021). Perusing the Past to Propel the Future: A Systematic Review of STEM Learning Activity Based on Activity Theory. *Sustainability*, 13(16), 8828.
- Hackney, M. S. (2021). *Industry 4.0 Impacts on US Food Industry Executive Self-Directed Learning*. USA: University of Southern California.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis: Pearson New International Edition PDF Ebook*. Pearson Higher Ed.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., & Anderson, R.E. (2014). *Exploratory Factor Analysis. Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall.
- Hair, JR, J.F., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139-151.
- Hammer, M., & Champy, J. (2009). *Reengineering the Corporation: Manifesto for Business Revolution*. A. Zondervan.
- Handoko, B. L., Lindawati, A. S. L., & Mustapha, M. (2021). Model of Planned Behavior and Social Cognitive to Predict Financial Auditor Acceptance on Technology in Industry 4.0 Era. In *Proceedings of the 2021 5th International Conference on E-Business and Internet*, s. 132-141.
- Hashim, N. H., & Jones, M. L. (2007). *Activity Theory: A Framework for Qualitative Analysis*.

- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, s. 3928-3937. IEEE.
- Hewavitharana, T., Nanayakkara, S., Perera, A., Perera, P. (2021). Modifying the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) Model for the Digital Transformation of the Construction Industry from the User Perspective. *Informatics*, 8, 81.
- Hımmetoglu, B., Ayduğ, D., & Bayrak, C. (2020). Education 4.0: Defining the Teacher, the Student, and the School Manager Aspects of the Revolution. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21 (Special Issue-IODL), 12-28.
- Holden, H., & Rada, R. (2011). Understanding the Influence of Perceived Usability and Technology Self-Efficacy on Teachers' Technology Acceptance. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 343-367.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Hyun Park, S., Seon Shin, W., Hyun Park, Y., & Lee, Y. (2017). Building a New Culture for Quality Management in the Era of the Fourth Industrial Revolution. *Total Quality Management & Business Excellence*, 28(9-10), 934-945.
- Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2018). Business Model Innovation through Industry 4.0: A Review. *Procedia Manufacturing*, 22, 4-10.
- Irmak, R. (2023). *Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Esnek Çalışma Uygulamalarına ve İnsan Kaynakları Yönetiminin Dönüşümüne Etkilerinin Covid- 19 Krizi Bağlamında İncelenmesi: Endüstri 4.0 Eksenli İşletmeler Örneği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ismail, N. A., Abd Wahid, N., Yusoff, A. S. M., Wahab, N. A., Abd Rahim, B. H., Abd Majid, N., ... & Zakaria, R. (2020). The Challenges of Industrial Revolution (IR) 4.0 Towards the Teacher's Self-Efficacy. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1529, 4, s. 042062. Bristol: IOP Publishing.
- Ivancevich, J. M., Matteson, M. T., & Konopaske, R. (1990). *Organizational Behavior and Management*.
- Jones, S. T. (2011). *Technology Integration in the Teaching and Learning Process in Career and Technical Education Programs In North Carolina*. North Carolina State University.

- Joo, Y. J., Park, S., & Lim, E. (2018). Factors Influencing Preservice Teachers' Intention to Use Technology: TPACK, Teacher Self-efficacy, and Technology Acceptance Model. *Educational Technology & Society*, 21(3), 48–59.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS Command Language*. Scientific Software International.
- Jugembayeva, B., & Murzagaliyeva, A. (2022). Physics Students' Innovation Readiness for Digital Learning within the University 4.0 Model: Essential Scientific and Pedagogical Elements That Cause the Educational Format to Evolve in the Context of Advanced Technology Trends. *Sustainability*, 15(1), 233.
- Karaman, M. (2023). Keşfedici ve Doğrulayıcı Faktör Analizi: Kavramsal Bir Çalışma. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(1), 47-63.
- Karoğlu, A. K., Bal, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 Sürecinde Türkiye’de Eğitimde Dijital Dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158.
- Kayar, A., Ayvaz, B., & Öztürk, F. (2018). Akıllı Fabrikalar, Akıllı Üretim: Endüstri 4.0’a Genel Bakış. In *International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech)*, s. 22-23.
- Kazancoglu, Y., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and Proposing a Road Map from Operations Management Perspective with Fuzzy DEMATEL. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), 891-907.
- Kazimirov, A. N. (2018, November). Education at University and Industry 4.0. In *2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, s. 1-6. IEEE.
- Kelloway, E. K. (1998). *Using LISREL for Structural Equation Modeling A Researcher's Guide*. USA: SAGE Publications.
- Kim, S., Choi, Y., & Lee, S. (2020). Emerging Business Opportunities Based-On Venture Capital Investment Data in the Fourth Industrial Revolution. *IEEE Access*, 8, 123419-123429.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. New York: The Guilford Press.
- Korkmaz, S., Arıkan, G., & Kurumlu, Y. (2021). Yeniliklerin Yayılması Teorisi Kapsamında İleri Tıbbi Teknolojik Cihazların Hekimler Tarafından Değerlendirilmesi: Bir Araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences/Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1).
- Kusmin, K. L., Tammets, K., & Ley, T. (2018). University-Industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0. *Ixd&a*, 38, 28-45.

- Lee, J. J., & Meng, J. (2021). Digital Competencies in Communication Management: A Conceptual Framework of Readiness for Industry 4.0 for Communication Professionals in the Workplace. *Journal of Communication Management*, 25(4), 417-436.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lichtenthaler, U. (2018). Beyond Artificial Intelligence: Why Companies Need to Go the Extra Step. *Journal of Business Strategy*.
- Lindsay, R., Jackson, T. W., & Cooke, L. (2011). Adapted Technology Acceptance Model for Mobile Policing. *Journal of Systems and Information Technology*, 13(4), 389-407.
- Lödding, H., Riedel, R., Thoben, K. D., Von Cieminski, G., & Kiritsis, D. (Eds.). (2017). Advances in Production Management Systems. *The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3-7, Proceedings, Part II*, 514. Springer.
- Manesh, M. F., Pellegrini, M. M., Marzi, G., & Dabic, M. (2020). Knowledge Management in the Fourth Industrial Revolution: Mapping the Literature and Scoping Future Avenues. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(1), 289-300.
- Marivate, V., Aghoghovwia, P., Ismail, Y., Mahomed-Asmail, F., & Steenhuisen, S. L. (2021). The Fourth Industrial Revolution-What Does It Mean to Our Future Faculty?. *South African Journal of Science*, 117(5-6), 1-3.
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption Challenges and Benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261.
- Mathieson, K. (1991). Predicting User Intentions: Comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Information Systems Research*, 2(3), 173-191.
- Mercan, N. (2015). Ajzen'in Planlanmış Davranış Teorisi Bağlamında Whistleblowing (Bilgi İfşası). *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 7(2), 1-14.
- Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 12(15), 6100.
- Mishra, S., & Tripathi, A. R. (2021). AI business Model: An Integrative Business pproach. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10(1), 1-21.
- Mohamad, E., Sukarma, L., Mohamad, N. A., Salleh, M. R., Rahman, M. A. A., Rahman, A. A. A., & Sulaiman, M. A. (2018). Review on Implementation of Industry 4.0 Globally and Preparing Malaysia for Fourth Industrial

- Revolution. *In The Proceedings of Design & Systems Conference* 28,2018, p. 2203. The Japan Society of Mechanical Engineers.
- Molino, M., Cortese, C. G., & Ghislieri, C. (2021). Technology Acceptance and Leadership 4.0: A Quali-Quantitative Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20), 10845.
- Moran, J. W., & Brightman, B. K. (2000). Leading Organizational Change. *Journal of Workplace Learning*, 12(2), 66-74.
- Murugaiyan, P., & Ramasamy, P. (2021). Analyzing Interrelated Enablers of Industry 4.0 for Implementation in Present Industrial Scenario. *Management Research Review*, 44(9), 1241-1262.
- Myers, N. D., Ahn, S., & Jin, Y. (2011). Sample Size and Power Estimates for A Confirmatory Factor Analytic Model in Exercise and Sport: A Monte Carlo Approach. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 412-423.
- Nadeem, A., Abedin, B., Cerpa, N., & Chew, E. (2018). Digital Transformation & Digital Business Strategy in Electronic Commerce-The Role of Organizational Capabilities. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 13(2), 1-8.
- Ng, W. (2012). Can We Teach Digital Natives Digital Literacy?. *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078.
- Ni, L., Ya, J., & Jing, Z. (2020). Organization of Online Chinese Teaching Activities in Township Primary Schools During the Epidemic: A Case Study Based on Activity Theory. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 220-224). IEEE.
- Nwaiwu, F., Duduci, M., Chromjakova, F., & Otekhile, C. A. F. (2020). Industry 4.0 Concepts within the Czech SME Manufacturing Sector: An Empirical Assessment of Critical Success Factors. *Business: Theory and Practice*, 21(1), 58-70.
- Ocak, O., & Albayrak, Ş. G. (2023). Endüstri 4.0'ın Türkiye'de Genç İstihdamına Olası Etkileri. *Journal of Academic Value Studies*, 9(1), 56-73.
- Olson, J. D., & Appunn, F. D. (2017). The Technology Adoption Process Model and Self-Efficacy of Distance Education Students. *Quarterly Review of Distance Education*, 18(2), 57-102.
- Ortt, R., Stolwijk, C., & Punter, M. (2020). Implementing Industry 4.0: Assessing the Current State. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 825-836.
- Özden, C. (2021). *Consumer Acceptance of Cryptocurrency: Integrating Amount of Information, Trust and Risk into the Technology Acceptance Model*. Master Thesis. İzmir: Dokuz Eylül University, Social Sciences Institute.

- 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).
- Özsoy, K., & Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Pamuk, N. S. (2019). *Endüstri 4.0 Sürecinin Teknoloji Kabul Modeli ve Teknolojik Yatkinlık Endeksi Çerçevesinde Davranışsal Açidan İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Penprase, B. E. (2018). The Fourth Industrial Revolution and Higher Education. *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*, 10(1), 978-981.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A Review of the Meanings and the Implications of the Industry 4.0 Concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Perez-Vega, R., Kaartemo, V., Lages, C. R., Razavi, N. B., & Männistö, J. (2021). Reshaping the Contexts of Online Customer Engagement Behavior via Artificial Intelligence: A Conceptual Framework. *Journal of Business Research*, 129, 902-910.
- Popkova, E. G., Ragulina, Y. V., & Bogoviz, A. V. (Eds.). (2019). *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*, (169), 249. Cham: Springer.
- Porter, M. E. (1980). *Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Competitive Strategy*. New York: Free.
- Prenkert, F. (2006). A Theory of Organizing Informed by Activity Theory: the Locus of Paradox, Sources of Change, and Challenge to Management. *Journal of Organizational Change Management*, 19(4), 471-490.
- Prince, J. D. (2014). 3D Printing: An Industrial Revolution. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 11(1), 39-45.
- Pulyaeva, V. N., Gibadullin, A. A., Zerkın, D. G., & Eismunt, V. V. (2020). Academic Motivation of Students in the Period of Digital Transformation of the Educational Environment. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1691, 1, p. 012215. IOP Publishing.
- Qin, S. F., & Cheng, K. (2017). Future Digital Design and Manufacturing: Embracing Industry 4.0 and Beyond. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 30(5), 1047-1049.

- Raji, I. O., Shevtshenko, E., Rossi, T., & Strozzi, F. (2021). Industry 4.0 Technologies As Enablers of Lean and Agile Supply Chain Strategies: An Exploratory Investigation. *The International Journal of Logistics Management*, 32(4), 1150-1189.
- Rajput, S., & Singh, S. P. (2019). Industry 4.0– Challenges to Implement Circular Economy. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1717-1739.
- Raptis, T. P., Passarella, A., & Conti, M. (2019). Data Management in Industry 4.0: State of the Art and Open Challenges. *IEEE Access*, 7, 97052-97093.
- Rauch, E., Spena, P. R., & Matt, D. T. (2019). Axiomatic Design Guidelines for the Design of Flexible and Agile Manufacturing and Assembly Systems for SMEs. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(1), 1-22.
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2008). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. Routledge.
- Rençber, S. Ö. (2019). *Büyük Veri Kullanımının Teknoloji Kabul Modeli ile İncelenmesi: Lisansüstü Eğitim Örneği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Robbins, S., Judge, T. A., Millett, B., & Boyle, M. (2017). Organisational Behaviour. Pearson (Fourteenth). *Essex: Pearson Education Limited*.
- Rodič, B. (2017). Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. *Organizacija*, 50(3), 193-207.
- Rogers, Everett M. (1971). *Diffusion of Innovations*. (Rev. Ed. of: Communication of Innovations). 2nd.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The Internet of Things: An Overview. *The Internet Society (ISOC)*, 80(15), 1-50.
- Rotatori, D., Lee, E. J., & Sleeva, S. (2021). The Evolution of the Workforce During the Fourth Industrial Revolution. *Human Resource Development International*, 24(1), 92-103.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Saad, S. M., Bahadori, R., & Jafarnejad, H. (2021). The Smart SME Technology Readiness Assessment Methodology in the Context of Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(5), 1037-1065.
- Saeedi, S. A. W., Sharifuddin, J., & Seng, K. W. K. (2020). Intention on Adoption of Industry 4.0 Technology among Small and Medium Enterprises. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 4472-4478.

- Sánchez, Á. M., Pérez-Pérez, M., & Vicente-Oliva, S. (2019). Agile Production, Innovation and Technological Cooperation: Overlapping Priorities of Manufacturing Firms. *Baltic Journal of Management*, 14(4), 597-615.
- Sarıtaş, S. (2023). *Dördüncü Sanayi Devriminin Yol Açtığı Değişimlerin Türk Yükseköğretim Sistemi Bağlamında Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. Psychology Press.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Currency.
- Seker, S. E. (2015). Motivasyon Teorisi (Motivation Theory). *Ybs Ansiklopedi* 2, (1), 22-26.
- Semiz, S., Okay, Ş., & Sekmen, Y. (2004). İşletmelerde İleri Üretim Teknolojilerinin Kullanım Nedenleri ve Otomotiv Sektöründe Bir Alan Araştırması. *Teknoloji*, 7(4).
- Senvar, O., & Akkartal, E. (2018). An Overview to Industry 4.0. *International Journal of Information. Business and Management*, 10(4), 50-57.
- Seong, B. H., & Hong, C. Y. (2022). Decision-Making in Virtual Reality Sports Games Explained Via the Lens of Extended Planned Behavior Theory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 592.
- Shajek, A., & Hartmann, E. A. (2023). *New Digital Work: Digital Sovereignty at the Workplace*. Springer Nature.
- Shiue, Y. M. (2007). Investigating the Sources of Teachers' Instructional Technology Use Through The Decomposed Theory of Planned Behavior. *Journal of Educational Computing Research*, 36(4), 425-453.
- Shrestha, N. (2020). Detecting Multicollinearity in Regression Analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 8(2), 39-42.
- Sığındı, T., & Kavak, B. (2015). Satın Alma Niyetinin Öngörüsünde Planlı Davranış Modeli'nin Farklı Ürün Sınıfları İçin Denenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 111-127.
- Silik, Y., & Aydın, F. (2021). Dijital Okuryazarlık ve Teknoloji Okuryazarlığı: Karşılaştırmalı Bir İnceleme. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(4), 17-34.
- Singh, F., & Kaur, M. (2016). Why Exporting Smes Switch Banks?. *Global Business Review*, 16(4), 652-664.
- Sony, M., & Naik, S. (2019). Key Ingredients for Evaluating Industry 4.0 Readiness for Organizations: A Literature Review. *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213-2232.

- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of Things for Smart Factories in Industry 4.0, A Review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 192-204.
- Soyal, B. (2019). *Ar-Ge Projelerindeki Kritik Başarı Faktörlerinin Algılanan Proje Performansı Üzerindeki Etkileri: Havacılık Sektöründe Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43-57.
- Steiger, J. H. (2007). Understanding the Limitations of Global Fit Assessment in Structural Equation Modeling. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 893-898.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 40, 536-541.
- Suhr, D. D. (2006). *Exploratory or Confirmatory Factor Analysis?*.
- Sujood, S., Ali, R., Arwab, M., & Hamid, S. (2023). Post-Pandemic Intention of the Tourism and Hospitality (T&H) Industry Employees Towards the Use of Information Technology. *Tourism and Hospitality Management*, 29(2), 279-295.
- Sukhodolov, Y. A. (2019). The Notion, Essence, and Peculiarities of Industry 4.0 As a Sphere of Industry. *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*, 3-10.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Örnek Uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları* 3(6), 49-73.
- Şahin, M. D., Söylemez, E. Y., & Koç, Y. D. (2016). Planlanmış Davranış Teorisi Çerçevesinde Aile İşletmelerinde Kurumsallaşma Sürecinin İrdelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 451-457.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018). Akıllı Fabrikalar. *Journal of Life Economics*, 5(4), 203-220.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics*. Allyn & Bacon. Needham Heights, MA.
- Taherdoost, H. (2018). A Review of Technology Acceptance and Adoption Models and Theories. *Procedia Manufacturing*, 22, 960-967.
- Tan, S. K., & Rajah, S. (2019). Evoking Work Motivation in Industry 4.0. *Sage Open*, 9(4), 2158244019885132.
- Tatlıoğlu, S. S. (2021). Öğrenmeye Sosyal-Bilişsel Bir Bakış: Albert Bandura. *Sosyoloji Notları*, 5(1), 15-30.

- Taylor, S., & Todd, P. (1995). Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience. *MIS Quarterly*, 561-570.
- Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing- A Review of Research Issues and Application Examples. *International Journal of Automation Technology*, 11(1), 4-16.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and Confirmatory Factor Analysis: Understanding Concepts and Applications*. Washington DC: American Psychological Association.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M. (1991). Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. *MIS Quarterly*, 125-143.
- Tosuntaş, Ş. B., & Çubukçu, Z. (2019). Yeniliklerin Yayılması Teorisi Bağlamında Öğretmen Adaylarının Bulut Teknolojisi Kullanımlarını Etkileyen Faktörler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 957-976.
- Tozkoparan, G., & Ernur, O. (2018). Dijital Dönüşüm Perspektifinde Endüstri 4.0 Sürecindeki İşletmelerin Karşılaştığı Durumlar Üzerine Bir Vaka Çalışması. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve İnovasyon Kongresi*, 385-397.
- Tratkowska, K. (2019). Digital Transformation: Theoretical Backgrounds of Digital Change. *Nauki o Zarzadzaniu*, 24(4).
- Tuptuk, N., & Hailes, S. (2018). Security of Smart Manufacturing Systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 47, 93-106.
- Türk Dil Kurumu [TDK]. (2024). *Türkçe Sözlük*. Ankara: TDK.
- Türk, F., & Lüy, M. (2021). Gömülü Sistemler ve Mühendislikte Uygulama Alanları. *International Journal of Engineering Research & Development (IJERAD)*, 13(3).
- Türkel, S., & Yeşilkuş, F. (2020). Dijital Dönüşüm Paradigması: Endüstri 4.0. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(5), 332-346.
- Uei, P. C., & Ho Vui Shing, J. (2021). Industrial Revolution 4.0: Are Students Ready for Education 4.0?. *Global Business & Management Research*, 13.
- Uğurlu, C. T., & Arslan, C. (2019). A Study of Reliability and Validity of Union Attitude Scale. *Inonu University Journal of the Graduate School of Education*, 6(11), 80-90.
- Ulukuş, K. S. (2024). Motivasyon Teorileri ve Lider Yöneticilik Unsurlarının Bireylerin Motivasyonuna Etkisi. *The Journal of Academic Social Science*, 25(25), 247-262.
- Ünver, M., & Canbay, C. (2010). Ulusal ve Uluslararası Boyutlarıyla Siber Güvenlik. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 438(1).

- Vasin, S., Gamidullaeva, L., Shkarupeta, E., Finogeev, A., & Palatkin, I. (2018). Emerging Trends and Opportunities for Industry 4.0 Development in Russia. *European Research Studies Journal*, 21(3), 63-76.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 425-478.
- Vereycken, Y., Ramioul, M., Desiere, S., & Bal, M. (2021). Human Resource Practices Accompanying Industry 4.0 in European Manufacturing Industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(5), 1016-1036.
- Wahl, D., & Münch, J. (2022). Turning Students into Industry 4.0 Entrepreneurs: Design and Evaluation of a Tailored Study Program. *Entrepreneurship Education*, 5(3), 225-259.
- Wang, K., Xu, Y., Wang, C., Tan, M., & Chen, P. (2020). A Corrected Goodness-of-Fit Index (CGFI) for Model Evaluation in Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 27(5), 735-749.
- Wang, L., & Wang, G. (2016). Big Data in Cyber-Physical Systems, Digital Manufacturing and Industry 4.0. *International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)*, 6(4), 1-8.
- Wang, Y. (2016). Big Opportunities and Big Concerns of Big Data in Education. *Tech Trends*, 60, 381-384.
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. F., & Summers, G. F. (1977). Assessing Reliability and Stability in Panel Models. *Sociological Methodology*, 8, 84-136.
- Williams, M. D., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2015). The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): A Literature Review. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(3), 443-488.
- Yang, F., & Gu, S. (2021). Industry 4.0, A Revolution That Requires Technology and National Strategies. *Complex & Intelligent Systems*, 7, 1311-1325.
- Yaşar, N., & Yücel, A. S. (2020). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Endüstri 4.0'a Yönelik Tutumlarının Teknoloji Kabul Modeliyle İncelenmesi (Fırat Üniversitesi Örneği). 6. *Uluslararası Ekonomi Yönetimi ve Pazar Araştırmaları Kongresi 28 Kasım 2020*, 26. içinde s. 26-32. İstanbul: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.

- Yeşil, A. (2016). Liderlik ve Motivasyon Teorilerine Yönelik Kavramsal Bir İnceleme. *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 158-180.
- Yıldırım, Y. (2020). Farklı Disiplinlerde Endüstri 4.0. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(21), 756-789.
- Yılmaz, M., & Kavanoz, S. (2017). Teknoloji Kabul ve Kullanım Birleştirilmiş Modeli-2 Ölçeğinin Türkçe Formunun Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Journal of Turkish Studies*, 12(32).
- Yılmaz, V., & Doğan, A. G. M. (2016). Planlanmış Davranış Teorisi Kullanılarak Önerilen Bir Yapısal Eşitlik Modeli ile Geri Dönüşüm Davranışlarının Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (Özel Sayı), 191-206.
- Yucel, U. A., & Gulbahar, Y. (2013). Technology Acceptance Model: A Review of the Prior Predictors. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 46(1), 89-109.
- Yunus, E. N. (2021). The Mark of Industry 4.0: How Managers Respond to Key Revolutionary Changes. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(5), 1213-1231.
- Zaman, U., Zahid, H., Habibullah, M. S., & Din, B. H. (2021). Adoption of Big Data Analytics (BDA) Technologies in Disaster Management: A Decomposed Theory of Planned Behavior (DTPB) Approach. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1880253.
- Zheng, L., Chen, N. S., Cui, P., & Zhang, X. (2019). A Systematic Review of Technology-Supported Peer Assessment Research: An Activity Theory Approach. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(5), 168-191.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616-630.
- Zhong, Y., Oh, S., & Moon, H. C. (2021). Service Transformation under Industry 4.0: Investigating Acceptance of Facial Recognition Payment through an Extended Technology Acceptance Model. *Technology in Society*, 64, 101515.

EKLER

EK 1: Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalığına İlişkin Anket Soruları

Bu anket formu, “Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalığı Arasındaki İlişki” başlıklı doktora tez çalışmasında veri toplamak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı, belirlenen örneklemin Planlı Davranış Teorisi’nden yararlanarak teknolojik öz yeterliklerini ve buna bağlı olarak Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) farkındalık düzeylerini ölçmektir.

Ankete vereceğiniz doğru bilgi ve görüşleriniz, Endüstri 4.0 uyum sürecine dair bilgi sahibi olmak, eksiklikleri belirlemek ve bu eksikliklere dair çözüm önerileri sunmak amacıyla önemlidir. Bu formda sırasıyla Demografik sorular, 2 sorudan oluşan Öznel Norm Ölçeği, 10 sorudan oluşan Endüstri 4.0 Kavramları Ölçeği, 16 sorudan oluşan Davranışa Karşı Tutum ve Davranışsal Niyet Ölçeği ve 17 sorudan oluşan Dijital Okuryazarlık Ölçeği yer almaktadır.

Anket formunu doldurmaya zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Cansu DOĞAN GİRĞİN

Doktora Öğrencisi

Bülent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. Sinan YILMAZ

Öğretim Üyesi

Bülent Ecevit Üniversitesi

DEMOGRAFİK SORULAR

1. Yaşınız:
2. Cinsiyetiniz:
() Kadın () Erkek
3. Bölümünüz:
4. Sınıfınız:
() 1. Sınıf () 2. Sınıf () 3. Sınıf () 4.Sınıf

Araştırmada Kullanılması Planlanan Öznel Norm Ölçeği					
Lütfen aşağıdaki soruları kendi düşünceleriniz doğrultusunda; 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle Katılıyorum seçeneklerinden birini tik (X) koyarak cevaplandırınız.					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
ÖN 1. Davranışımı etkileyen insanlar (hocalarım, arkadaşlarım, ailem) Endüstri 4.0 Teknolojilerini öğrenmem gerektiğini düşünüyor.					
ÖN 2. Görüşlerine önem verdiğim insanlar (hocalarım, arkadaşlarım, ailem) Endüstri 4.0 Teknolojilerini öğrenmem gerektiğini düşünüyor.					

Araştırmada Kullanılması Planlanan Algılanan Davranışsal Kontrol Ölçeği					
Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği					
Lütfen aşağıdaki soruları kendi düşünceleriniz doğrultusunda; 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle Katılıyorum seçeneklerinden birini tik (X) koyarak cevaplandırınız.					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Nesnelerin İnterneti hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.					
2. Büyük Veri ve Veri Analitiği hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.					
3. Öğrenen (Akıllı) Robotlar hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.					
4. Üç Boyutlu Yazıcılar hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.					
5. Bulut Bilişim Teknolojisi hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.					
6. Siber Fiziksel Sistemler hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.					
7. Siber Güvenlik hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.					
8. Sistem Entegrasyonu hakkında yetkinlik geliştirebileceğime inanıyorum.					
9. Yapay Zekâ hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.					
10. Karma Gerçeklik hakkında yetkinlik geliştirebileceğimi düşünüyorum.					

Araştırmada Kullanılması Planlanan Davranışa Karşı Tutum ve Davranışsal Niyet Ölçeği					
Lütfen aşağıdaki soruları kendi düşünceleriniz doğrultusunda; 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle Katılıyorum seçeneklerinden birini tik (X) koyarak cevaplandırınız.					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. DT. Mühendislik eğitimim boyunca, bazı yeni şeyler keşfetmeye, yaratmaya ve uzmanlaşmaya çalışıyorum.					
2.DT. Mühendislik eğitimim boyunca, profesyonel ve kişisel yetkinliklerimi geliştirmenin her zaman yeni yollarını aramayı düşünüyorum.					
3.DT. Yeni bilgi ve beceri edinme sürecini seviyorum.					
4.DT. Güncel kalmayı seviyorum, bu yüzden en son teknolojiyi her zaman destekliyorum.					
5.DT. Entelektüel yenilikler getirerek grup etkileşimlerinde yenilikçiliğin gerekli olduğuna inanıyorum.					
6.DT. Yenilikçi fikirleri pratik sonuçlara nasıl dönüştüreceğimi biliyorum.					
7.DT. Yeni teknolojiler öğrenmek, becerilerimin çoğunu uygulamaya koymama izin verir.					
8.DT. Yenilikleri uygulamak için teknolojinin nasıl çalıştığını anlamam gerektiğini düşünüyorum.					
9.DT. Üniversite öğrenim sürecimde yenilikçi bulduğum grup çalışmalarına katılmayı seviyorum.					
10.DT. Eğitim faaliyeti sürecinde yenilikçi tasarım, bence en iyi eğitim metodolojisi.					
11.DT. Hem kişisel hem de profesyonel hayatımda değişikliklere açığım.					
12. DN. Endüstri 4.0 Teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek bu eğitimleri almaya yönelik girişimde bulunmayı düşünüyorum.					
13. DN. Endüstri 4.0 Teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek eğitim almayı düşünüyorum.					
14. DN. Endüstri 4.0 Teknolojileri hakkında online kurslar almanın bana katkı sağlayacağını düşünüyorum.					
15. DN. Endüstri 4.0 Teknolojileri hakkında mezun oluncaya dek kütüphane kaynaklarını kullanmayı düşünüyorum.					
16. DN. Endüstri 4.0 Teknolojilerini içeren bir çalışma ortamında staj yapmayı planlıyorum.					

Dijital Okuryazarlık Ölçeği					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Tutum					
1. Öğrenme sürecinde dijital teknolojileri kullanmak hoşuma gider.					
2. Dijital teknolojileri kullanarak daha iyi öğrenirim.					
3. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek daha ilgi çekicidir.					
4. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek beni daha motive eder.					
5. Dijital teknolojileri kullanarak öğrenmek öz-yönetimli ve bağımsız olmamı sağlar.					
6. Öğrenme sürecinde mobil teknolojileri (cep telefonları, cep bilgisayarları, taşınabilir oyun araçları, tablet bilgisayarlar) kullanım potansiyelim yüksektir.					
7. Hocalarım ders anlatırken Endüstri 4.0 Teknolojilerine daha çok yer vermelidir.					
Teknik					
8. Karşılaştığım teknik problemleri nasıl çözeceğimi bilirim.					
9. Yeni teknolojilerin kullanımını kolaylıkla öğrenebilirim.					
10. Önemli olduğunu düşündüğüm yeni teknolojilere ayak uydurabilirim.					
11. Endüstri 4.0 Teknolojileri hakkında bilgim var.					
12. Öğrenmede ve yeni şeyler oluşturmada (Sunumlar, dijital hikâyeler, bloglar vb.) Endüstri 4.0 Teknolojilerini kullanmak için gerekli olan teknik becerilere sahibim.					
13. Endüstri 4.0 Teknolojilerini kullanma becerilerim iyidir.					
Bilişsel					
14. İnternette Endüstri 4.0 hakkında bilgi elde etmeye yönelik araştırma ve değerlendirme becerilerime güvenirim.					
15. İnternet tabanlı aktivitelerle ilgili konuları (Örn; nesnelerin interneti, yapay zekâ, akıllı robotlar vb.) bilirim.					
Sosyal					
16. Endüstri 4.0 Teknolojileri, proje çalışmalarında ve diğer öğrenme etkinliklerinde arkadaşlarım ile daha iyi iş birliği içinde çalışmamı sağlar.					
17. Öğrenme etkinliklerim için arkadaşlarımdan sıklıkla internet aracılığıyla (Zoom, Whatsapp, LinkedIn vb.) yardım alırım.					

Ek 2: Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 12.12.2023-385381

Kurum Kayıt Tarihi ve Sayısı:30.11.2023/382466	Protokol No:389
--	-----------------

30.11.2023



T.C

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARARI

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	Anket
BAŞLIK:	Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Teknolojik Öz Yeterlikler ve Dijital Dönüşüm (ENDÜSTRİ 4.0) Farkındalığı Arasındaki İlişki
SORUMLU ARAŞTIRMACI:	Doç. Dr. Sinan Yılmaz
YARDIMCI ARAŞTIRMACI:	Cansu DOĞAN GİRGİN
KARAR:	UYGUN

ETİK KURUL ÜYELERİ

Prof. Dr. Şaban ÇELİKOĞLU
Başkan

Prof. Dr. Ahmet Ferda ÇAKMAK
Üye

Prof. Dr. Ahmet EFİLOĞLU
Üye
Katılmadı

Prof. Dr. Mehmet CURAL
Üye

Doç. Dr. Yücel NAMAL
Üye
Katılmadı

Doç. Dr. Tülay KUZLU AYYILDIZ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Çağatay BÜYÜKUYSAL
Üye

29.05.2014 Tarih ve 2014/08-13 Sayılı Senato Kararı ile Kabul Edilmiştir.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrak sorgulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5319&eD=BS5LVCEZK&eS=385381> adresinden yapılabilir.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Cansu DOĞAN GİRGİN

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Aldığı Sertifikalar : İngilizce Ticari Yazışmalar, Kurumsal Yaşam ve İletişim Yönetimi, Bilgisayar İşletmeciliği, IELTS

Uzmanlık Alanı :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Uluslararası İlişkiler	Gazi Üniversitesi	2010
Y. Lisans	İşletme	Bülent Ecevit Üniversitesi	2015
Doktora	İşletme	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	2024

Görevler :

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl

Eserler :

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

A1.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

B1.

C. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler:

C1. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar:

C1.1.

C2. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplardaki bölümler:

C2.1.....

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

D1 Endüstri 4.0 Kavramsal Çerçeve. (2022) - Turkish Management Review

D2 Birey, Grup ve Örgüt Düzeyinde Öğrenmenin Örgüt Performans Düzeyine Etkileri: Zonguldak İli Banka Çalışanları Üzerine Bir Araştırma - Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi

E. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

E1.....

F. Sanat ve tasarım etkinlikleri:

F1.....

G. Diğer yayınlar: (Yukarıdaki maddelerde yer alan başlıklardaki kategorilere girmeyen ve belirtilmek istenen tüm eserler bu maddenin altında belirtilecektir.)

G1.....

