

**T.C.**  
**KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN ENDÜSTRİ 4.0**  
**TEKNOLOJİLERİNİN BİRLEŞTİRİLMİŞ TEKNOLOJİ KABUL MODELİ**  
**ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SERDAR ÖZKAYA**

**HAZİRAN- 2022**

**T.C.**  
**KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN ENDÜSTRİ 4.0**  
**TEKNOLOJİLERİNİN BİRLEŞTİRİLMİŞ TEKNOLOJİ KABUL MODELİ**  
**ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Serdar ÖZKAYA**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Evren ÇAĞLARER**

**Haziran– 2022**

**İş Sağlığı ve Güvenliğinde Kullanılan Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli erevesinde Değerlendirilmesi** adlı tez alışması **Serdar ÖZKAYA** tarafından hazırlanmış olup aşağıdaki jüri tarafından **OY BİRLİğİ** ile Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı:**

**Dr. Öğr. Üyesi Evren AğLARER**  
Kırklareli Üniversitesi

**Jüri yeleri:**

**Doç. Dr. Arzum IşITAN**  
Pamukkale Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Gülcan İNER**  
Kırklareli Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 15/06/2022

Doç. Dr. Mustafa ARSLAN

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Kırkırelı Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez ve Proje Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum bilgileri, verileri ve dokümanları, değişik sonuç verebilecek şekilde araştırma araç gereçleri kullanmadan, işlem veya kayıt sonuçlarını değiştirmeden akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Serdar ÖZKAYA

15/06/2022

## ÖZET

# İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN BİRLEŞTİRİLMİŞ TEKNOLOJİ KABUL MODELİ ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Serdar ÖZKAYA

Yüksek Lisans Tezi

Kırklareli Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Evren ÇAĞLARER

Haziran 2022, 105 sayfa

Endüstri 4.0 hayatımızın her alanına yön veren teknolojileri ile İş Sağlığı ve Güvenliği Bilim dalında da araştırma konusu olmuştur. Bu çalışma Endüstri 4.0'ın bir disiplinler arası bilim dalı olan İş Sağlığı ve Güvenliği alanında meydana getirdiği yeniliklerin kullanım niyetinin altında yatan temel faktörleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç ile çalışmada Birleştirilmiş Teknoloji kullanım ve kabul modelinden yararlanılmış olup, bu model Venkatesh ve diğ. (2003) tarafından geliştirilmiştir. Araştırma kapsamında model içerisinde yer alan performans beklentisi, çaba beklentisi, kolaylaştırıcı koşullar, sosyal etki ve kullanım davranışı boyutları davranışsal niyet faktörü bağlamında incelenmiştir.

Bu amaçla çalışmanın evrenini Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesinde bulunan, Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde Beyaz eşya ve Tekstil sektöründe faaliyet gösteren, Endüstri 4.0 teknolojileri kapsamında çalışan ya da Endüstri 4.0 teknolojileri kapsamında çalışmayı hedefleyen firmalar oluşturmaktadır. Çalışmanın Örneklemi kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında veriler Nisan ve Mayıs 2022'de yüz yüze anket yöntemi ile kullanılarak toplanmıştır. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği'nde kullanılmakta olan Endüstri 4.0 Teknolojilerinin, Teknoloji Kabul Modeli Bağlamında değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bakımdan çalışmanın alanyazına büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İş Sağlığı ve Güvenliği, Teknoloji Kabul Modeli, Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli, Endüstri 4.0 Teknolojileri, Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yönelik Tutum ve Algılar, Davranışsal niyet, İş Güvenliği Sistemleri, Sanayi Devrimi

## ABSTRACT

### EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES USED IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY WITHIN THE FRAMEWORK OF THE UNIFIED TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL

Serdar ÖZKAYA

MSc Thesis

Kirklareli University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Evren ÇAĞLARER

June 2022, 105 pages

Today, Industry 4.0 has been the subject of research in the field of Occupational Health and Safety with its technologies that shape every aspect of our lives. This study was carried out in order to determine the factors underlying the intention to use the innovations introduced by Industry 4.0 in the field of Occupational Health and Safety. For this purpose, the "Unified Technology Acceptance Model" developed by Venkatesh et al. (2003) was used in the study. In the research, the dimensions of performance expectation, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, behavioral intention and usage behavior in the model were examined.

For this purpose, the universe of the study consists of companies operating in the Automotive, White Goods and Textile sectors in the Çerkezköy Organized Industrial Zone, working within the scope of Industry 4.0 technologies or aiming to work within the scope of Industry 4.0 technologies, located in the Çerkezköy district of Tekirdağ province. The sample of the study was determined by using convenience sampling method. Within the scope of the research, data were collected using face-to-face survey method in April and May 2022. There is no study in which Industry 4.0 Technologies used in OHS in Turkey are discussed in the context of Technology Acceptance Model. In this respect, it is thought that the study will make a great contribution to the literature.

**Keywords:** OHS, Technology Acceptance Model, Industry 4.0 Technologies, Attitudes and Perceptions towards Industry 4.0 Technologies, Occupational Safety Systems, industrial Revolution

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve ilgiyle elinden gelenden fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Evren ÇAĞLARER'e

Çalışma süreci boyunca gülen gözlerini benden esirgemeyen, hayatımın her alanında daima benden maddi, manevi desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan kıymetli eőim Aslı ÖZKAYA ve biricik kızım Ece ÖZKAYA'ya Teőekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>İV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>VI</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>Vii</b>
<b>ÇİZELGELERİN LİSTESİ</b> .....	<b>X</b>
<b>ŞEKİLLERİN LİSTESİ</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESİMLERİN LİSTESİ</b> .....	<b>XII</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Endüstri 4.0 Temel Teknolojileri.....	5
2.1.1. Siber fiziksel sistemler .....	5
2.1.2. Yapay zekâ.....	6
2.1.3. Büyük veri (big data).....	7
2.1.4. Bulut bilişim.....	7
2.1.5. Sınır bilişim (edge computing).....	8
2.1.6. Nesnelerin interneti (IoT).....	9
2.1.7. Üç boyutlu (3D) yazıcılar.....	9
2.1.8. Arttırılmış gerçeklik.....	11
2.1.9. Simülasyon.....	11
2.1.10. Akıllı fabrikalar.....	11
2.1.11. BlockChain teknolojisi.....	13
2.1.12. Dijital ikizler.....	13
2.1.13. Robotik ve otonom sistemler.....	13
2.1.14. Makine öğrenmesi.....	14
2.2. İSG 4.0 ve Temel Bileşenleri.....	14
2.2.1. Nesnelerin İnterneti.....	15
2.2.2. Büyük Veri.....	17
2.2.3. Robotik (Akıllı Robotlar).....	17
2.2.4. Giyilebilir Teknolojiler.....	19

2.2.5.Siber-Fiziksel Sistemler ve Yapay Zekâ.....	21
2.3. Endüstri 4.0 Teknolojileri ile İş Sağlığı ve Güvenliği 'nin Geleceği.....	23
2.4. Türkiye’de Endüstri 4.0.....	24
2.5. Teknoloji Kabulünü İnceleyen Model ve Teoriler.....	28
2.5.1. Yenilik Yayılma Teorisi.....	29
2.5.2. Sebepli Faaliyet Teorisi.....	31
2.5.3. Planlı Davranış Teorisi.....	32
2.5.4. Sosyal Bilişsel Teorisi.....	33
2.5.5. Teknoloji Kabul Modeli.....	33
2.5.6. Kişisel Bilgisayar Kullanım Modeli.....	38
2.5.7. Motivasyonel Model.....	39
2.5.8. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Planlı Davranış Modeli.....	39
2.5.9. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi.....	41
2.5.10.Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi-2.....	44
2.6. Literatür Araştırması.....	45
2.6.1. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanımına Yönelik Yapılmış İlgili Çalışmalar.....	56
<b>3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN BİRLEŞTİRİLMİŞ TEKNOLOJİ KABUL MODELİ İLE İNCELENMESİ.....</b>	<b>61</b>
3.1. Araştırma Yöntemi ve Metodolojisi.....	61
3.1.1. Araştırmanın amacı ve Önemi.....	61
3.1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları.....	63
3.1.3. Yöntem.....	63
3.1.4. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme.....	63
3.1.5. Veri Toplama Araçları.....	64
3.1.6. Veri Analizi.....	64
3.1.7. Araştırma Model ve Hipotezleri.....	65
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>67</b>
4.1 Demografik Bulgular.....	67
4.2.Ölçekteki İfadelerde yer alan Ortalama, Standart Sapma, Çarpıklık ve Basıklık Değerleri.....	70
4.3. İGS'nin Kullanımına İlişkin Faktörlerin Analizi.....	71
4.3.1. Ölçek Güvenilirlik ve Geçerliliği.....	71
4.3.2. Açıklayıcı Faktör Analizi.....	73
4.3.3. Korelasyon Analizi.....	73

4.3.4. Regresyon Analizi.....	74
4.4. BTKKT Faktörlerinin Sosyo Demografik Özelliklere Analizi.....	76
4.4.1. Cinsiyet .....	77
4.4.2. Yaş .....	77
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>83</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>87</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>91</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>105</b>



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 2.1. Akıllı Bir Endüstri 4.0 Fabrikasının Temel Özellikleri .....	12
Çizelge 2.2. Teknoloji Kabulünü İncelemek amacıyla Oluşturulmuş Teori ve Modeller.....	28
Çizelge 2.3. Algılanan Fayda Belirleyici Değişkenleri.....	36
Çizelge 2.4. Algılanan Kullanım Kolaylığı Belirleyici Faktörleri.....	37
Çizelge 2.5. BTKKT Faktörlerinin Tanımları.....	42
Çizelge 2.6. BTKKT Faktörleri.....	43
Çizelge 2.7. BTKKT-2 Faktörlerinin Tanımları.....	44
Çizelge 4.1. Anket Uygulanan Katılımcıların Yaş Aralıkları.....	67
Çizelge 4.2. Anket Uygulanan Katılımcıların Cinsiyete Göre Dağılımı.....	68
Çizelge 4.3. Anket Uygulanan Katılımcıların Eğitim Düzeyleri.....	68
Çizelge 4.4. Anket Uygulanan Katılımcıların Çalışma Yılı Aralıkları.....	69
Çizelge 4.5. Anket Uygulamasına Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmanın Faaliyet Alanı.....	69
Çizelge 4.6. Anket Uygulamasına Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmadaki Bölümleri.....	70
Çizelge 4.7. Faktörlere ait standart sapmalar ve ortalamalar.....	70
Çizelge 4.8. Model Faktörlerinin Normallik Varsayımları.....	71
Çizelge 4.9. Cronbach's Alpha Değerleri.....	72
Çizelge 4.10. Kaiser-Meyer-Olkin ve Barlett's Test Değerleri.....	73
Çizelge 4.11. Faktör Analizi Sonuçları.....	73
Çizelge 4.12. Korelasyon Matrisi.....	74
Çizelge 4.13. Değişkenler arası Regresyon Analizine Ait Bulgular.....	75
Çizelge 4.14. Cinsiyet Değişkenine Göre İGS Kabul ve Kullanımı t Testi Sonuçları.....	78
Çizelge 4.15. Varyans Homojenlik Testi (Yaş Grupları).....	78
Çizelge 4.16. Yaş Grupları için Anova Testi.....	79
Çizelge 4.17. Yaş Değişkenine Göre İGS Kabul ve Kullanımı ANOVA Sonuçları.....	80
Çizelge 4.18. Hipotezlerin Değerlendirilmesi.....	81

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. İSG 4.0 Temel Bileşenleri .....	15
Şekil 2.2. Yenilik Karar Evreleri .....	29
Şekil 2.3. Sebepli Faaliyet Teorisi.....	31
Şekil 2.4. Teknoloji Kabul Modeli.....	34
Şekil 2.5. Teknoloji Kabul Modeli.....	35
Şekil 2.6. Teknoloji Kabul Modeli 2.....	35
Şekil 2.7. Kişisel Bilgisayar Kullanım Modeli.....	38
Şekil 2.8. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Planlı Davranış Modeli.....	40
Şekil 2.9. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi.....	41
Şekil 2.10. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi-2.....	45
Şekil 3.1. Araştırma Modeli.....	65

## RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 2.1. Tarihsel Sanayi Devrimi Süreci .....	4
Resim 2. 2. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Ana Bileşenleri .....	5
Resim 2. 3. Siber Fiziksel Sistemler.....	6
Resim 2.4. Bulut Bilişim.....	8
Resim 2. 5. Akıllı Baret DAQRI.....	10
Resim 2.6. Robo Glove Eldiven.....	20
Resim 2.7. Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Raporu.....	26

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

<i>d</i>	Kabul Edilen Örneklem Hata Oranı
<i>n</i>	Örneklem Büyüklüğü
<i>N</i>	Ana Kütle
<i>p</i>	Anlamlılık Değeri
<i>SS</i>	Standart Sapma
<i>F</i>	Varyans Oranı
<i>X</i>	Aritmetik Ortalama

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

<b>AR</b>	Arttırılmış Gerçeklik
<b>BİT</b>	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
<b>BM</b>	Birleşmiş Milletler
<b>BTKKT</b>	Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi
<b>CPS</b>	Siber Fiziksel Sistemler
<b>ÇOSB</b>	Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi
<b>HRI</b>	İnsan Robot Etkileşimi
<b>IoT</b>	The Internet of Things
<b>İGS</b>	İş Güvenliği Sistemleri
<b>KKD</b>	Kişisel Koruyucu Donanım
<b>KMO</b>	Kaiser Meyer Olkin
<b>KVKK</b>	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
<b>LPWAN</b>	Geniş Alan Ağı

<b>NASA</b>	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
<b>NIOSH</b>	Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü
<b>PDT</b>	Planlı Davranış Teorisi
<b>SFT</b>	Sebepli Faaliyet Teorisi
<b>TKM</b>	Teknoloji Kabul Modeli
<b>VR</b>	Sanal Gerçeklik
<b>WEF</b>	Dünya Ekonomik Forumu
<b>YEM</b>	Yapısal Eşitlik Modeli
<b>YYT</b>	Yenilik Yayılım Teorisi



## 1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm olarak adlandırılan Endüstri 4.0 konsepti ilk olarak 2014 senesinde Almanya'nın Hannover kentinde düzenlenen fuarda ortaya çıkmıştır. Bu anlayış ile beraber farklı robotik uygulamalar, yeni meslek grupları, yeni teknolojik terimler, yeni meslekler, yeni yönetim yaklaşımları, yeni çalışma platformları hayatımızda yer almaya başlamıştır. Kagermann'ın 2011 tarihli makalesi dördüncü sanayi devriminin teorik başlangıcı için esas alınmaktadır. Kagerman (2011), dördüncü endüstri devriminin yalnızca otomasyonun gelişimi değil, akıllı gözlem ve karar verme projeksiyonlarını da kapsadığını ifade etmektedir (Alçın, 2016). Endüstriyel internet ismi ile bilinen bu değişiklikleri şu şekilde sıralamak mümkündür; Arttırılmış gerçeklik, simülasyon, katmanlı üretim, yatay ve dikey entegrasyon, otonom robotlar, siber fiziksel sistemler, bulut bilim, nesnelerin interneti ve büyük veri bileşenleridir. Covid-19 pandemisi ve artan rekabet şartları nedeniyle teknolojinin gerisinde kalmak istemeyen firmalar çalışmalarını bu bileşenler ile gerçekleştirmeye başlamıştır. Dünyada yaşanan bu küresel salgın ile beraber ülkemizde koşulların değişmesi nedeniyle, İş Sağlığı ve Güvenliği alanında Endüstri 4.0 uygulamalarına dönük gereksinimler ortaya çıkmıştır.

Endüstri 4.0 devriminin üzerinden çok fazla zaman geçmemesine rağmen vizyonerler tarafından bir sonraki devrim olarak nitelendirdiğimiz Toplum 5.0 öngörülmeye başlanmıştır. Endüstri 4.0 modelinde insan boyutu değil, ekonomik boyut ön planda tutulurken, Toplum 5.0 ise insan ve makinenin uzlaşarak verimliliğini artırmak için birlikte çalışmanın yollarını bulmak amaçlanmıştır. İlk olarak Ocak 2016'da Japonya Hükümeti Bilim, Teknoloji ve inovasyon Konseyi'nde kullanıma sunulan Toplum 5.0, Beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planında kullanılmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0, teknolojiyi kullanarak üretime odaklanan bir yaklaşım iken, Japonların Toplum 5.0'ı, aynı teknolojiyi üreterek onu kullanan insan odaklı bir bakış açısıdır. Bu felsefe süper akıllı toplumla sosyal ve ekonomik sorunların üstesinden gelmeyi hedeflemiştir. Japonya tarafından başlatılan Toplum 5.0, çevreye saygılı ve insan neslinin geleceğini dikkate alan teknolojik bir gelişmedir.

Toplum 5.0'ın ekonomik ve sosyolojik reformunu geniş bir kitleye ulaştırmak için Japon Ekonomik Organizasyonlar Federasyonu Keidanren, toplumsal sorunların çözümleriyle ilgili 26 sayfalık bir çalışma hazırlamıştır. Keidanren tarafından hazırlanan bu çalışma aynı zamanda Toplum 5,0'ın bir deklarasyonu niteliğindedir. Bununla beraber Toplum 5,0'ın amaçlarını aşağıdaki gibi açıklamak mümkündür;

- Dünya nüfusunun yaşlanmakta olan yapısına çözümler geliştirmek,
- Gerçek dünya ile sanal dünyanın entegre bir şekilde çalışmasını sağlamak,
- Toplumun çıkarlarını dikkate alarak nesnelere internetten yararlanmak,
- Çevre kirliliği ve doğal afetlere karşı çözümler sağlamak.

Toplum 5.0 fikrinin temelinde, toplumun teknolojiyi bir tehdit olarak değil, destekleyici bir unsur olarak algılaması yatmaktadır. (Develi, 2017). Endüstri 4,0'da çevresinde çitlerle çalışan robotlar, Toplum 5,0 ile birlikte çalışma hücrelerinin etrafındaki çitler kaldırılarak insanlar ile birlikte çalışmaya başlamıştır. Bununla beraber insanlar tarafından yapılan ağır ve tehlikeli işler cobotlar ile yerine getirilerek, meslek hastalıkları ve iş kazaları minimal seviyelere indirilebilecektir.

İş sağlığı ve güvenliği; Mühendislik, sosyoloji, psikoloji, tıp, fizik, kimya, hukuk ve sosyal politika gibi birçok alanı içerisinde barındırması nedeniyle multidisipliner yapıya sahip bir bilim dalıdır. Bu bağlamda bir Alman projesi olan Endüstri 4.0 uygulamaları İş Sağlığı ve Güvenliği ile de yakın ilişki içerisindedir. Endüstri 4.0 ile birlikte tesisler giderek akıllanırken işveren ve çalışanların "İş Sağlığı ve Güvenliği" ne bakış açılarında değişimler yaşanmıştır. Bu süreçte karmaşık düzeneklerin çoğalması sonucu güvenlik yönünden yeni risklerin ortaya çıkabileceği düşünülse de Endüstri 4.0 ile birlikte insan kaynaklı hataların azalacağı, eğitim süreçlerinin basit ve etkin hale getirilebileceği, çalışanların karşılaştıkları fiziksel, ergonomik, biyolojik, kimyasal, biyolojik ve psikososyal risk etmenlerinin ortadan kalkacağı veya en az seviyeye indirgenebileceği öngörülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda görülmektedir ki, İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili karşılaşılan zorlukların üstesinden gelebilmek için yeni teknolojik gereksinimlere ihtiyaç vardır. Bu nedenle Endüstri 4,0'ın çalışma yaşamına getireceği yenilikçi teknolojilerin iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında etkin kullanılması oldukça önemlidir.

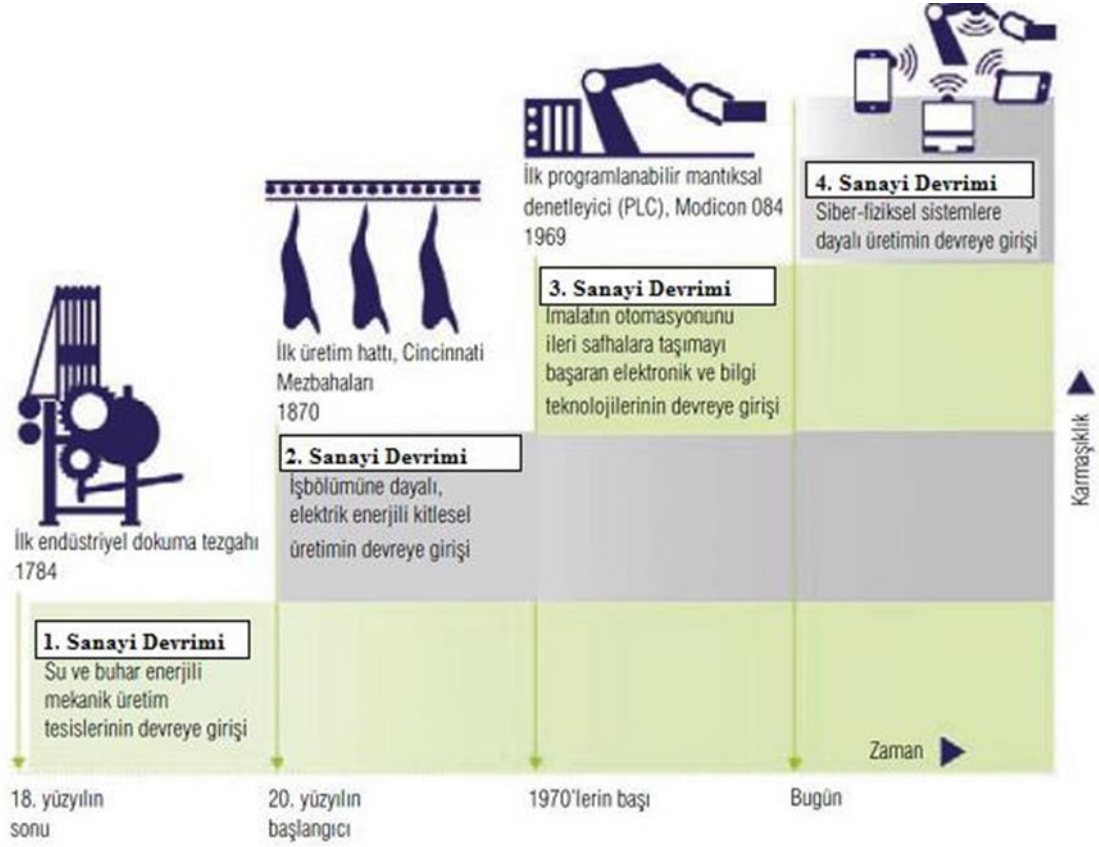
## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Toplum hayatını ekonomik açıdan köklü bir biçimde değişime uğratan iki önemli etmenden söz edilir. Bunlar Sanayi ve Tarım devrimidir. Avcılık ve toplayıcılık ile başlayan ve yerleşik yaşam ile çiftçiliğe yerini bırakan tarım devrimi ile toplumlarda sosyo ekonomik açıdan bir dönüşüm yaşanmış ve idari yapılanma ve özel mülkiyet anlayışı gelişmiştir. (Özsoylu, 2017). Bu anlayıştan uzun bir süre sonra 1700’lü yıllarda İngiltere’de çok köklü gelişmeler yaşanmış, insan gücü yerini makinelere bırakmış ve fabrikalar ile üretim kısa zamanda diğer Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Endüstrileşme süreci ile birlikte tarım toplumu sanayi ve hizmetler sektöründe üretim yapar hale gelmiştir.

Resim 2,1’de 18. Yüzyılın sonunda su ve buhar gücüne dayanan Endüstri 1.0, Ford ve Taylor bağlantılı seri üretim bantlarının tanıtımı ile Endüstri 2.0, Elektronik bilgi sistemleri ile Endüstri 3.0 ve nihayet bugünkü geldiğimiz noktada otonom robotlar, nesnelerin interneti, çağdaş otomasyon sistemleri ile Endüstri 4.0 seviyesine yükselen bu görünüm benzeri görülmemiş bir değer ile teknolojik açıdan bir devrim niteliğindedir. (Bahrin, Othman, Azli, & Talib, 2016). Bu haliyle, geçmişten günümüze sanayi devriminin birikimsel şeklini sunması ve ekonomik etkisinin yadsınamayacak olması nedeniyle ülkeler tarafından ilgi duyulan bir alan olma özelliğindedir. (Drath., 2014).

Bu bağlamda Endüstri 4,0’ın daha iyi anlaşılması için onu diğer Endüstri devrimlerinden ayıran teknolojik bileşenlerinden bahsetmek gerekmektedir. Bu teknolojik bileşenleri siber fiziksel sistemler, Robotik ve otonom sistemler, 3d yazıcılar, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, simülasyon, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ, makine öğrenmesi, akıllı fabrikalar, BlockChain Teknolojisi, sınır bilişim, Dijital ikizler olarak sıralamak mümkündür.

Resim 2.2’de endüstri 4.0 teknolojilerinin ana bileşenleri görülmektedir. Bu bileşenler akıllı fabrika sistemlerinin oluşmasında büyük rol oynamaktadır.



Resim 2.1. Tarihsel Sanayi Devrimi Süreci (Kaynak: Kagerman, Wahlster, & Helbig, 2013)

Araştırmanın bundan sonraki kısmında Endüstri 4.0 bileşenleri tanımlanarak güncel endüstri 4.0 cihazları ve uygulamaları kullanım alanları ile birlikte değerlendirilecektir.



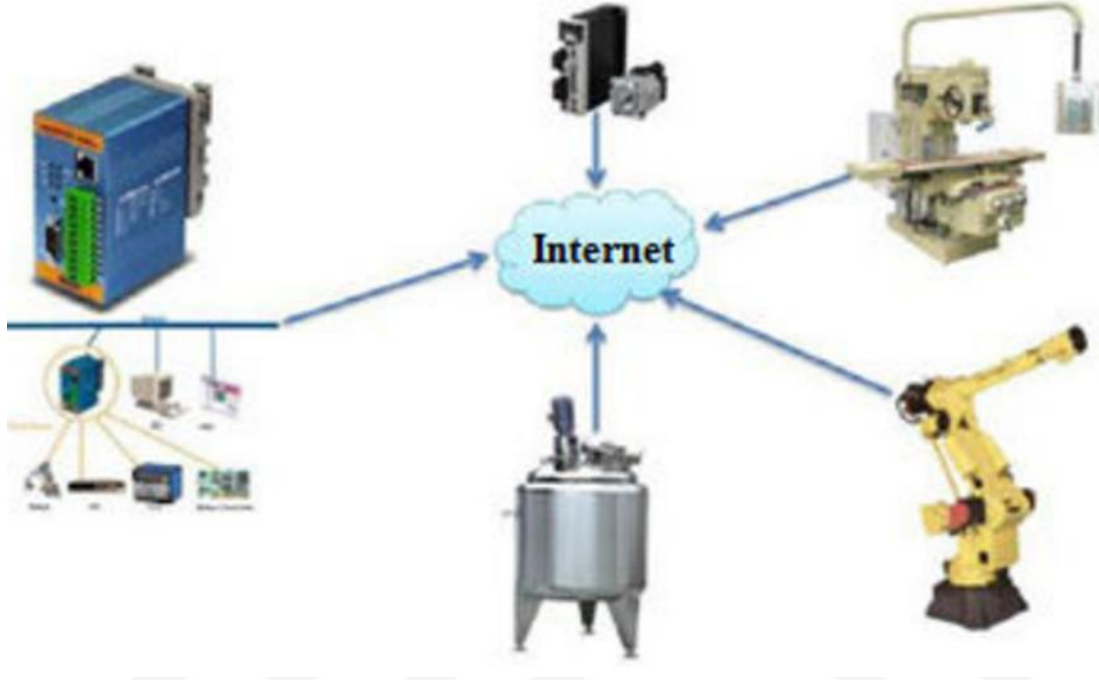
Resim 2.2. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Ana Bileşenleri (Kaynak: <https://www.endustri40.com>)

## 2.1 Endüstri 4.0 Temel Teknolojileri

### 2.1.1. Siber fiziksel sistemler

Siber fiziksel sistemler (CPS), fiziksel ve işlemsel yani hesaplama dayalı süreçlerin birleşiminden oluşurlar. Haberleşmede kablosuz sensör ağları, mobil ağlar, RFID, IoT, internet ve uydu ağları kullanılmaktadır. Bu sayede bir fabrikadaki makinelerin uzaktan kontrolü gibi işlemler rahatlıkla yapılabilir. (Yıldırım, 2020).

Şekil 2.3'te gösterildiği gibi, CPS kapsamında sensörler, robotlar, 3d yazıcılar, kimyasal karıştırma tankları ve montaj hattı bileşenleri gibi çok çeşitli cihazlar yer almaktadır (Thames & Schaefer, 2016).



Resim 2. 3. Siber Fiziksel Sistemler (Kaynak: L. Thames and D. Schaefer,2016)

### 2.1.2 Yapay zekâ

Yapay zekâyı kısaca problemleri çözmek ve karar almak için öğrenme ve anlama yeteneği olarak tanımlayabiliriz. Kış (2019)'a göre yapay zekâ; bilgisayarların ve makinelerin insan algısı ve karar verme süreçlerinin başarıyla tamamlanmasını, simüle etmesine izin veren yazılım algoritmaları ve teknikleridir. Günümüzdeki pek çok yapay zekâ uygulaması özel problemlerin çözümüne odaklanmış olup Yapay Dar Zekâ olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım, 2020). Bu uygulamalara örnek vermek gerekirse Huawei tarafından geliştirilen WeSight çözümünü verebiliriz. WeSight, çalışanların koruyucu ekipman kullanımını, tehlikeli alanlara erişim ihlallerini ve kazalara neden olabilecek olayları izleyen, bilgisayar destekli bir teknolojik çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Bununla beraber bir sosyal paylaşım sitesi olan Reddit’te katılan Bill Gates yapay zekâ hakkında şu ifadelerde bulunmuştur; “Yapay zekâdan endişe duymaktayım. Makineler önce süper zeki olmayacak ama bizim için çok iş yapacak. Bu iyi yönetilebilirse olumlu olacak. Fakat daha sonraki yıllarda bu makineler endişe yaratacak şekilde güçlenecek”.

Bununla birlikte Gates, makinelerin görme ve hareket kabiliyeti gerektiren işlerde yaygın kullanılarak; meyve toplama, hasta taşıma gibi işlerde sıklıkla faydalanılacağını belirtmiştir (Kılıç & Alkan, 2018).

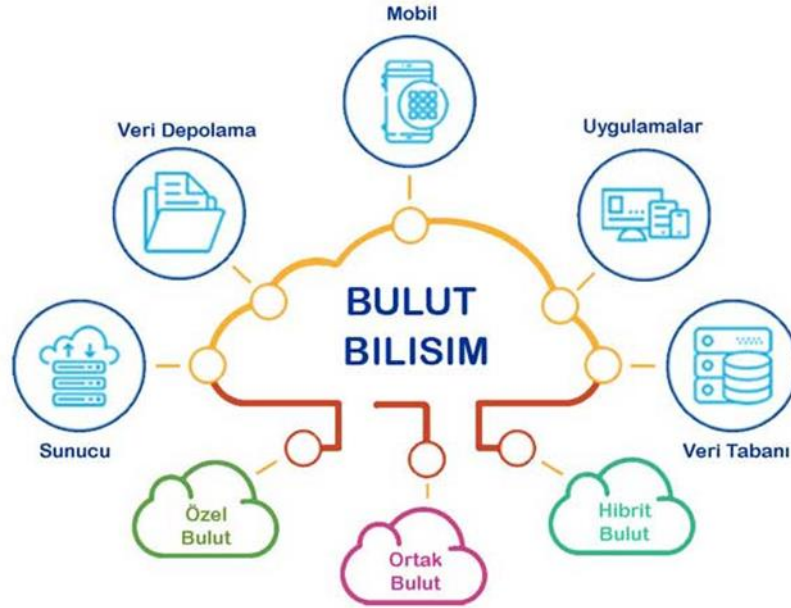
### **2.1.3 Büyük veri (big data)**

Yaşadığımız Endüstri 4.0 teknolojilerini besleyen şey “büyük veri” olarak ifade edilmektedir. Büyük veri; Sosyal medya, arama motorları, veri tabanları gibi değişik kaynaklardan elde edilen verilerin anlamlı ve işlenebilir hale getirilmiş formatıdır (Çakır B. 2014, s. 2). Yin ve Kaynak (2015)’e göre Alman hükümeti, büyük verinin Endüstri 4.0 için ana yakıt olacağını belirtilmektedir. Bu bağlamda “İş Sağlığı ve güvenliği” gibi stratejik bilim dallarında mevcut ve üretilebilir yüksek ebatlı verilerle multidisipliner çalışma olanağı “yapay zekâ, makine öğrenmesi, sanal gerçeklik, simülasyon ve büyük veri” gibi Endüstri 4.0 uygulamalarının etkinliği ve yaygınlığı da gözler önüne serilmiştir. Kasım 2021 itibariyle yalnızca “Artificial intelligence” and “Occupational Health and Safety” anahtar kelimeleri ile Google Akademik üzerinden yapılan taramada 2021 yılına ait 20.100 çalışma görülmektedir.

### **2.1.4. Bulut bilişim**

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu’nun ilgili dokümanında (BTK,2013) Bulut bilişim şu şekilde tanımlanmaktadır: “Bulut bilişim, ortak bir yapılandırılabilir bilgi işlem kaynakları havuzuna istediğiniz zaman, istediğiniz yerde, uygun koşullar altında ve talep üzerine erişmenizi sağlayan bir modeldir. Bilgisayar ağları, sunucular, veri tabanları, uygulamalar, hizmetler gibi minimal düzeyde yönetimsel çaba ve hizmet sağlayıcı-hizmet alıcı etkileşimi gerektiren bu kaynaklar, rahatlıkla temin edilerek elden çıkarılabilmektedir. Bir başka tanımla bulut bilişim; Müşterinin isteğiyle, bir ağ üzerinden cihaz veya konumdan bağımsız bir şekilde bilgisayar hizmetlerinin müşteriye sunulduğu bir bilgi teknolojisi hizmetidir (Marston, Li, Bandyopadhyay, Zhang, & Ghalsasi, 2011).

Bulut bilişim, Facebook ve Youtube gibi her yerde bulunan çevrimiçi uygulamalardan, kişinin seyahatini ve mali durumunu yönetmeye odaklı uygulamalara kadar inovasyon sağlayan bir Endüstri 4.0 bileşenidir. Bununla birlikte “Microsoft, Amazon, Google” gibi firmalar bulut bilişim arenasında yer alan bazı önemli oyunculardandır.



Resim 2.4. Bulut Bilişim (Kaynak: <https://www.endustri40.com>)

### 2.1.5 Sınır bilişim (edge computing)

IoT ile bağlantılı cihaz sayısının gün geçtikçe artış göstermesi, günlük veri üretim ve kullanım miktarının artık çok büyük boyutlarda olması mevcut bulut bilişim teknolojisini bu dağıtılmış bilgi işlem gücünü aşamalı olarak yönetmek ve veri analiz etmede yetersiz bırakacaktır. İşte bu noktada sınır bilişim görüşü devreye girmektedir. Sınır bilişim, bağlı cihazlar tarafından üretilen verilerin yönetimini, depolanmasını ve işlem gücünü de artırmaktadır. Sınır bilişim kavramı bilgi işleme yeteneğini, gereken uygulamaları ilgili olan nesnelere ihtiyacını karşılayabilmek için tasarımı yapılmış bir bilişim teknolojileri sistemidir. Bununla birlikte 2025 yılına kadar sınır bilişim tesislerinde ortalama yüzde 226 artış beklenmektedir (Aybars, 2019).

Bulut bilişim ile sınır bilişim arasındaki fark, bulut bilişim veri teminini merkezi sistemlerden sağlarken, sınır bilişim verinin oluşturulduğu yere daha yakın ağ sınırındaki dağıtık mikro veri merkezinden yardım almaktadır.

### **2.1.6 Nesnelerin interneti (IoT)**

Nesnelerin İnterneti, günlük yaşamda kullanılan nesnelerin interneti üzerinden diğer nesnelere ile veri alışverişinde bulunabilmesi ve bu nesnelerin birbirleri ile tam olarak senkronize olmasıdır (Gündüz & Daş, 2018). Ning ve diğerleri (2016), nesnelerin interneti konsepti, nesnelere arasında bağlantı kurarak bir iletişim ağı oluştururken, bilişsel süreçlerin ve sosyal fenomenlerin dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir. Bu durumun gerçekleştirilebilmesi amacıyla sosyal yapıları da içeren siber fiziksel sistemlerin oluşturulması gerektiği vurgulanmaktadır. Nesnelerin interneti birçok alanda kullanılmakta olup, IoT teknolojilerinden yararlanılarak birçok uygulama geliştirilmiştir. Örneğin; İş Sağlığı ve Güvenliği süreçlerinde personelin takibinde birçok yenilikçi uygulama geliştirilmiştir. Ülkemizde iş kazalarının çok sayıda yaşandığı ve çok tehlikeli sınıfta bulunan maden işyerlerinde, personel takibinin yapılarak kaza anında çalışanın bulunduğu yerin tespitinde nesnelerin interneti uygulamaları kullanılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği süreçlerinde yapay zekâ teknolojilerinden en fazla yararlanan alan olarak görüntü işleme teknolojileri öne çıkmaktadır (Caner, 2021). Kamera görüntülerinin işlenmesi ile erken uyarı sistemi kurulmasına olanak tanıyan IoT teknolojisi, proaktif önlemlerin alınmasına olanak sağlamaktadır.

### **2.1.7 Üç boyutlu (3D) yazıcılar**

Üç boyutlu teknolojilerin yaygın olarak kullanıldığı alanların başında Sağlık, mühendislik ve medikal sektörleri bulunmaktadır. Gelişmekte olan üç boyutlu teknolojiler özellikle sağlık sektörünü önemli ölçüde etkilediğinden, yenilikçi teknikler gün geçtikçe klinik uygulamalarına dâhil edilmektedir. Üç boyutlu teknolojiler, hastaya özel anatomik modeller ve simülasyon uygulama modelleri oluşturarak hasta bakımının kişiselleştirilmesine olanak tanımıştır (Thomas, Mavrommatis, Schroder, & Cole, 2021). Bununla birlikte Fiziksel faaliyetler, zararlı kimyasallar ve tehlikeli mikroorganizmalara maruz kalma ciddi yaralanmalara neden olabilmektedir.

Bu yaralanmaların üstesinden gelebilmek için çeşitli KKD'lar mevcuttur bunlar; Baret, Kulak tıkacı, vizör, gaz ve toz maskeleri, eldivenler, iş tulumları, iş ayakkabıları, iş çizmeleri gibi vb. teçhizatlardır. Tüm bu KKD'lar kullanıcının konforunu arttıracak şekilde tasarlanıp üretilmelidir. 3d baskı teknolojisi ile birlikte Mühendisler ve tasarımcılar kişiye özel, olağanüstü KKD'lar üretebilmektedirler (Jafferson & Pattanashetti, 2021).

Futbol kaskı üreticisi olan Xenith, NFL design challenge 2020 için bir 3d kask olan "Shadow XR kaskını" üretmiştir. Uygulanan yük fazla olduğunda şok emici bir yapıya sahip olan kask futbol oynarken büyük darbeleri kolaylıkla emebilmektedir (Jafferson & Pattanashetti, 2021) Bununla beraber ABD merkezli DAQRI firması tarafından geliştirilen akıllı kask resim 2.5'de görülmektedir.



Resim 2. 5. Akıllı Baret DAQRI (Kaynak: <https://www.endustri40.com/intel-tabanlı-akilli-baret-daqri>)

### **2.1.8 Arttırılmış gerçeklik**

Arttırılmış gerçeklik, Britannica ansiklopedisi tarafından “Bir kişinin yapay üç boyutlu (3-D) görsel veya başka bir duyuşsal ortam ile etkileşime girmesine izin veren bilgisayar modellemesi ve simülasyonunun kullanılması” olarak tanımlanmaktadır. Arttırılmış gerçeklik (AR), dijital bilgilerin gerçek dünya ortamında harmanlanmasıdır (Wassom, 2015). Azuma ve ark. (2001) göre Sanal gerçeklik (VR), kullanıcıları gerçek dünyayı görmeden tamamen sentetik bir dünyaya çekerken, AR teknolojisi, sanal nesnelere gerçek dünyaya entegre ederek gerçeklik duygusunu artırır. AR teknolojisi birçok disiplin tarafından benimsenmiştir. Bu bağlamda AR, çalışanları gerekli önlemler hakkında bilgilendirmek ve AR teknolojisi ile gerekli eğitimlerin verilmesi gibi uygulamalardan yararlanılarak verimli bir şekilde kullanılabilir.

### **2.1.9 Simülasyon**

Simülasyon, Öz yansıtma ve geri bildirim yoluyla gerçek yaşam durumuna benzer bir ortamda, problem çözme metotlarının uygulandığı deneyimsel bir öğrenme sürecidir (Fey, Scrandis, Daniels, & Haut, 2014). Simülasyon, gerçek dünya ve insan hareketlerinin bilgisayar teknolojisi kullanılarak, üç boyutlu taklit edilmesiyle oluşan sanal gerçekliktir (Tuma, Tuma, Knoflicek, Blecha, & Bradac, 2014). Simülasyon eğitiminin yaygın bir örneği, çalışanlara eğitimlerin sanal gerçeklik ile verilmesidir. Bu eğitim ile gerçek yaralanmayı ve düşme hissini deneyimleyen çalışanlar, çalışırken olası tehlikelere karşı daha duyarlı ve dikkatli olmaktadır. Günümüzde simülasyon, oluşabilecek riskli durumlara karşı gerekli tepkiyi vermesi nedeni ile üretimden yönetime, sağlıktan eğitime, mimarlıktan sinema sektörüne kadar hayatın her alanında kullanılabilen bir sistem olma özelliği taşımaktadır (Çelen, 2017).

### **2.1.10 Akıllı fabrikalar**

Akıllı fabrikalar, Detlef Zühlke isimli bir profesörün Almanya’da tren seyahati esnasında kurduğu hayal ve sonrasında bu hayali gerçekleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır (Kara, 2020). Yıldız (2018)’ e göre Akıllı fabrikalar; karmaşıklığı yönetilebilir bir hale getirerek, üretimin sürdürülebilir, makul ve karlı bir hale gelmesini sağlamaktadır. Günümüzde akıllı fabrikalar üzerine çalışmalar yürütülmekte olup bu çalışmalardan biri de Shen ve diğerleri (2007) tarafından yapılan çalışmadır.

Çalışmada internete dayalı üretim planları yapmanın üretimi benzersiz kılacağı belirtilmektedir. Akıllı bir Endüstri 4.0 fabrikasının temel özellikleri tablo 2.1’de belirtilmektedir.

Çizelge 2.1. Akıllı Bir Endüstri 4.0 Fabrikasının Temel Özellikleri

<b>Akıllı Fabrika Özellikleri</b>	
<b>İş Modeli</b>	<p>Sürdürülebilirlik: Ekonomik, sosyal ve çevresel alanlarına göre endüstriyel değe yaratmak</p> <p>Maliyet azaltma ve verimlilik: Arz ve talebi daha iyi eşleştirmek için; kaynak ve varlık kullanımını optimize etmek, pazara sunma süresini azaltmak; ürün bakımı için yenilikçi satış sonrası hizmetler sağlamak</p> <p>Uzun vadede rekabet gücü</p> <p>Etik Kurallara saygı</p>
<b>Üretim Süreçleri</b>	<p>Birlikte çalışabilirlik: bilgi ve iletişim teknolojileri ile değe yaratma ağlarını desteklemek</p> <p>Yerinden yönetim: üretim süreçlerinde artan karmaşıklık, karara verme gibi faaliyetlerin merkezi olmayan hale getirilmesini gerektirir</p> <p>Gerçek zamanlı yetenek: türetilmiş farkındalık sağlayarak verileri analiz etme.</p> <p>İmalatta esneklik:</p> <p>Toplu özelleştirme:</p> <p>Verimlilik ve kalite iyileştirme:</p> <p>Artan üretim hızı:</p>
<b>Teçhizat</b>	<p>✓ Otomatik makineler ve araçlar: ekipmanlar kendi kendini optimize ederek değişikliklere uyum sağlayabilmeli, özerk olarak karar vererek süreçleri iyileştirebilmelidir.</p>
<b>Ürünler</b>	<p>✓ Akıllı ürünler: üretimi iyileştirmek ve yarı otonom bir hale getirmek için insan-ürün iletişimine izin vermek için sensör ve mikroçipler yerleştirmek</p>

### **2.1.11 BlockChain teknolojisi**

BlockChain Teknolojisi 2008 yılında asıl kimliği bilinmeyen Satoshi Nakamoto kod adını kullanan kişi ya da kurumlar tarafından geliştirilerek, yayımlanan bir makale ile ortaya çıkmıştır. BlockChain şifrelenmiş biçimde birbirine bağlı, sürekli büyüyen dağıtılmış bir veri tabanıdır. Bu zincire kayıt edilen veriler değiştirilemez ve silinemez. Bu teknoloji dağıtılmış bir yapıya sahip olması nedeni ile veri bloğu zincirde bulunan herkes tarafından kaydedilerek onaylanır. Böylelikle veri blokları tek bir merkez yerine sistem içerisinde bulunan herkes ile eş zamanlı olarak tutulur. Bu durum merkeziyetsiz yapının bir çalışma prensibidir (Erdoğan & Bodur, 2020). Bu güvenilir sistem sayesinde ağda yer alan tüm paydaşlar gerçekleştirmiş oldukları tüm işlemleri izleyebilmektedirler (Garay, Kiayias, & Leonardos, 2015).

### **2.1.12 Dijital ikizler**

Ürün, cihaz ya da işlemin sanal bir aynasının oluşturulmasına dijital ikiz denilmektedir. Sensörler ve diğer teknolojiler kullanılarak toplanan gerçek zamanlı verilerle çalışır. Gereken bilgileri gerçek zamanlı bir şekilde alan dijital ikiz makine öğrenimi, yapay zekâ ve bulut bilişim aracılığıyla işlenmektedir. Bu kavram Michigan Üniversitesi'nde bilgisayar Mühendisi olan Micheal Grieves tarafından 2002 yılında ortaya atılmıştır. NASA'da Teknoloji direktörü olan John Vickers'e fiziksel sistemlerin dijital bir kopyasının yapılabileceğinden bahseden Micheal'in dijital ikiz buluşu, 2018 senesine gelindiğinde Gartner şirketi tarafından o senenin on teknolojik akımından birisi olarak adlandırılmıştır. (Iberdrola, 2020). Pek çok alanda karşımıza çıkan dijital ikiz hem koruyucu hem de tedavi edici sağlıkta ve genel sağlık sisteminin yönetiminde önemli bir yere sahiptir. Dijital ikiz, sağlığın teşviki ve geliştirilmesi ve gelecekteki konumu hakkındaki verilerle konuşmak için bize önemli bir yol haritası sunmaktadır (Aynacı, 2020).

### **2.1.13 Robotik ve otonom sistemler**

Otonom robot ya da araçlar, yapay zekâ uygulamaları sayesinde karar alabilen, kararlara uygun bir biçimde eylem gerçekleştirebilen, çevresindeki diğer akıllı nesnelere iletişime geçebilen ve veri toplayabilen makineler olarak ifade edilmektedir (Banger, 2018).

Günümüzde endüstriyel robotlar ağırlıklı olarak taşıma, montaj, kaynak, kesme (plazma, su jeti, lazer vb.), boyama gibi farklı uygulama türlerinden oluşan tehlikeli, sağlığa zararlı, çok tekrarlı ve monoton işlerde kullanılmaktadır.

#### **2.1.14 Makine öğrenmesi**

Shi' ye göre (1992) makine öğrenmesi, Makinelerin yeni bilgiler, yeni beceriler edinmesini ve mevcut bilgileri yeniden düzenlemesini sağlama çalışmasıdır. Bir öğrenme makinesi, deneyimden otomatik olarak öğrenme ve bilgi tabanını iyileştirme ve geliştirme yeteneğine sahiptir. Makine Öğrenimi (ML) yapay zekânın bir alt dalı olarak sınıflandırıldığından yapay zekânın özelliklerini devralır, makinelere verilerden öğrenerek karar verebilme ve algoritmaların fonksiyonel ağırlıklarını veya algoritma parametrelerini kullanıcıya göre belirlemek yerine optimize etme olanağı sağlamaktadır (Nguyen&Armitage, 2008). Makine öğrenimi, arama motorları, tıbbi teşhis, metin ve el yazısı tanıma, görüntü tarama, yük tahmini, pazarlama ve satış olmak üzere çok farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Nguyen&Armitage, 2008).

Literatüre baktığımızda en sık kullanılan Makine Öğrenme Tekniklerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

- Destek Vektör Makinesi
- Yapay sinir ağları
- Bayes sınıflama
- Karar ağaçları

#### **2.2 İSG 4.0 ve Temel Bileşenleri**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin esas özellikleri bilgi ve iletişim teknolojileri, nesnelerin hizmetlerin interneti, siber fiziksel sistemler, büyük veri, robotik ve giyilebilir teknolojilerin geniş bir şekilde birbirine bağlanması ile sağlanan otomatik veri alışverişine dayalı üretim süreçlerinin dijitalleştirilmesi ve otomasyonudur.

Aşağıdaki bölümde bu bileşenler İş Sağlığı ve Güvenliği etmeni altında incelenmektedir.



Şekil 2.1. İSG 4.0 Temel Bileşenleri (Kaynak: <http://www.meganova.com.tr>)

### 2.2.1 Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti, elektronik bilgi teknolojisinin insanların günlük yaşamıyla, bilgi ve verilerin iletişim ağları ile birleşerek nesneler arasında yakın bir bağlantı oluşturmasıdır (Liu& Sun, 2019). Sensörler, akıllı ve etkileşimli paketleme, gerçek zamanlı gömülü sistemler, mobil internet erişimi, bulut bilişim, radyo frekans tanımlama, makineden makineye iletişim kurma, insan makine etkileşimi, veri madenciliği gibi alt yapısı ile nesnelerin interneti iletişim teknolojisinin yeni paradigması haline gelmiştir (Atzori, Iera, &Morabito, 2010). Sözü edilen bu teknoloji ile akıllı cihazlar iş süreçlerini yönetmek için gerek duyulan esnekliğe ve verimliliğe sahip olacak şekilde akıllı altyapı ile dizayn edilmektedir. RFID ve sensörler ile iş ortamındaki çarpma ve düşmeleri engellemek için mesafe uyarı sistemlerinin kullanılması, çalışanların kullandığı kişisel koruyucu donanımlara yerleştirilen ve kişisel verileri barındıran Sensörlü donanımlar ortamın risk etmenlerini ölçerek bu bilgileri iş güvenliği uzmanlarına ve yetkililere iletmektedir.

Nesnelerin interneti teknolojisinde yatan temel düşünce nesnelerin temel olarak birbirlerine bağlanabilmesidir. Bu anlamda iş sağlığı ve güvenliği alanında geliştirilen Intel tabanlı akıllı baret daqri gösterilebilir (www.endüstri 4.0.com. 2022). 2016 CES fuarında tanıtılan Intel tarafından geliştirilen akıllı baret daqri sahada çalışan mühendis ve mavi yakalı çalışanlar için dizayn edilmiştir. Kask üstünde navigasyonu sağlayan, ekranda değiştirilmesi gereken parçaları gösteren, çalışanlara atanmış görevleri gösteren artırılmış gerçeklik uygulaması bulunmaktadır. Baret üstünde bulunan kamera sayesinde personel takip edilebilmekte olup böylece iş kazalarının nasıl gerçekleştiği kayıt altına alınarak, aynı hataların yaşanmaması için eğitimlerde kullanılmaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda iş sağlığı ve Güvenliği'nde gerçekleştirilen araştırmalar yetersiz olsa da nesnelerin internetine dayanan iş güvenliği sistemleri tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenmesi ve iş kazalarının önlenmesi için ümit vericidir. Bu nedenle Hinzej ve arkadaşlarının (2021), orman işçileri için gerçekleştirdikleri IoT tabanlı giyilebilir akıllı gömlek "Hakituri" nesnelerin interneti teknolojisinin iş sağlığı ve güvenliği alanına yansımalarını görmemiz açısından dikkat çekicidir. Sözü edilen çalışmada IoT tabanlı akıllı gömlek ünitesine bir sensör yerleştirilmiştir, vücuda takılan bir işlem birimi ile giyilebilir cihazların bluetooth ağı üzerinden iletişim kurarlar. Veriler bir baz istasyonunda işlenmektedir.

Her çalışanın işlem birimi, kişisel sensör verilerinin akışlarını iş görevleri hakkındaki bilgiler ile birleştirerek yorgunluk kalıplarıyla eşleştirir, daha sonra işçi yorgunluğunun neden olduğu tehlikeli durumların ortaya çıkma olasılığını tahmin etmektedir. Sağlık ve güvenlik endişelerine yol açabilecek durumlar ile ilgili uyarılar çalışanın ve bir iş arkadaşının telefonuna uyarı şeklinde sunulmakta olup, Personel firmaya döndüğünde veriler kalıcı olarak depolama için yüklenmektedir.

Bununla beraber nesnelerin interneti sürecinin tam anlamıyla hayata geçirilmesi ile ilgili engeller bulunmaktadır. Bu engeller arasında en önemli engel olarak gelişmiş altyapının kurulamamış olması, veri paylaşımı, güvenlik ve gizlilik konularında da birtakım standartların getirilememiş olması belli başlı engeller arasında sayabiliriz (pang, 2013). Nesnelerin internetinin mahremiyet ve insan sağlığı açısından da iyi bir korumaya ihtiyaç duyduğu yapılan araştırmalarda belirtilen hususlar arasındadır (Pang ve diğerleri, 2015).

Tabatabaee ve arkadaşlarının (2022), Honkong’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında da nesnelerin internetinin çalışanlar tarafından kullanımının önündeki engelleri bir kez daha göstermektedir. İnşaat işçileri ile yapılan araştırmada teknolojiye düşük güven, işçilerin IoT tabanlı giyilebilir cihazları kullanma konusundaki isteksizliğini göstermektedir. Bu bağlamda nesnelerin interneti teknolojilerinin benimsenmesi tam olarak sağlanamamıştır. Bu engeller yöneticiler tarafından işçilerin faaliyetlerinden verilerin toplanmasının önemini anlatılması ve işçiler ile yöneticiler arasında güven oluşturmaları yoluyla aşılabılır (Sanaz ve diğerleri, 2022).

### **2.2.2 Büyük Veri**

Büyük veri, internet üzerinden iletilen standart dosyalardan çok daha büyük olan veri kümelerini ifade eden gelişmekte olan bir teknolojidir (Suthakar, Magnoni, Smith, Khan, & Andreeva, 2016). Büyük veri teknolojileri, iş sağlığı ve güvenliği risk analitiği için analitik tekniklerini desteklemektedir. Sağlık ve güvenlik risklerinin tahmini için çeşitli makine öğrenme teknikleri kullanılmıştır. Örneğin, karar ağaçları (Cheng ve ark,2011), genelleştirilmiş doğrusal model (Esmaceli ve ark,2015) ve bulanık yöntem (Depnath ve ark,2016), kaza oranlarını azaltmak için olay verilerini analiz etmek için kullanılmıştır. Bayes ağı gibi teknikler ise iş kazası oranlarını ölçmek için kullanılmıştır (Papazoglou, Aneziris, Bellamy, Ale, & Oh, 2015).

Büyük veri, iş sağlığı ve güvenliğinde giyilebilir teknolojiler ve nesnelerin interneti gibi veri kaydı yapan cihazlar vasıtası ile daha önce meydana gelen iş kazalarının bir analizini yapmamıza, tehlikelerin tanımlanarak, risklerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Sürekli olarak veri akışı sağlayan büyük veri üretimi sürekli analiz ve optimize etme hususlarında tahmine dayalı analitik oluşturarak kolaylık sağlamaktadır (Abbott, 2014). Büyük veri hacmi giyilebilir cihazlarda elde edilen bilgileri de içermesi nedeni ile önemli bir genişliğe sahip olmaktadır. Çalışanlardan toplanan veriler risk değerlendirmesi ve iş güvenliği eğitimlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Veri toplamada çalışanlar tarafından güvensizlik ve bu teknolojilerin benimsenmemesi ele alınan zorluklar arasında yer almaktadır.

### **2.2.3 Robotik (Akıllı Robotlar)**

Endüstri 4.0 teknolojileri günlük yaşantımızdan otomasyona kadar tüm sektörleri yeniden şekillendirmektedir. Bu eğilim aynı zamanda disiplinler arası bir alan olan İş Sağlığı ve Güvenliğinin de hızlı gelişimine neden olmuştur.

Bu gelişmeyle birlikte dördüncü sanayi devriminin iş güvenliğine getirdiği yeniliklerin bir bileşeni olan işbirlikçi robotların kullanımında artış yaşanmaya başlamıştır. Bu kapsamda insan ile iş birliğine dayalı olarak çalışan cobotlar risk değerlendirmelerine bağlı olarak güvenlik bariyerleri olmadan kurulmaktadır. Karşılaştığı kuvvete bağlı olarak otomatik olarak durmaları nedeniyle tehlikeleri de bertaraf etmektedirler. Böylece iş kazaları önlenirken hata yapma olasılığı da ortadan kalkmaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin İş Sağlığı ve Güvenliğine büyük ölçüde etki eden bileşenlerinden biri olan robotik, İş Sağlığı ve Güvenliği hizmetlerini yeniden biçimlendirmede önemli bir görev üstlenmektedir. İnsan ile iş birliği içerisinde çalışan bu cobotlar montaj, malzeme taşıma, yüzey işleme, kalite kontrol gibi alanlarda başarılı bir şekilde görevlerini yerini getirmektedir. Kolaboratif robotlar hafif ve kompakt yapısı ile üretim süreçlerinde tekrar eden, riskli ve kirli işleri (gerekli risk analizleri yapılarak) ileri teknolojisi sayesinde insanların zarar görmeden çalışabilmelerini sağlamaktadır (www.universal-robots.com/tr.2022). Bununla beraber üreticiler karmaşık görevleri en az maliyetle yerine getirebilmek amacıyla daha az maliyetli ve daha fazla yeteneğe sahip cobotları kullanmaktadır.

Örneğin Avrupa’da robotik üreticisi olan Kuka, birbiri ile etkileşime giren özerk robotlar sunarak, üst seviye sensörler sayesinde insanlar arasında güvenli bir etkileşim ve ahenk sağlamaktadır (Rüssmann, Lorenz, Gerbert, & Waldner, 2015).

Dördüncü sanayi devriminin İş Sağlığı ve Güvenliği alanında robotik anlamda sunduğu başka bir yenilik ise Schmidt ve ark. (2013), tarafından geliştirilen pnömatik duvara tırmanma robotlarıdır. Bu robotlar, Cam beton ve ahşap malzemeler gibi manyetik olmayan yüzeylere tırmanmak için vantuzlar veya negatif basınç mekanizması kullanmaktadır (Schmidt & Berns, 2013). Çoğu altyapının, beton malzemelerden yapılması nedeniyle inşaat mühendisliğinde denetim görevleri için pnömatik duvar tırmanma robotları yaygın olarak kullanılmaktadır. Tırmanma robotları geleneksel görsel muayene yöntemine kıyasla işçiler için güvenlik riskini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bununla birlikte, akıllı robotların benimsenmesi için de bazı zorluklar öngörülmektedir. İnsan ve robot etkileşimi esnasında yasal konularda farklı risklerin ortaya çıkmasına bağlı olarak güvenlik sorunlarının yaşanması, çalışanların bu robotları kendilerine bir rakip olarak görerek benimsememeleri gibi konular gelecekte yaşanması muhtemel zorluklar arasındadır.

Ülkemizde akıllı robotların daha fazla kullanım alanı bulabilmesi için çalışanların bu robotları benimsemesi hususunda gerekli çalışmalar yapılmalı, akabinde teknik, yasal ve politik düzeyde düzenlemeler gerçekleştirilmelidir.

#### **2.2.4 Giyilebilir Teknolojiler**

İş Sağlığı ve Güvenliği'nde tehlikelerin tespit edilmesi, risklerin belirlenmesi ve nihayet iş kazalarının önlenmesi için sensör kullanımı artarak önem kazanmaktadır. Dördüncü sanayi devriminin İş Sağlığı ve Güvenliği bilim dalına yansımalarından biri olan giyilebilir teknolojiler, çalışanların davranışsal verilerinin takibini sağlayarak bu parametreler doğrultusunda analiz ve karar destek araçlarına destek olmaktadır. Çalışanlar arasında bilgisayar okuryazarlığı seviyesinin artması giyilebilir teknolojilerin gelişimini olumlu yönde etkilemekte olup, giyilebilir cihazlar ile birleştirilmiş otomatik cihazların kontrolünü uzaktan sağlayan akıllı iş yerlerinin oluşumuna dayanak hazırlamaktadır. Dördüncü sanayi devriminin İş Sağlığı ve Güvenliğine getirdiği yeni vizyon ile aktifleşen teknolojiler, giyilebilir sensörler ve sistemler kapsamında büyük ilerlemeler kaydedilmesine olanak tanımaktadır.

Çalışanların iş yeri ortamında izlenmesi anlayışına dayanan bu kavram ile araştırmacılar, çalışanlar ile ilgili teknolojiyi ihtiyaç duyduğu becerilerle bütünleştiren gerekli araçlar sağlanmaktadır. Bu teknolojiler, çalışanların formda ve sağlıklı kalmalarını sağlayarak hastalık ve yaralanmalar nedeniyle kaybedilen günleri azaltmaktadır. Giyilebilir teknolojiler ile birlikte çalışanlar, sağlıkları ile ilgili kendi kendine yönetim sağlarken toplanan veriler iş güvenliği eğitimleri ve risk değerlendirme anlamında materyal sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ın getirdiği bu teknoloji sayesinde risklerin erken tespiti ve iş kazalarının önlenmesi konusunda davranış değişikliği oluşturulmaktadır. Giyilebilir cihazlardan toplanan çalışanların günlük olarak tehlikeli hareket ve tehlikeli davranışlar gibi davranışsal hareketlerini kaydeden veriler ise risk faktörlerinin erken tespitine yardım etmektedir.

Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve General Motors tarafından geliştirilen bir robotik kavrama eldiveni olan "Robo Glove Eldiven" montaj hattı operatörlerinin uzun saatler çalışmasına ve tekrarlayan görevleri yerine getirmesine yardımcı olmak için kullanılmakta olup, üretimden tıbbi rehabilitasyona kadar çeşitli sektörlerde uygulanabilmektedir (Diftler, Bridgwater, & Rogers, 2015).

Robo Glove, bir aleti çalıştırırken gereken kavrama kuvvetini azaltarak bir nesnenin ne zaman kavranmaya hazır olduğunu tespit etmek amacıyla parmak uçlarında basınç sensörlerine sahiptir. Resim 2.8’de Robo Glove gösterilmektedir. Bununla birlikte Arjantin ve arkadaşları (2017), insan duruşlarının analizini yapan giyilebilir akıllı telefon geliştirmişlerdir. Akıllı telefonlar çalışanların koluna ya da beline monte edilmekte olup bu sayede akıllı telefon sensörlerinden alınan veriler kullanılarak duruş bozuklukları tespit edilmektedir. Bütün bunların yanında Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) düşmelerin neden olduğu travmatik beyin hasarını önlemek için baretlerin performansını tasarımını incelemektedir (Wu, Pan, Wimer, & Rosen, 2017). Bu çalışma aynı zamanda baret performansını ele alan fikir birliği standartlarını iyileştirmeyi de içermektedir. Potansiyel travmatik beyin hasarlarını azaltmak için geliştirilmiş tasarıma ek olarak, ilave özelliklere sahip akıllı kasklar geliştirilmektedir. Örneğin gaz sızıntılarının neden olduğu metan ve karbon monoksit konsantrasyonlarını izlemek için akıllı bir güvenlik kaskı tasarlanmıştır (Roja&Srihari, 2018).



Resim 2.6. Robo Glove Eldiven (Kaynak: <https://technology.nasa.gov/patent/MSC-TOPS-37>)

Bu teknolojilerin iyi birer veri toplama aracı olmasının yanında kullanımındaki engellerin başında giyilebilir cihazların maliyeti gelmektedir.

Giyilebilir cihazların maliyetine ek olarak bu sistemlerin çoğu IoT ağı gibi altyapı harcamaları gerektirmektedir. Giyilebilir teknolojilerin kullanımındaki zorluklardan birisi de veri güvenliği ve mahremiyet problemidir. Çalışan mahremiyetinin önündeki engeller aşılrsa dahi, bu teknolojilerin önündeki bir diğere engel çalışanların giyilebilir teknolojileri kabulüdür. Fakat teknolojinin iş yerlerinde yaygınlaşması ile çalışanların bu teknolojileri faydalı bulmaları beklenmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında giyilebilir teknolojilerin şu özelliklere sahip olması beklenmektedir:

- Çalışanların kolay kullanımı için kolay ve anlaşılır olmalı
- Kullanılan diğere uygulamalar ile birlikte entegre olarak çalışabilir olmalı
- Çalışanların tercihlerine göre veri paylaşımına imkân verebilir olmalı
- Çalışanların iş yerindeki yöneticiler ve iş güvenliği profesyonelleri ile koordinasyonunu sağlamaya yönelik olmalı
- Tasarımı kullanıma teşvik edici ve ergonomik olmalı

### **2.2.5 Siber-Fiziksel Sistemler ve Yapay Zekâ**

Siber fiziksel sistemler (CPS), sistemlerin hesaplamalı ve fiziksel süreçleri içerdığı bölgeyi ifade etmektedir (Huang, Pang, Chen, & Tsang, 2018). Başka bir tanımla Siber Fiziksel Sistemler; kablolu veya kablosuz, yerel veya geniş ağlarda veri alışverişi yapabilen, fiziksel eylemleri birbirleriyle koordine edebilen, otonom hareket yeteneklerine sahip, karmaşık sistemleri kontrol edebilen ve izleyebilen bir dizi sistemdir (Çalhan& Cicioğlu, 2022). Siber fiziksel sistemler ile nesnelerin interneti kavramları birbirlerine çok yakın anlama sahip olmalarına rağmen, nesnelerin interneti bileşeni için internet altyapısı gerekirken siber fiziksel sistemler için internet olsun veya olmasın nesnelerin birbirlerine bağlantısı söz konusudur.(Çalhan& Cicioğlu, 2022, s. 1-4).Endüstri 4.0'ın ana bileşenleri arasında yer alan siber fiziksel sistemler; birlikte çalışabilirlik, sanallaştırma, merkeziyetçilik, gerçek zamanlı yetenek, servis yönü ve modülerlik başlıkları altında altı tasarım ilkesi ile açıklanmaktadır(Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

**Birlikte Çalışabilirlik:** Birlikte çalışabilirlik; bir firmadaki makinelerin, objelerin ve kişilerin iletişim kurma veri alışverişi yapma ve faaliyetleri koordine etme kabiliyetini ifade etmektedir.

Bununla birlikte yeni bir teknolojiyi benimsemek ve uygulamak sistem ya da ürün diğer ürün ve sistemler ile bağlamsal bir bilgi alışverişinde bulunamazsa sınırlı kapasiteye sahip olmaktadır. Birlikte çalışabilirlik bağlantı olmadan gerçekleşmemektedir, bu sebeple işletmelerin ilk adım olarak veri depolama maksadı ile yazılım programları ve bulut bilişim kullanarak işlemlerini dijital hale getirmeleri gerekmektedir. Bir sonraki adım Linux, android, Apache openoffice, GnuCash gibi açık kaynaklı platformları ve yazılımları iş operasyonları ile bütünleştirmektir (www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles 2022). Sistemler arasında açık bilgi alışverişine izin verilmesi, firmaların bilgi toplama ve yönetim giderlerini düşürmelerine, gereksiz tekrarları azaltmalarına, üçüncü taraf uygulamalardan yararlanmalarına imkân sağlamaktadır.

**Sanallaştırma:** Sanallaştırma fiziksel süreçlerin simülasyon modelleri ile izlenebildiği başarısızlık durumlarında bildirim özelliği ile sonraki çalışmaların güvenli bir şekilde düzenlenmesine olanak tanımaktadır (Hompel&Otto, 2014).

**Yaşlı bakımı ve eğitim gibi büyük ekipman ve makinelere ihtiyaç duyulmayan endüstriler için sanallaştırma,** donanım giderlerini ve gereken fiziksel kaynak sayısını azaltmak için kullanılabilir. Sanallaştırma ile uygulamalar tek bir fiziksel cihaza bağlı olamadan çalışmaktadır. Bu da güvenilirliği artırarak gereksinim duyulduğunda eklentilerin eklenmesini sağlamaktadır.

**Merkeziyetçilik:** Her ne kadar bireysel ürünlere olan talep kontrolü zorlaştıran bir faktör olarak karşımıza çıksa da sistemin yerinden yönetimi ile doğru takibi, başarısızlıkları ortadan kaldırmaktadır (Hompel&Otto, 2014, s. 8-9). Bununla birlikte yeni bir teknolojiyi benimsemek ve uygulamak ürün veya sistemlerin diğer ürün ve sistemler ile bir bilgi alışverişinde bulunamazsa sınırlı kapasiteye sahip olmaktadır.

**Gerçek Zamanlı Yetenek:** Verilerin gerçek zamanlı olarak toplanarak analiz edilmesi gerçek zamanlı yeteneği ifade etmektedir (Hompel&Otto, 2014, s. 10-12). Bu sayede kararların hızlı bir şekilde alınmasını sağlayarak, üretim hatlarındaki arızalara hızlı bir şekilde müdahale etmeye, proaktif bir yaklaşım benimsemeye olanak sağlamaktadır.

**Servis Yönü:** Büyük veri ile mümkün hale gelen gerçek zamanlı yetenek ve birlikte çalışabilir sistemler ile serbest bilgi akışı, işletmelerin müşteri taleplerini daha iyi karşılmasını sağlamaktadır.

Bununla beraber firmaların değişen gereksinim ve beklentilerine uyum sağlayarak kişiselleştirilmiş bir hizmet sunulmasına imkân tanımaktadır.

Modülerlik: Modülerlik servis yönü ile benzer olarak firmaların değişen gereksinimlere ve endüstri ihtiyaçlarına esnek olarak uyum sağlama kabiliyetini ifade etmektedir. Modüler sistemlerle, değişen ürün özelliklerine veya mevsimsel kararsızlıklara esnek bir şekilde yanıt verebilecek bir sistem oluşturularak, gerektiğinde sisteme yeni modüller eklenebilir (Hompel&Otto, 2014, s. 14).

Bununla beraber 2021 yılında Singapur’da yapılması planlanan ve Salgın’ın tüm dünyada halen devam etmesi nedeniyle iki kez iptal edilen “Dünya Ekonomik Forumu” “Küresel Ajanda Konseyi’nin “Yazılım ve Toplumun Geleceği” konusunda bilgi ve iletişim sektöründen katılımcılar ile gerçekleştirdiği ankete göre; Endüstri 4.0’ın sağlık, ev ve ofis hizmetlerine kadar geniş bir alanda hayatımızda yer alması öngörülmektedir (Gedik, 2019).

Araştırmaya göre 2025 yılına kadar sağlık alanında gerçekleşmesi olası değişim noktalarının yüzdeleri şöyle olacaktır. İnsanların %10’u %91 ihtimal ile internet bağlı olan kıyafetler giyecekler, %89 ihtimal ile internete bağlı 1 trilyon sensör bulunacaktır. Bununla birlikte %85 ihtimal ile okuma gözlüklerinin %10’u internete bağlanacak, %76 ihtimal ile kurumsal denetimlerin %30’u yapay zekâ tarafından gerçekleştirilecektir. Bu anlamda yapay zekâ (AI), akıl yürütme, anlamları keşfetme veya geçmiş tecrübelerden öğrenme gibi insan entelektüel süreçleri tarafından elde edilen ve geliştirilen algoritmaları veya sistemleri ifade etmektedir (Gedik, 2019, s. 5).

### **2.3 Endüstri 4.0 Teknolojileri ile İş Sağlığı ve Güvenliği ’nin Geleceği**

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte, sanal mühendisliğe ve güvenlik teknolojilerine yönelik riskin erken analizi ve yönetimi aracılığıyla çalışmalar daha güvenli ve sağlıklı bir hale gelmiştir (Leso, Fontana, &Lavicoli, 2018). Sensöre bağlı kasklar ve bileklikler gibi giyilebilir teknolojiler, çalışanların aşırı ısıya, zehirli gazlara, zararlı elementlere, açık ısıya ve kimyasallara maruz kalabilecekleri tehlikeli işyeri ortamlarında güvende kalmalarını sağlamaktadır. Kalp krizi, düşme ve stres seviyesindeki değişiklikler gibi anormallikler karşısında izlemeyi sürekli olarak mümkün hale getirmektedir (European Commission. Public Attitudes towards Robots—Special Eurobarometer, 2022).

Ayrıca, verileri yorumlayıp uygun eylemi seçerek kendi kendini tanıyan ve kendi kendine öğrenen makineler, işyeri operasyonları esnasında tehlikeli durumları tahmin edebilmektedirler.

Endüstri 4.0'ın teknolojik yetenekleri bilişsel analitik ile beraber, çalışanları daha akıllı bir hale getirerek güvenlik ve sağlıklarını desteklemektedir. Endüstri 4.0 robotik güç, kaynak, boyama, montaj faaliyetleri gibi görevler için endüstriyel robotlardan faydalanmaktadır. Bu şekilde verimlilik ve kalite artarak aynı zamanda kas- iskelet sistemi rahatsızlıkları, ölümcül yaralanmalar önlenmektedir. (Graetz&Michaels, 2015). Bununla birlikte “işbirlikçi robot” olarak adlandırdığımız cobotlar performans artırıcı robotik cihazlarla donatılmış insan işçilerle doğrudan iletişim kurmak için geliştirilmiştir. Böyle bir insan-cobot ilişkisinde insanın el becerisi, çeviklik ve problem çözme becerileri mekanik cobot özellikleri ile birleştirilmektedir (Murashov, Hearl, & Howard, 2016). Bu tür gelişmiş otomasyon, işyeri ortamlarını daha ergonomik ve konforlu hale getirmektedir.

Endüstri 4.0 üretim işlerinde manuel çalışmalarda ve ağır fiziksel görevlerde azalma meydana getirirken, problem çözme ve karmaşık yönetim görevlerinde bir artışın meydana geleceği beklenmektedir. Akıllı üretim faaliyetlerinin neden olduğu zihinsel aşırı yüklenme ve iş yoğunluğu nedeni ile psikolojik riskler fiziksel risklerden daha belirgin bir hale gelebilecektir. Mühendislik faaliyetlerinde ve özellikle otomatik ekipman izlenmesinde çalışanların mükemmel iletişim becerilerine ve yeteneklerine sahip olmaları beklenecektir. Çalışanların bu makineleri kullanması, yönetmesi ve gerektiğinde müdahale etmesi gerekeceğinden, vasıfsız çalışanlardan ziyade vasıflı çalışanlara ihtiyaç duyulacaktır. Öte yandan çalışanların davranışlarını, performansını sürekli olarak izlemek için dijital araçların kullanılması, mesleki belirsizlik psikolojik baskı atmosferi yaratabilmektedir. İş birliği yapan robotları içeren yenilikçi teknolojiler, doğru kullanım konusunda standart eksikliği nedeni ile yeni bir kaza türüne yol açabilecektir. Otomatik cihazlar mekanik, elektriksel ve termal tehlikelerin yanı sıra gürültü, titreşim, radyasyon ve kimyasal maruziyetler oluşturabilecektir (ILO, 2015).

## **2.4 Türkiye’de Endüstri 4.0**

Endüstri 4.0 ile yaşanan büyük değişim ile beraber İş Sağlığı ve Güvenliği teknikleri ve risklerinde de önemli değişiklikler meydana gelmiştir (Güllü & Yalçınkaya, 2021, s. 125-138).

Üretim fenomeninde yaşanan bu değişimler ile birlikte iş yerlerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği tekniklerinin yetersiz kalacağı öngörülmektedir (Güllü & Yalçınkaya, 2021, s. 143-146). Geline bu aşamada robotlar, giyilebilir kıyafetler, yapay zekâ tabanlı izleme, akıllı kişisel koruyucu donanım ve işbirlikçi robotların iş yerlerinde çoğunlukla kullanılması ile yeni iş risklerinin ortaya çıkması değerlendirilmektedir (Güllü & Yalçınkaya, 2021, s. 136-137). Bütün bu değişimler ile beraber İş Sağlığı ve Güvenliği daha karmaşık ve yönetilmesi zor bir proses olabilecektir. Bu sebeple iş sağlığı ve güvenliği Disiplininde yapay zekâ uygulamaları kullanılarak başarılı bir risk analizi ve kaza analizi yapılmalıdır.

Bununla birlikte Ülkemizde Endüstri 4.0 teknolojileri ile İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) alanında yaşanan ilerlemeler arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik gibi alanlar ile kişiselleştirilmiş İş Sağlığı ve Güvenliği teknolojileri derinlik kazanmıştır. Ford gibi şirketler güvenliği arttırmak amacıyla montaj hatlarında sanal gerçeklik teknolojilerini başarı ile kullanmışlardır.

Sanal gerçeklik sistemleri, yaralanma risklerini azaltarak verimliliği arttırmak amacıyla, insan hareketini tekrar düzenleyerek donanım montajı esnasında vücut hareket sensörleri tarafından yakalanan insan hareketini tanımlamaktadır. Sanal gerçeklik kullanımı çalışan yaralanmalarında %70'lik, ergonomik konularda ise %90'lık bir düşüş ile sonuçlanmıştır (<https://www.safetysure.com.au> 2022, s. 3). Bu teknolojiler ile iş yerlerinin donatılması yüksek maliyet gerektirmekle beraber uyum sürecinin doğru bir şekilde yönetildiğinde işletmeler için iş kazalarının azalması, kayıp zaman yaşanmaması ve dolayısıyla verimliliğin artması sağlanacaktır.

Türkiye'de 2021 yılında dijital platformda gerçekleştirilen Bilişim Zirvesi'nin ana temasını oluşturan Endüstri 4.0 teknolojileri ülke kalkınmasında güç oluşturması açısından önemli bir harekettir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile Teknoloji ve Bilişim sektörü paydaşlarını buluşturan zirvede ülke olarak siber güvenlik ile ilgili düzenleyici, altyapısal indeks değerlendirmesinde Dünyada 11. Avrupa da 6. Sırada olduğu ifade edilmekte olup, siber güvenlik alanında oldukça yol alındığı belirtilmektedir (Bilişim Zirvesi 21 Sonuç Bildirgesi Erişim: 06 Nisan 2022, s. 14). Tutar ve arkadaşları tarafından (2018) hazırlanan çalışmada, Türkiye'nin 2023 projesi ile ilgili olarak, Endüstri 4.0 teknolojilerinde yetkinlik kazanmak istendiğini ancak hedeflerin göstergelerin çok azı için uyum sağladığını belirtmektedir.

Çalışmada ayrıca bir Endüstri 4.0 ekonomisi olma özelliği taşıyan Almanya'nın 2025 stratejik hedeflerini Türkiye ile karşılaştırarak Türkiye'nin bu standartlara erişebilmesi için sektörel anlamda ve birçok alanda yeni politikaların belirlenmesinin gerekli olduğunu belirtmektedir (Tutar, Terzi, & Tınmaz, 2018).

Güncel ekonomik yapıya daha uygun bir duruma getirmek amacıyla 2018 yılında yayınlanan Küresel Rekabet Raporu, yönteminde değişikliğe gitmiştir. Bu amaçla "Küresel Rekabet Endeksi 4.0" ismi verilen yeni endeks yöntemi ile Endüstri 4.0 döneminin özelliklerini de kriterlerine dâhil ederek değerlendirme kapsamına almıştır (İzmir Kalkınma Ajansı, Küresel Rekabet Endeksi ve Türkiye 2022). 2018 yılı raporlarına göre; 140 ülkenin dâhil edildiği çalışmada Türkiye küresel rekabette %62'lik oran ile 61. Sırada yer almıştır. 12 ölçüt altında değerlendirilen Türkiye'ye ait değerler şekil 2.2.'de gösterilmiştir (Schwab, 2017).



Resim 2.7. Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Raporu: Türkiye (Kaynak: Schwab, 2018: 567.)

Bununla beraber 2020 senesinde yayımlanan “Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu Özel Sayısı 2020: Ülkeler İyileşme Yolunda Nasıl Performans Gösteriyor” başlıklı rapor, ülkelerin iyileşme yolunda nasıl performans gösterdiğinin altını çizerek rekabet sıralaması yapılmadan ilk defa paylaşılmıştır. Rapora göre; pandemi koşullarında gelişmiş ekonomilere ve yeteneklere sahip ülkelerin vatandaşları evden çalışırken ekonomilerini çalışır bir halde tutmada daha fazla başarı göstermişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri, Estonya, Hollanda, İsviçre ve Yeni Zelanda'nın bu konuda başarılı olan ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir (Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu, 2020).

Teknolojik ve sosyal kalkınmanın yanı sıra insan sağlığının iyileştirilmesi de bir ekonominin nihai hedefleri arasında yer almakla beraber, dünya nüfusunun artması ve nüfusun yaşlanması ile bu durum gittikçe önem kazanmaktadır (National Information Council, 2008). Bağcı'ya (2018) göre, 2050'li yıllara gelindiğinde Endüstri 4.0 teknolojileri sektörlerdeki etkilerini daha belirgin hale getirecek ve üretim süreçlerinin yapısını tamamen değiştirecektir. Bu süreçte şirketler ve ülkeler değişime uyum sağlayarak, teknolojik bilişim altyapısı oluşturarak fırsatlardan yararlanmaya ve kendisini tehditlerden korumaya hazır olmalıdır.

Türkiye'de kamu ve özel sektör, geleneksel ekonominin yüksek teknoloji, katma değeri yüksek ürün ve hizmetler üreten bir bilgi ekonomisine dönüştürülmesi gerektiği konusunda hem fikir olsalar da bunun yolunun Endüstri 4.0 teknolojilerini ekonomiye uyarlamak olduğunu bilmektedirler (Gedik, 2019, s. 43). Ülkeler incelendiğinde söz konusu teknolojik trendin temayülü Çin ve Almanya üzerine yoğunlaşmaktadır (Gedik, 2019, s. 50). Sanayi hamleleri ile son otuz yılda büyük ivme kazanan ve Amerika Birleşik Devletleri'ni gölgesinde bırakan Çin ekonomisi, Endüstri 4.0 teknolojilerini kendi atılımlarıyla birleştirmek üzere Almanya ile iş birliği yapmakta, gelişmiş ülkelerin çağdaş teknolojileri ile ekonomik bakımdan güçlü yönünü oluşturan maliyeti düşük üretim fırsatlarını bir araya getirmektedir (Zhou, Cao, Dong, & Lin, 2015). Bununla beraber kalkınmacı devlet modeli ile başarı gösteren Güney Kore, bu iş birliğinde model alınabilecek bir ülke olma eşliğinde bulunmaktadır.

## 2.5 Teknoloji Kabulünü İnceleyen Model ve Teoriler

Bilişim teknolojilerinin günlük hayatımızda aktif olarak kullanılması ile birlikte teknolojinin kabul edilmesi ve kullanılması araştırılması gereken bir alan haline gelmiştir. Davis (1986) aracılığı ile geliştirilen ve bir doktora tezi olan TKM, bilgi sistemleri araştırmacılarının sistem kullanımını tahmin etmelerine destek olabilecek modeller sına ve geliştirme çabaları üzerine önerilmiştir. Model pek çok araştırmacı tarafından test edilerek genişletilmiştir (Legris, 2003).

Bununla birlikte teknolojilerin benimsenmesinin ardındaki faktörlerin daha iyi anlaşılması için birçok model ve teoriler öne sürülmüştür. Teknolojiyi kabul ederek onu kullanacak unsurun insan olması nedeni ile bu teoriler ortaya atılırken büyük ölçüde sosyal psikolojiden faydalanılmıştır. Bilgi sistemleri ve sosyal psikoloji ile ilgili kuram ve modeller çizelge 2.2.'de verilmektedir.

Çizelge 2.2. Teknoloji Kabulünü İncelemek amacıyla Oluşturulmuş Teori ve Modeller

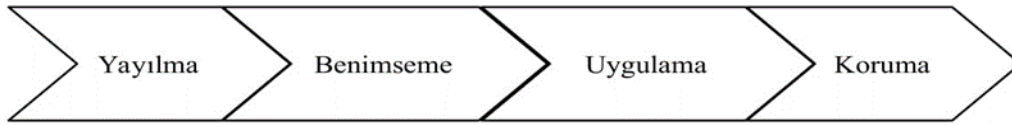
Çalışmanın Yapıldığı Yıl	Teori/Model	Yazarlar	Çalışmada Kullanılan Değişkenler
1962	Yenilik Yayılım Teorisi (YYT)	Everett Roger	Göreceli Üstünlük, Uygunluk, Karmaşıklık, Denenebilirlik, Gözlenebilirlik
1975	Sebepli Faaliyet Teorisi (SFT)	Ajzen ve Fishbein	Tutum, Özne Norm
1985	Planlı Davranış Teorisi (PDT)	Ajzen	Tutum, Özne Norm, Algılanan Davranışsal Kontrol
1986	Sosyal Bilişsel Teorisi (SBT)	Bandura	Önceki Performans, Öz Yeterlilik, Davranış Modelleme, Sonuç Beklentisi
1989	Teknoloji Kabul Modeli (TKM)	Fred. D. Davis	Algılanan Fayda, Algılanan Kullanım Kolaylığı
1991	Kişisel Bilgisayar Kullanım Modeli (KBKM)	Thompson, Higgins ve Howell	İşe Uygunluk, Karmaşıklık, Uzun Dönemli Sonuçlar, Kullanıma Yönelik Tepki, Sosyal Faktörler, Kolaylaştırıcı koşullar
1992	Motivasyonel Model (MM)	Davis, Bagozzi ve Warshaw	İçsel Motivasyon, Dışsal Motivasyon
1995	Planlı davranış kuramı ve Teknoloji kabul modeli birleştirilmiş modeli-(TKM-PDT)	Taylor ve Todd	Davranışa karşı tutum, Özne norm, Algılanan davranışsal kontrol, Algılanan fayda
2000	Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli-2(TKM-2)	Venkatesh ve Davis	Sosyal Etki (İmaj ve İşe Uygunluk), Bilişsel Süreç (Çıktı Beklentisi, Sonuç Kanıtlanabilirliği)
2003	Birleştirilmiş Teknoloji	Venkatesh, Morris,	Performans Beklentisi,

Çizelge 2.2. Teknoloji Kabulünü İncelemek amacıyla Oluşturulmuş Teori ve Modeller  
(Devam)

	Kabul ve Kullanım Teorisi (BTKKT)	Davis ve Davis	Çaba Beklentisi, Sosyal Etki, Kolaylaştırıcı Koşullar
2008	Teknoloji Kabul Modeli-3 (TKM3)	Venkatesh ve Bala	Referans Noktası (Öz Yeterlilik, Dışsal Kontrol Algısı, Kaygı Eğlence), Düzeltme (Algılanan Haz, Amaç Kullanılabilirliği)
2012	Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanımı Teorisi-2 (BTKKT- 2)	Venkatesh, Thong ve Xu	Algılanan Parasal değer, Algılanan hedonik Motivasyon, Alışkanlık

### 2.5.1 Yenilik Yayılma Teorisi

Dingfelder ve diğ. (2010), göre yenilik kavramı, bir kişi veya kurum tarafından algılanan düşünce, uygulama veya hedef olarak açıklanmaktadır. Yayılma ise, yeniliğin zaman içinde sosyal sistem üyeleri arasında aktarıldığı süreçtir (Rogers E. M., 2003). Yeniliklerin yayılması, yeni fikirlerin ve teknolojilerin neden, nasıl, ne oranda yayıldığını açıklamaya çalışan bir kuramdır. İletişim çalışmaları profesörü olan Everett Rogers'ın yeniliklerin yayılması isimli kitabı ile kuram popüler bir hale gelmiştir.



Şekil 2.2. Yenilik Karar Evreleri

Rogers kitabında, yayılmanın yeniliğin sosyal sistemdeki katılımcılar arasında zaman içinde iletildiği bir süreç olduğunu savunmaktadır (Rogers E., 2003, s. 36). Değişim teorileri açısından, Yenilik Yayılımı teorisi, değişiklikleri incelemek için zıt bir yaklaşım benimsemektedir. Bireyleri değişime ikna etmeye odaklanmak yerine, değişimi öncelikle bireylerin ve grupların ihtiyaçlarına daha uygun hale getirmek için ürün ve davranışların evrimi veya “yeniden icadı” olarak görülmektedir (Wani & Ali, 2015).

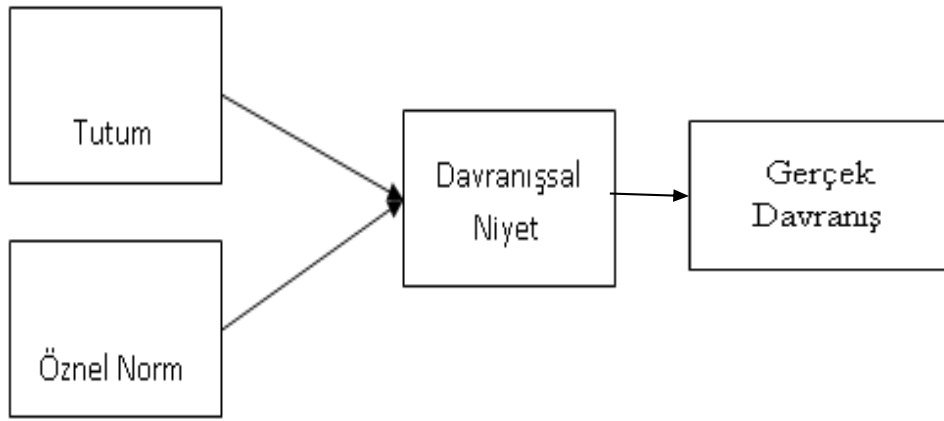
Bununla birlikte yeniliğin kabul edilerek, benimsenmesi ve kullanılması tercihi anlık bir eylem olmayıp, bu tercih yayılma, benimseme, koruma ve uygulama evrelerinden meydana gelmektedir. Şekil 2.2’de yenilik karar sürecinin evreleri verilmiştir.

Yenilik karar verme evresi, bir kişinin veya kuruluşun yeniliği benimsemek ya da reddetmek, istikrarlı bir kullanım için uygulamak, ön kullanım amacı ile tutum oluşturmak ve kararlar almak hususunda yeniliğin ilk farkındalığından geçtiği süreçtir. Yayılma sürecinde yöneticilerin farkına varması sağlanır, stratejiler oluşturulur ve yenilikleri benimsemeleri teşvik edilir. Benimseme sürecinde, yöneticiler müdahaleye özgü davranışlar oluşturarak programı başlatmayı onaylamaktadırlar. Uygulama aşamasında, onu uygulayanlar yeniliği kullanmaya başlamaktadır. Yeniliğin değiştirilmesi bilhassa uygulama sürecinde beklenmektedir. Kurumsallaşma ise, bir yeniliğin uygulama sürecinden sonra birey veya toplum tarafından sürdürülmeye devam edilmesiyle gerçekleşmektedir (Dingfelder & Mandell, 2010, s. 5). Yenilik karar sürecini etkileyen beş nitelik bulunmaktadır. Bu nitelikleri gözlenebilirlik, uyumluluk, karmaşıklık, denenebilirlik ve göreceli üstünlük olarak sıralamak mümkündür. Bu nitelikler, yeniliğin benimsenme aşamasından kurumsallaşma sürecine kadar olan yenilik-karar sürecini etkilemektedir. Bu nitelikleri açıklamak gerekir ise bir yeniliğin mevcut durumdan daha iyi olarak algılanması, göreceli üstünlük olarak ifade edilmektedir. Belirgin amacı olan yenilikler daha basit bir şekilde kabul görür, aksi takdirde kullanıcılar bu yeniliğe önem göstermeyecektir. Uyumluluk, hazır bulunan değerler, geçmiş tecrübeler ve gereksinimler ile istikrarlı olarak idrak edebilme derecesidir (Dingfelder & Mandell, s. 13). Katılımcıların değerleri, normları ve algılanan ihtiyaçları ile uyumlu yenilikler daha basit olarak kabul edilmektedir (Greenhalgh, Robert, & Macfarlane, 2005). Yenilik kullanımının zor algılanması ise, karmaşıklık olarak isimlendirilmektedir (Dingfelder & Mandell, s. 16).

Bu sebeple kullanıcılara göre kullanılışı kolay olarak idrak edilen yenilikler çok daha kolay olarak kabul edilmektedir. Denenebilirlik, yeniliği deneyebilme derecesini ifade etmektedir. Sınırlı olarak deneme yapabilen kullanıcılara yönelik yenilikler daha basit bir şekilde benimsenerek özümsemektedir (Dingfelder & Mandell, s. 28-33). Gözlenebilirlik, bir yeniliğin faydaları, kullanıcılar tarafından görülebilirse, ne ölçüde kabul edilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla yeniliğin yararlarını daha açık bir duruma getirmeye yönelik girişimler özümseme ihtimalinin artmasını sağlamaktadır.

### 2.5.2 Sebepli Faaliyet Teorisi

Sebepli eylem teorisi Fishbein ve Ajzen (1975) tarafından, bilinçli olarak istenen davranışın belirleyicileri ile ilgilenen, sosyal psikolojiden geniş ölçüde yararlanan bir teoridir (Fishbein & Ajzen, 1975). Teorinin amacı bilinçli bir şekilde yapılan davranışların belirli etmenlerini açıklamaktır. Sebepli faaliyet teorisi; bir kişinin belirli bir durumda gerçekleştirdiği davranış ve bu davranışı gerçekleştirme amacı ile ölçülmektedir (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989, s. 982-1003).



Şekil 2.3. Sebepli Faaliyet Teorisi

Sebepli eylem teorisine göre; bireyin davranışta bulunma kararı, davranışı yapma niyeti tarafından doğrudan tahmin edilmektedir. Öte yandan davranışsal niyet faktörünün ortaya çıkmasında davranışsal tutum ve öznel normlar etkilidir. Bu normlar bireyin davranışa karşı tutumu ve davranış ile ilgili öznel normlarıdır. Tutumlar ile öznel normlar inanç kümelerine dayanarak oluşurlar. Bir davranışın neticelerine dair inançlar, bireyin başkalarının ne kadar iyi hissettiğine dair inançlarıdır. Sonuç inancının altında yatan tutumun iki bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenlerden ilki ölçümleme (Bu sistemi kullanmak iyimi yoksa kötü mü olur?) ikinci bileşen ise bir ihtimal bileşeni olan (Sistemi kullanma ihtimalim ne kadardır?) bileşenidir. Her kuralcı inancı etkileyen iki bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenlerden ilki bir referans normu olan; üst yönetim tarafından ne yapmam bekleniyor normudur. İkinci norm ise referansa uymadır; üst yönetimin benden istediğini ben ne kadar yapmak istiyorum motivasyonudur.

Bu nedensel ilişkiler nedensel bir model olarak test edilerek düzenlenebilmektedir (Rogers, Archibald, & Morrison, 2010).

### 2.5.3 Planlı Davranış Teorisi

Planlı davranış teorisi, bir kişinin belirli bir yer ve zamanda hareket etme niyetini tahmin etmek için 1980 yılında Ajzen tarafından geliştirilmiştir. Bu teori, insanların kendilerini kontrol etme kabiliyetine sahip oldukları tüm davranışları açıklamayı amaçlamaktadır. Modelin temel bileşeni davranışsal niyettir. Davranışsal niyetler, davranışın beklenen sonuca sahip olma olasılığı hakkındaki tutumdan ve bu sonucun risk ve faydalarının öznel değerlendirmesinden etkilenmektedir (Fishbein & Ajzen, s. 150-153). Planlı davranış teorisi sigara içme, sağlık hizmetlerinden yararlanma, emzirme ve madde kullanımı gibi çok çeşitli sağlık davranışlarını ve niyetlerini tahmin etmek ve açıklamak için başarıyla kullanılmıştır. Planlı davranış teorisine göre niyetler üç değişken tarafından belirlenmektedir. Kişisel tutumlar; belirli bir davranışa karşı tüm bilgilerimizin, tutumlarımızın ve ön yargılarımızın toplamıdır. Örneğin, sigaraya karşı bireysel tutumumuz rahatlatıcı ve iyi hissettirebilir fakat sabahları öksürmemeye neden olur ve kötü kokar. Planlı davranış teorisi şekil 2.4'de şematik bir şekilde gösterilmiştir. Şekli incelediğimizde davranışsal inançlar davranışa yönelik olumlu ya da olumsuz tutumlara yol açmaktadır. Normatif inançlar, ortamdaki algılanan sosyal baskı ya da öznel norm üzerinde hareket etmektedir. Öte yandan, kontrol inançları, algılanan davranışsal kontrole yol açmaktadır.

Bu inançlar bir araya geldiğinde davranışa yönelik tutum, öznel norm ve algılanan davranışsal kontrol bireyde niyetin oluşumunu etkilemektedir. Genel olarak, tutum ve öznel norm ne kadar olumlu olursa, algılanan davranışsal kontrol o kadar büyük olur. Ancak, bireyin söz konusu davranışı gerçekleştirme niyeti çok daha güçlü olmalıdır. Bu nedenle, davranışları üzerinde tatmin edici bir kontrol sağlandıktan sonra bireylerin niyetlerini gerçekleştirmeleri beklenmelidir. (Fishbein & Ajzen, s. 188-189). Bu nedenle niyetin davranış faktöründen daha önce geldiği düşünülmektedir. Bununla birlikte, isteğe bağlı kontrolü sınırlayabilen birçok davranışın uygulanması zor olduğundan, niyetin yanında algılanan davranışsal kontrolü de dikkate almak faydalı olacaktır. Algılanan davranışsal kontrolün doğrulayıcı olduğu oranda, fiili kontrole yardımcı olarak kullanılabilir.

#### **2.5.4 Sosyal Bilişsel Teorisi**

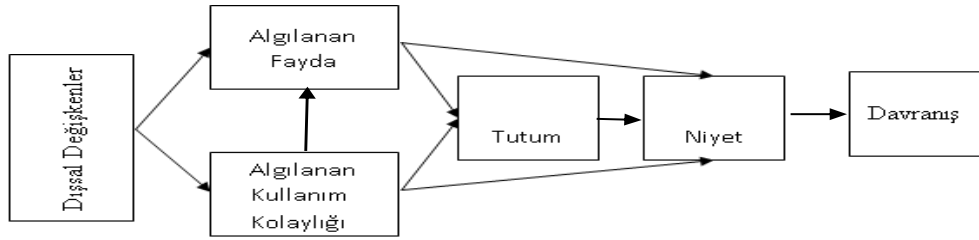
Sosyal bilişsel teori; başkalarının davranışları ile bu davranışların neticelerinin gözlenerek dolaylı olarak öğrenilmesi esasına dayanmaktadır. (Gülmez, 2008). Sosyal bilişsel teori, bilgi sistemleri literatüründe geçerliliği kanıtlanarak kapsamlı bir şekilde uygulanmakta olan bir kuramdır. Bu kuram, insan davranışını bireysel faktörlerin, sosyal ağın ve davranışların birbirleriyle etkili ve karşılıklı etkileşimi olarak ifade edilmektedir. Bireylerin davranışlarını etkileyen belirleyiciler, öz-yeterlik beklentileri ve sonuç beklentileridir. Öz yeterlik, bir kişinin belirli performans türlerini organize etme ve yürütme yeteneğinin bir karşılaştırmasıdır. Sonuç beklentisi, bu tür performansların ortaya çıkmasında olası sonucun bir tahminidir (Bandura, 1996). Bu belirleyiciler hakkında daha açık konuşmak gerekirse, sonuç beklentisi, bireylerin daha olumlu sonuçlar ortaya çıkaracağına inandıkları davranışlarda bulunma temayülünü ifade etmektedir. Öz-yeterlik, bireyin belirli davranışları gerçekleştirme kabiliyetleri hakkındaki inançlarını içermektedir. Hangi davranışların gerçekleştirileceğine ilişkin kararlar, çabadan ve nihayetinde davranışın bu davranışların gerçekleştirilmesinin önündeki engeller üzerindeki üstünlüğünden etkilenmektedir (Compeau& Higgins, 1995, s. 118-143).

#### **2.5.5 Teknoloji Kabul Modeli**

Davis (1986) tarafından geliştirilen TKM, bilgi sistemlerinin kullanıcı kabulünü modellemek amacıyla özel olarak tasarlanmış sebepli eylem teorisinin bir uyarlamasıdır. (Davis F., 1986). TKM' ye göre; bir kullanıcının belirli bir sistemi kullanmaya yönelik tutumu, onu gerçekten kullanıp kullanmayacağı hakkında anlaşılabilir olmalıdır (Davis F., s. 320). TKM'nin genel amacı, geniş bir bilgi işlem teknolojileri ve son kullanıcılar bağlamında kullanıcı davranışını çözümlerken bununla birlikte bilgisayar benimsemesinin hem karmaşık hem de kuramsal temelli belirleyicilerini açıklamaktır. TKM, dış faktörlerin inançlar, tutumlar ve niyetler üzerindeki etkisini izlemek için bir kaynak sağlar. TKM'nin benimsenmesi için iki temel belirleyici faktör bulunmaktadır. Bu faktörler algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda faktörleridir. Bununla beraber algılanan kullanılabilirlik, bireyin bir sistemi kullanmanın performansını ne ölçüde iyileştireceği anlamına gelmektedir. Algılanan kullanım kolaylığı, bireyin sistemi kullanmak için çaba sarf edeceğini düşündürmesidir. Davranışsal niyet faktörü ise, algılanan fayda ve kullanıma yönelik tutum aracılığıyla belirlenmektedir.

Davis ve ark. (1989), SFT ve TKM'ı karşılaştırdıkları çalışmalarında, her iki modelde de kullanım davranışı üstünde etkisi bulunan en ehemmiyetli değişkenin davranışsal niyet olduğunu tespit etmişlerdir (Venkatesh & Davis, 2000, s. 186-204). TKM, sadece tahminde bulunmak için değil, açıklama için de yararlı bir model olarak karşımıza çıkmaktadır.

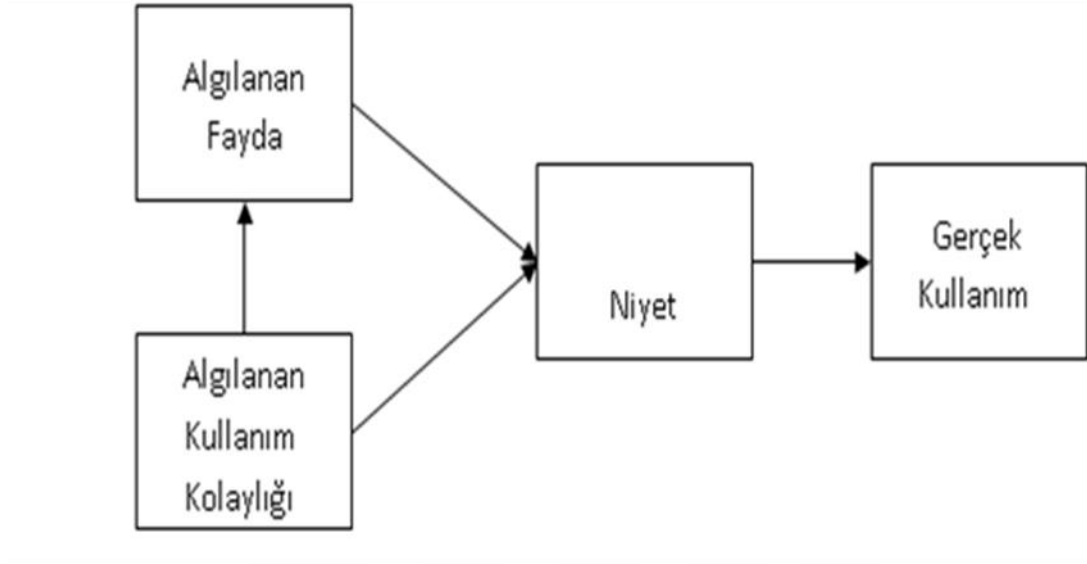
Bu sebeple araştırmacı ve uygulamacılar, bir sistemin kabul edilemez olup olmadığını belirlemek, bununla birlikte düzeltici önlemleri almak için TKM'yi kullanabilirler. (Davis, Bagozzi, & Warshaw, s. 780-800).



Şekil 2.4. Teknoloji Kabul Modeli

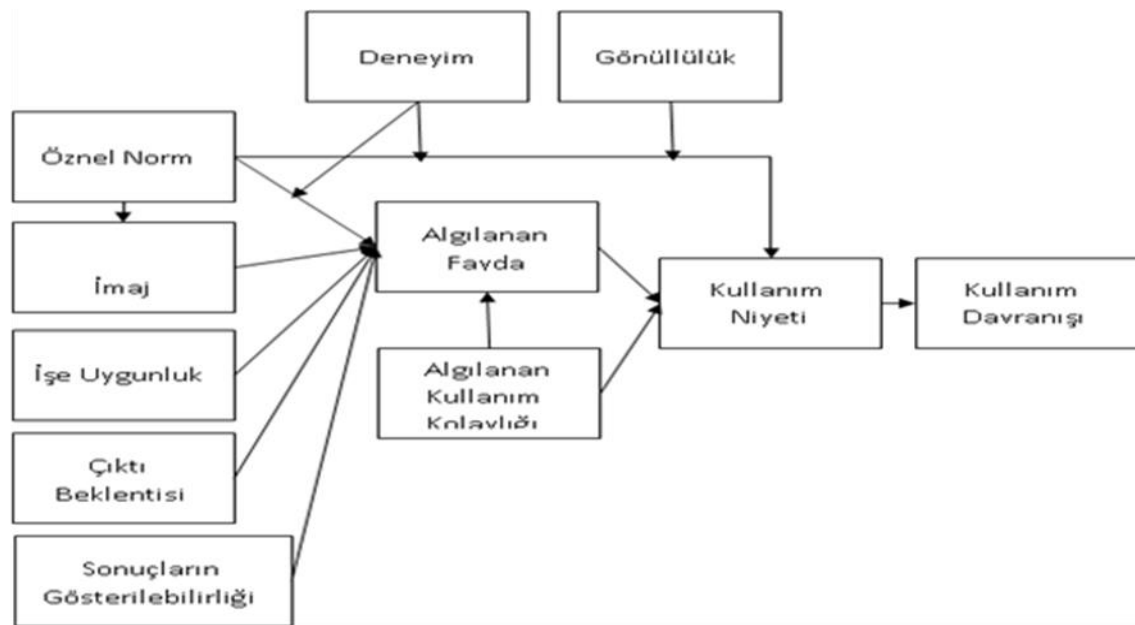
Davis (1989) gerçekleştirdiği çalışmada, algılanan kullanılabilirlik ve algılanan kullanım kolaylığı faktörlerinin kullanım niyeti üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu bununla beraber zamanla tutumun etkisinde azalma yaşandığını ortaya koymuştur. Davis ve Venkatesh (1996) tarafından yapılan çalışmada ise model güncellenerek tutum faktörü model dışında bırakılmıştır. TKM üzerine gerçekleştirilen pek çok çalışmada, algılanan kullanılabilirlik değişkeni, kullanım amacı üzerinde tespit edici niteliktedir. Hangi dış faktörlerin algılanan kullanılabilirliği etkilediğini ve bir sistemi kullanma deneyimi artıkkça etkilerinin zaman içinde nasıl değiştiğini anlamak önemlidir.

Venkatesh ve Davis (2000) tarafından algılanan fayda belirleyicilerinin anlaşılmasını geliştirerek, yeni sistemlerin kabulünü ve kullanımını artıracak bir model tasarlamışlardır. Bununla birlikte modelin amacı TKM'ni genişleterek sistem üzerindeki etkisinin zaman geçtikçe nasıl değiştiğini anlamaktır (Venkatesh & Davis, s. 110).



Şekil 2.5. Teknoloji Kabul Modeli

Venkatesh ve Davis (2000), Şekil 2.8'de algılanan kullanılabilirliğin temel değişkenlerini nitelendirerek TKM'yi genişletmiştir. Çizelge 2.3, algılanan kullanılabilirliği belirleyen faktörleri göstermektedir.



Şekil 2.6. Teknoloji Kabul Modeli 2

Belirleyiciler içerisinde Özne norm ve imaj sosyal etki grubunda ele alınırken, diğerleri sistemin özellikleri ile ilgilidir. Farklı belirleyicilerin algılanan fayda ile davranışsal niyet üzerindeki etkilerini incelemek için iki teorik süreç sunar.

Çizelge 2.3. Algılanan Fayda Belirleyici Değişkenleri (Kaynak: Venkatesh ve Bala, 2008:277)

<b>Belirleyici Faktörler</b>	<b>Tanımlar</b>
<b>Özne Norm</b>	Bireyin kendisi için önemli olan insanların, sistemi kullanması ya da kullanmaması gerektiği yönündeki düşünceleridir.
<b>İmaj</b>	Bireyin bir yenilik kullanımının, sosyal statüsünü arttıracak anlam derecesidir.
<b>İşe Uygunluk</b>	Bireyin, sistemin mesleğine uygulanabilir olduğuna inanma derecesidir.
<b>Çıktı Kalitesi</b>	Bireyin sistemin işlerini iyi yerine getirdiğine inanma derecesidir.
<b>Sonuç Gösterebilirliği</b>	Bireyin sistemi kullanmanın neticelerinin somut, gözlemlenebilir ve iletişimsel olduğuna inanma derecesidir.

Bu süreçler bilişsel araçsal süreçler ve sosyal etki olmak üzere ayrılmaktadır. TKM 2’de imaj ile özne norm, algılanan faydanın belirleyicisi konumundadır. Ayrıca bu değişkenler sosyal etki süreçlerini de temsil eder (Bala & Venkatesh, 2008, s. 39). Venkatesh ve Davis (2000), bireylerin araçsal bilişsel süreçlere yönelik olarak fayda algılarını neden ve nasıl oluşturduklarına dair detaylı bir savunma sunmuştur. Bilişsel araçsal süreçlerin rolünün altındaki temel argüman, sistemin çalışması için bireylerin ne yapması gerektiğini bilişsel anlamda karşılaştırıp, algılanan faydayı şekillendirmesiydi.

TKM 2, bireyin temel iş amaçları ile bir sistem kullanarak bir iş görevini gerçekleştirmenin neticeleri arasındaki uyuma ilişkin entelektüel değerlendirmesinin, sistemin kullanılabilirliğine yönelik algılar için kritik olduğunu savunmaktadır (Venkatesh & Davis, s. 38).

Çizelge 2.4. Algılanan Kullanım Kolaylığı Belirleyici Faktörleri

Belirleyici Faktörler	Tanımlar
Bilgisayar Öz yeterlilik	Bireyin bilgisayarı kullanarak belirli bir görevi ya da işi yapma kabiliyetine sahip olduğuna inanma ölçüsüdür.
Dış Kontrol Algıları	Bireyin sistemin kullanılmasını doğrulamak için teknik ve kuruluş kaynaklarına inanma ölçüsüdür.
Bilgisayar Kaygısı	Bilgisayar kullanmadan önce bireyin duyduğu kaygı ve endişe ölçüsüdür.
Bilgisayar Eğlenebilirliği	Yeni bir sistemin kullanılması ile ilgili içsel motivasyonu simgeler
Algılanan Keyif	Bireyin sistemi kullanırken başlangıçtaki fikirleriyle ilgili ölçüsüdür.
Nesnel Kullanılabilirlik	Tecrübe kazanıldıktan sonra bireyin sistem ile ilgili görüşlerini ifade eder.

TAM 2, algılanan kullanım kolaylığının ve sonuçların doğrulanabilirliğinin algılanan fayda üzerinde müspet bir etkisi olacağını tahmin etmektedir. İşin uygunluğunun ve çıktının kalitesinin, algılanan fayda üzerinde ölçülü bir izlenime sahip olacağını, böylece çıktının kalitesi ne kadar yüksek olursa, işin alaka düzeyinin algılanan fayda üzerindeki etkisinin o kadar büyük olacağını savunur (Bala & Venkatesh, s. 43). Venkatesh ve Bala (2008), Venkatesh (2000), TKM2 modeline algılanan kullanılabilirliği etkileyen belirleyicileri ekleyerek TKM3'ü iyileştirmiştir. TKM3, bireylerin bilişim teknolojilerini benimsemesini ve kullanmasını etkileyebilecek faktörleri gösteren kapsamlı bir model olarak betimlenmektedir (Bala & Venkatesh, s. 46).

Modelin diğer Modellerden farkı, yöneticilere kuruluşlardaki bilgi teknolojisi (BT) uygulamalarına ilişkin yönetsel kararlar vermelerinde yardımcı olmak için tasarlanmış olmasıdır (Bala & Venkatesh, s. 50). Diğer bir deyişle, TKM3, BT'nin örgütsel benimsemeyi ve daha etkin kullanımını artırmak için yöneticilerin yapabileceği müdahaleleri açıklamaya çalışmaktadır.

## 2.5.6 Kişisel Bilgisayar Kullanım Modeli

Bilgi sistemleri üzerine çalışma gerçekleştiren birçok araştırmacı, bilgisayar kullanımı ile tutumlar arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalarında, özellikle sosyal psikolojik literatür olmak üzere, teknoloji kabulüne ilişkin mevcut modellerden veya teorilerden yararlanmışlardır. Bilgi sistemleri araştırmacıları, sosyal psikolojik literatürde bilgi teknolojisinin kullanımıyla ilgili olarak Fishbein ve Azjen'in (1975) sebepli faaliyet teorisini benimsemişlerdir (Davis F., s. 880). Triandis (1980), sosyolojik ve psikolojik araştırmalarda büyük ölçekte sınınanan bu kuramın bazı açılardan hatalı olduğunu tespit etmiş ve aynı kavram ve yapıların birçoğunu içeren hem de bunları değiştirip tekrar açıklayan bir kuram önerisinde bulunmuştur.



Şekil 2.7. Kişisel Bilgisayar Kullanım Modeli

Ajzen ve Fishben (1975)'in Sebepli faaliyet kuramı, bireylerin eylem ya da davranışlarına yönelik inançlarını ifade ederken, Triandis, duyguları bir eylem ile ilişkilendirerek inançlar ile eylemin sonuçlara bağlandığı inançları arasında ayırım yapmıştır. Davranışsal niyetin, insanların davranış hakkındaki duyguları, ne yapmaları gerektiğini düşündükleri ve davranışın beklenen sonuçlar aracılığıyla belirlendiğini savunmuştur. Davranış, insanların alışkanlıklarından, niyetlerden ve destekleyici koşullardan etkilenmektedir. Bununla beraber Triandis'in (1980) kuramı psikoloji literatüründe kullanılmakla beraber bilgi teknolojileri kapsamında tanınmamıştır. (Thompson, Higgins, & Howell, 1991, s. 15).

Triandis (1980) tarafından geliştirilen davranış ve tutum kuramı kullanılarak kişisel bilgisayar modeli sınanmıştır. Bu kurama göre, isteğe bağlı bir platformda bir bilgi işçisinin kişisel bilgisayarı kullanması, bilgisayar kullanımının beklenen sonuçlarını, bilgisayardaki koşulların kolaylaştırılmasını, sosyal faktörleri ve çalışma alışkanlıklarını etkilemektedir. (Thompson, Higgins, & Howell, s. 116).

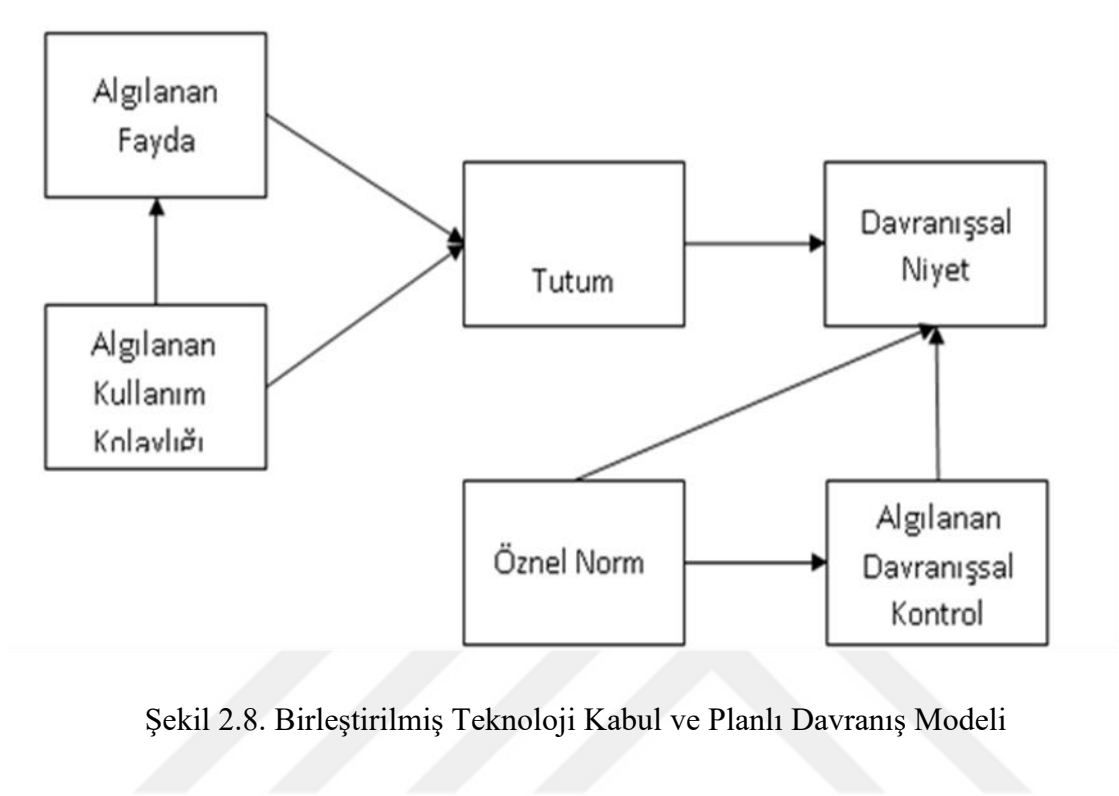
### **2.5.7 Motivasyonel Model**

Motivasyon, biyolojik, bilişsel, sosyal düzenlemelerin esasını temsil etmesi nedeniyle psikolojide güncel bir konu olma özelliğini korumaktadır. Motivasyon bireyi harekete geçirmesi nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple yöneticiler, öğretmenler vb. gibi başkaları adına hareket eden kişiler için motivasyonun önemi tartışmasıdır. Benzersiz bir yapı olarak görülse de motivasyon, bireylerin çeşitli tecrübeler ve neticelerle çeşitli değişkenler aracılığıyla yönlendirildiğini ortaya koymaktadır. Bütün bunlarla beraber insanların bir faaliyete değer vermeleri neticesinde güçlü bir baskı oluşabilir. Bu baskı ile insanlar motive edilebilirler (Ryan&Deci, 2000, s. 9). Davis ve ark. (1992), tarafından bilgi teknolojilerinin kullanımında motivasyonel model test edilmiştir. Çalışma sonucunda diğer davranışlar ile tutarlı bir şekilde, dışsal ve içsel motivasyonun davranışı gerçekleştirme niyetinde ana değişkenler olduğunu ve teknoloji kullanımı ile yakından ilgili bir yapı olduğunu bulmuşlardır (Taylor & Todd, 1995, s. 6).

### **2.5.8 Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Planlı Davranış Modeli**

Teknoloji kullanım ve kabulünün belirleyici olan etkenlerinin anlaşılması amacıyla çeşitli kuramlar geliştirilmiştir. Büyük oranda bir araştırmacı kitlesi davranışsal niyeti kullanarak, sonrasında sosyal etkiler, tutum, kolaylaştırıcı koşullar gibi niyet temelli modelleri kullanmıştır.(Davis, Bagozzi, & Warshaw, s. 985).Bununla beraber yeni teknolojilerin kullanıcılar tarafından kabulüne yönelik önceki araştırmalar bilgi sistemleri literatürünün önemli konusu olma özelliğini taşımaktadır.(Chen & Chen, 2009, s. 7).Bu bağlamda, 1980'den bu yana bilgi yönetiminden psikoloji ve sosyolojiye kadar PDT (Fishbein ve Ajzen, 1975), PDT (Ajzen, 1996) ve TKM (Davis ve diğerleri, 1989) gibi sayısız kuramsal model geliştirilmiştir. Yeni teknolojilere yönelik kullanıcı kabul davranışı kuramının sürekli olarak geliştiği ve çok değerli olduğu bilinmektedir. Bu gelişmeler ise sistemlerinin başarılı olarak tanıtılması amacıyla incelenmesinin, teknoloji kabul ve kullanım davranışının önemini bir kez daha göstermektedir. Fakat kuramsal modellerde faktörler ve nedensel ilişkiler farklılıklar göstermektedir.

Her kuramsal modelin başka etki değişkenleri ve nedensel ilişkileri bulunmaktadır. Bu sebeple kuramsal modellerin ve alt değişkenlerinin başka teknolojilerde uygulanmasını sınamak ve doğrulamak amacıyla daha fazla ampirik analiz gereklidir.



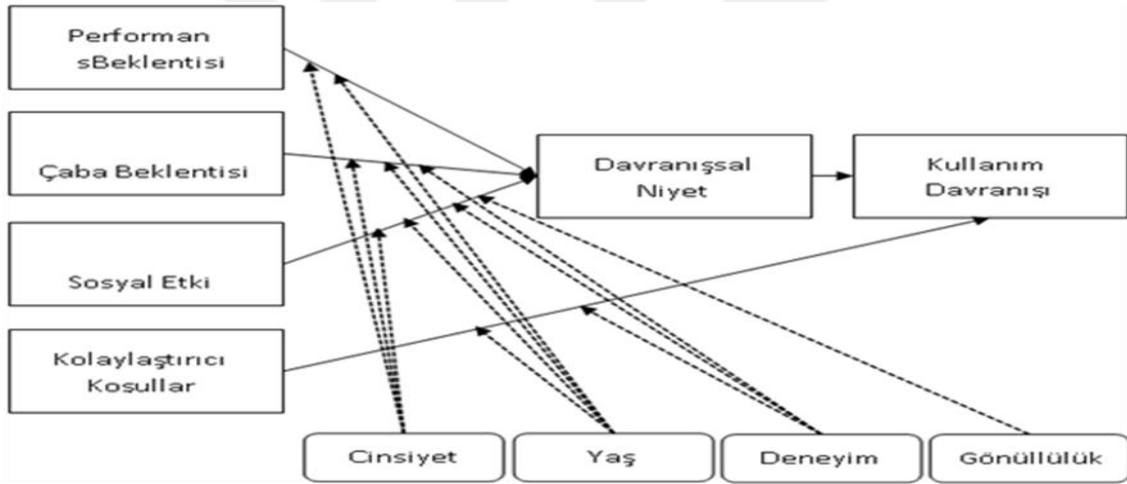
Şekil 2.8. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Planlı Davranış Modeli

Taylor ve Todd (1995), TKM'in kullanıcı davranışsal niyetini, yeni teknolojilerin kullanımını ve gerçek kullanımını tahmin etme yeteneğinin çok sayıda ampirik çalışma ile desteklendiğini, ancak modelin diğer iki değişkenini (sübjektif ölçü) ve (algılanan davranışsal kontrol kapsamadığını belirtmiştir. Ancak birçok araştırma, kullanıcının gerçek kullanımlarını etkileyen yeni teknolojiyi kullanma konusunda dikkate değer bir yeteneğe sahip olduğunu göstermiştir (Taylor & Todd, s. 9). Algılanan fayda, tutum ve algılanan davranışsal kontrolün belirleyicileri artan deneyimle daha net bir duruma gelirken, öznel normlar daha az net bir duruma gelmiştir (Venkatesh & Davis, s. 203). TKM ile tanımlanan bilişsel etkiler, kişisel teknoloji kabulü için gerekli olan boyutları ekleme gücü ile birlikte, TKM'nin açıklama gücünü artırarak PDT'deki tutumsal inançların dikkate değer örneklerinden biri olarak hizmet edebilmektedir. Taylor ve Todd'un (1995) tarafından gerçekleştirilen çalışmasının deneysel sonuçlarına dayanarak, TKM ve PDT birleşik modelinin, yeni teknolojileri kullanırken kullanıcı davranışlarını açıklamak bağlamında uygun olduğunu bulmuşlardır.

### 2.5.9 Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi

İnsanların teknolojiyi kabul etmelerini ve kullanmalarını ifade etmek için pek çok araştırma yapılmıştır. (Bala & Venkatesh, s. 200). Bireylerin yeni bilgi teknolojilerini neden ve nasıl kullandıklarını uzun zamandır bilgi sistemleri literatürü araştırmaktadır. Bu kapsamlı araştırma alanında, birçok model ve kuram önerilmiş ve uygulanmıştır (Davis, Bagozzi, & Warshaw, s. 65). Bu modeller sosyoloji, psikoloji ve BT gibi farklı kuramsal disiplinlerden ortaya çıkmıştır. Bunlar; SFT, TKM, MM, PDM, Birleştirilmiş TKM ve PDT ve SBT'dir.

Literatüre baktığımızda ortaya çıkan model ve teorilerle ilgili birçok çalışma yürütülürken, teori ve modeller arasında ampirik karşılaştırmalar yapan az sayıda çalışma bulunmaktadır. (Venkatesh & Davis, 2000). Venkatesh ve diğerleri (2003), tarafından kullanıcı kabulünü ve bilgi teknolojisi kullanımını açıklamak amacıyla Şekil 2.9'da yer alan BTKKM önerilmiştir.



Şekil 2.9. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi

BTKKT'de dört ana değişken yer almaktadır. Bu değişkenler; Performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullardır. Ayrıca BTKKM, birincil değişkenler ile davranışsal niyet arasındaki ilişkiyi öngören ve davranışsal değişkenleri kullanan cinsiyet, yaş, deneyim ve gönüllülük olmak üzere dört moderatör değişken içermektedir. Ancak teknolojiye yönelik tutum, öz-yeterlik ve kaygı değişkenleri, davranışsal niyet ile doğrudan bir ilişkisi olmadığı için modelden çıkarılmıştır (Venkatesh & Davis, s. 447).

BTKKT'ye göre performans beklentisi, çaba beklentisi ve sosyal etki değişkenleri teknolojiyi kullanma niyetini belirleyen bağımsız faktörlerdir. Öte yandan davranışsal niyet ve kolaylaştırıcı koşullar değişkenleri teknoloji kullanma davranışını belirleyen değişkenlerdir.

Çizelge 2.5. BTKKT Faktörlerinin Tanımları

<b>Faktörler</b>	<b>Tür</b>	<b>Tanım</b>
<b>Performans Beklentisi</b>	Bağımsız	Bireyin, sistemi kullanmanın performansında ve verimlilik kazanmasında yardım edeceğine inandığı derecedir.
<b>Çaba Beklentisi</b>	Bağımsız	Sistemin kullanımı ile ilgili kolaylık derecesidir.
<b>Sosyal Etki</b>	Bağımsız	Birey için önemli olan kişilerin, onun yeni sistemi Kullanması gerektiğine inandığı derecedir.
<b>Kolaylaştırıcı Koşullar</b>	Bağımsız	Bir bireyin sistemin kullanımını desteklemek için örgütsel ve teknik bir altyapının var olduğuna inandığı derecedir.
<b>Davranışsal Niyet</b>	Bağımlı	Bireyin belirli bir davranışı gerçekleştirmeye hazır olduğunun bir göstergesidir.

Ayrıca yaş, cinsiyet, deneyim ve gönüllü kullanım değişkenleri BTKKT ilişkilerinin karşılaştırılmasında kullanılan aracı değişkenler olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### *Performans Beklentisi*

Performans beklentisi; dışsal motivasyon, algılanan fayda, işe uygunluk, göreceli üstünlük ve sonuç beklentileri ile ilgilidir. BTKKT'deki performans beklentisi faktörünün en güçlü niyet göstergesi olduğu birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bu faktör, gönüllü ve zorunlu ortamlarda önceki model testler ile uyum göstermektedir(Venkatesh & Davis, s. 443). Bununla birlikte, kuramsal olarak bakıldığında performans beklentisi faktörü cinsiyet ve yaşa göre farklılıklar gösterebilmektedir. Cinsiyet farklılıkları ile ilgili gerçekleştirilen araştırmalar erkeklerin çok fazla iş merkezli olduklarını göstermektedir. Bu sebeple performans beklentisinin görevin gerçekleştirilmesine odaklanması sebebiyle erkekler için daha belirgin olması olasıdır. Ayrıca performans beklentisinin genç çalışanlar üzerinde büyük oranda etkisinin bulunduğu da gerçekleştirilen araştırmalarda görülmektedir (Venkatesh & Davis, s. 449-450).

### *Çaba Beklentisi*

Algılanan kullanım kolaylığı ve kullanım kolaylığı yapıları ile ilgili olan çaba beklentisinin, çizelge 2.6'da görüldüğü gibi hem zorunlu hem de zorunlu ortamlarda davranışsal niyet üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Bununla birlikte, her bir faktörün önceki araştırmalar ile tutarlı olarak, devamlı ve uzun kullanımlarda değersiz duruma geldiği görülmüştür. (Davis, Bagozzi, & Warshaw, s. 36). Yaş, cinsiyet ve deneyim faktörleri de çaba beklentisi üzerinde etkili olabilmektedir. Bu sebeple, çaba beklentisi sistemde daha az deneyime sahip olanlar ile yaşlılar ve kadınlar için daha etkili olmaktadır (Venkatesh & Davis, s. 451).

### *Sosyal Etki*

Sosyal etki; Sübjektif standartlar ve sosyal değişkenlerle ilgilidir. Modeldeki sosyal etki yapısı gönüllü ortamlarda değil, teknoloji kullanımının zorunlu olduğu durumlarda önemlidir. Cinsiyet, istek, deneyim ve yaş gibi faktörler sosyal etki bağlamında farklılıklar gösterebilmektedir (Venkatesh & Davis, s. 452).

### *Kolaylaştırıcı Koşullar*

Algılanan davranışsal kontrol, kolaylaştırıcı koşullar ve uyumluluk yapıları ile ilgili olan kolaylaştırıcı koşullar faktörünün, ampirik araştırmalar üzerinde davranışsal niyetlerle açıklanamayan doğrudan bir etkisi bulunmaktadır. Davranışsal niyet ile kolaylaştırıcı koşullar değişkeni arasındaki ilişki hem zorunlu hem de gönüllü teknolojilerde görülmektedir.

Çizelge 2.6. BTKKT Faktörleri

<b>Faktörler</b>	<b>Daha önce ortaya çıkan model ve teorilerde benzer değişkenler</b>
<b>Performans Beklentisi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Algılanan Fayda (TKM / TKM 2 ve K-TKM-PDT)</li><li>• Dışsal Motivasyon (MM)</li><li>• Göreceli Üstünlük (YYT)</li><li>• İşe Uygunluk (KBKM)</li><li>• Sonuç Beklentileri (SBT)</li></ul>
<b>Çaba Beklentisi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Algılanan Kullanım</li><li>• Kolaylığı (TKM / TKM 2)</li><li>• Karmaşıklık (KBKM)</li><li>• Kullanım Kolaylığı (YYT)</li></ul>
<b>Sosyal Etki</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Özel Normlar (SFT,</li><li>• TKM 2, PDT ve K-TKM-PDT)</li><li>• Sosyal Faktörler (KBKM)</li><li>• İmaj (YYT)</li></ul>
<b>Kolaylaştırıcı Koşullar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Algılanan Davranışsal Kontrol (PDT, K-TKM-PDT)</li><li>• Kolaylaştırıcı Koşullar (KBKM)</li><li>• Uyumluluk (YYT)</li></ul>

Özellikle teknolojiyi öğrenmenin ilk dönemlerinde etkili olsa da zamanla bu etkinin azaldığı gözlemlenmektedir. Deneyim ve yaş faktörlerinin kolaylaştırıcı koşullar üstünde de farklılıklar görülebilmektedir (Venkatesh & Davis, s. 453-454). Araştırmalar, tüm BTKKT yapılarının önceki modellere başarılı bir şekilde uyum sağladığını, davranışsal niyet ve kullanım davranışındaki değişikliği önceki modellerden daha iyi açıkladığını göstermektedir (Kijasanayotin, Pannarunothai, & Speedie, 2009, s. 78). Bir önceki modeller teknoloji kabulünün yaklaşık %40'ını ortaya koyarken BTKKT, bilgi teknolojileri kullanma niyetinin %70'ini açıklamıştır (Venkatesh & Davis, s. 455).

### 2.5.10 Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi-2

Venkatesh ve diğ. (2012) BTKKT'yi tüketici tercihlerine dâhil etmek için Venkatesh'in (2003) teorisinde genel değişiklikler yapmıştır. BTKKT'yi destekleyen performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar değişkenlerini tüketici teknolojisinin benimsenmesi ve kullanılmasına entegre etmiştir.

BTKKT 2 modelinde Performans beklentisinin, belli faaliyetlerin yerine getirilmesinde tüketicilere yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

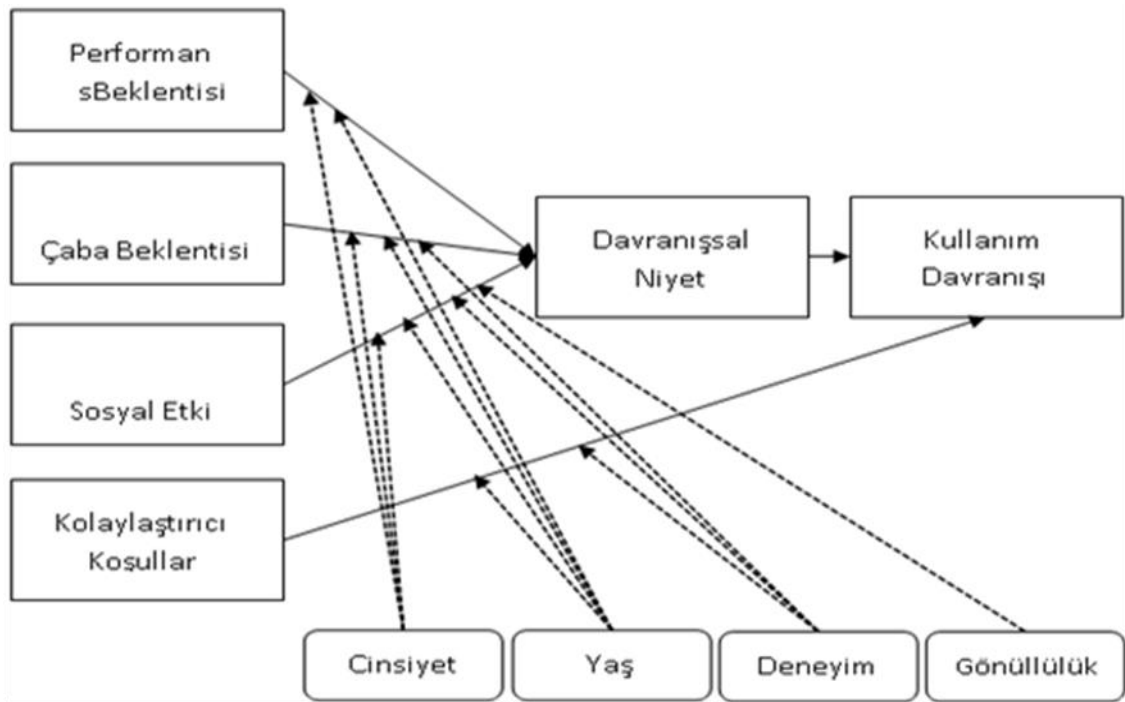
Çizelge 2.7. BTKKT-2 Faktörlerinin Tanımları

<b>Faktörler</b>	<b>Tanım</b>
<b>Hedonik Motivasyon</b>	Bireyin teknolojiyi kullanmasından kaynaklanan zevk veya keyif derecesini ifade etmektedir.
<b>Fiyat Değeri</b>	Bireyin elde ettiği fayda ile ödediği ücret arasındaki değişimi ifade eder.
<b>Alışkanlık</b>	Bireylerin öğrenme nedeniyle otomatik olarak davranış sergileme eğilimidir.

Çaba Beklentisi, tüketicilerin teknolojiyi kullanma kolaylığı derecesidir. Çaba Beklentisi, tüketicilerin teknolojiyi kullanıma kolaylığı derecesidir. Sosyal etki ise, tüketicilerin aile ve arkadaşlar gibi değer verdikleri kişilerin belirli bir teknolojiyi kullanması gerektiğini anlama derecesidir. Son olarak kolaylaştırıcı koşullar faktörü, tüketicilerin belli bir davranışta bulunmak için mevcut destek ve kaynakları algılamalarıdır (Venkatesh & Davis, s. 461).

Bununla birlikte Tüketici davranışsal niyet ve davranışlarını belirlemek için mevcut BTKKT faktörlerine ek olarak hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık olarak adlandırılan değişkenler eklenmiştir. BTKKT' faktörlerine ait tanımlar çizelge 2.7'de gösterilmiştir.

Venkatesh ve diğerleri (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tüketici kabulü ve teknoloji kullanımı kapsamında hedonik motivasyon, fiyat ve alışkanlık değişkenlerinin önemli bir rol oynadığını doğrulamıştır (Venkatesh & Davis, s. 465).



Şekil 2.10. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi-2

## 2.6 Literatür Araştırması

Tez çalışmasına dâhil edilmek üzere Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Toplum 5.0 Yaklaşımını İş Sağlığı ve Güvenliği bileşenleri ile ele alan araştırmalar taranmış olup, bu kapsamda Endüstri 4.0'ın Almanya, Toplum 5.0'ın ise Japonya merkezli olması nedeniyle yabancı literatüre öncelik verilmiştir.

Çalışmalara ulaşmak amacıyla Science Direct, Scopus, Springer Nature, IEEE/IEE Explore Digital Library, Ovid, Wiley, Proquest, Dergipark, Yök veri tabanı, Google

akademik, Kırklareli Üniversitesi Kütüphanesi veri tabanı, Çorlu Mühendislik Fakültesi Kütüphanesi veri tabanı ve katalogları, Bandırma On yedi Eylül Üniversitesi Kütüphanesi veri tabanı ve kataloglarından yararlanılmıştır. Literatür araştırmasına 2015-2021 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalar dâhil edilmiş olup, 2018 itibariyle alanda gerçekleştirilen çalışmaların artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Türkiye’de gerçekleştirilen Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 çalışmalarının daha çok makine verimliliği, üretim verimliliği gibi konulara odaklandığı, bununla beraber teorik olarak kavramsal çerçevede ele alındığı görülmüştür. Bu nedenle çalışmada ampirik araştırmalara ağırlık verilerek Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Toplum 5.0 yaklaşımı çerçevesinde, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önleyerek insan sağlığı ve güvenliğini ele alan çalışmalar literatüre dâhil edilmeye çalışılmıştır. Bununla beraber Ülkemizde Literatüre bakıldığında çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği alanındaki Endüstri 4.0 teknolojilerini Birleştirilmiş Teknoloji kabul modeli ile ele alan bir çalışma bulunamamaktadır. Bu nedenle bu araştırmanın temelini çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği alanında kullandıkları Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik kullanım davranışlarına dayalı olarak davranış niyetleri oluşturmaktadır. Alanda literatürün çok geniş olması nedeni ile hem Endüstri 4.0, Toplum 5.0 olarak alinyazın araştırması hem de Birleştirilmiş teknoloji kabul modeli kapsamında yapılmış olan çalışmalara ayrıca yer verilmiştir.

Grabowski ve Diğerleri (2015), Polonya Ulusal Enstitüsü’nde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, gerçek ve yapay görüntüler Görüntü işleme Teknolojisi kullanılarak (Stereovizyon), güvenlik sistemi kapsamlı bir şekilde test edilmiştir. Görüntü tabanlı bir koruyucu cihaz tarafından (VBPD), bir çalışanın ve bir makinenin hareketli parçalarının konumunu hesaplamak için iki kameradan gelen görüntüler analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, stereovizyon güvenlik sistemlerinin bir robotun varlığını tespit ederek hareket eden robotun kolunun konumunu doğru bir şekilde tanımladığı tespit edilmiştir.

Bu nedenle stereovizyon güvenlik sistemlerinin insan-makine iş birliğinde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Fernández ve Pérez (2015), Çalışmasında gelişmiş üretim yöntemlerinin yeni iş güvenliği riskleri oluşturabileceğini, fakat konvansiyonel meslek riski analizi araçlarının ortaya çıkan bu riskleri tanımlamada yetersiz kaldığını belirtmektedirler.

Bu sorunu çözmek için yazarlar, tüm İSG risklerini (geleneksel ve yeni ortaya çıkan) izleyebilen yeni risk analizi modellerinin uygulanmasını önermektedir.

Beetz ve diğ. (2015), Çalışmasında zor ve tehlikeli görevleri desteklemek için cobotların kullanımı ve bunların işçilerle yakın etkileşimi ile ilgili sorunu gündeme getirmektedir. İşçi güvenliğini tehdit ederek yaralanmalara neden olabilecek eylemleri tanıyan güvenlik idrakine sahip robotlar geliştirmenin önemini vurgulamaktadırlar.

Siemieniuch ve diğerleri (2015), tarafından gerçekleştirilen çalışmada; Endüstri 4.0 kapsamındaki iş sağlığı ve güvenliğinin insan faktörleri ve ergonomi çalışmalarında büyük oranda veriye ihtiyaç duyduğu çalışmanın en önemli sonucunu oluşturmaktadır. Bu durum siber fiziksel sistemler ile ilgili önemli gelişmelerin temelini oluşturabilir. Bununla beraber mühendisler ve ergonomistlerin yeni sistemlerin tasarlanarak işletilmesinde istenmeyen etkilerin azaltılmasının önemini vurgulamaktadır.

Gopinath ve Johansen (2016), Çalışmalarında bir vaka çalışması yaparak montaj hattında insan ile birlikte çalışan bir iş birlikçi robot için risk değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda risk değerlendirmelerinin operatör ile iş birliği içinde yapılması öngörülmüş olup, işbirlikçi bir montaj hücresi modeli önerilmektedir.

Shariatee ve Diğerleri (2016), araştırmalarında insan-robot iş birliği için güvenli bir iş istasyonu sağlamak amacıyla insan operatör ile scara robotu arasındaki mesafeyi bilgisayar vizyonu kullanarak belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Ölçülen bu mesafe, tehlike indeksini hesaplamak için kullanılmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda sistemin güvenli bir insan-robot iş birliği sağlaması için başarı gösterdiği saptanmıştır.

Mattsson ve diğerleri (2016), Nesnelerin interneti ve büyük verinin, bir fabrikanın bilgi döngüsünü analiz etmek ve kullanmakta büyük zorluklar yarattığını belirten araştırmacılar, çalışanlar ve iş yerindeki fiziksel şartlardan elde edilecek verilerin (sıcaklık, nem, çalışanların sağlık bilgileri vs.) görüntülenmesinin önemini belirtmektedirler. Bu bilgiler ile yeni teknolojileri çalışanların performansı ve kazaların önlenmesi amacıyla kullanmanın yanı sıra, mevcut sistemlere entegre etmenin en ideal yolunu araştırmışlardır.

Fırat ve Fırat (2017), Çalışmalarında Endüstri 4.0 döneminin teknolojilerini ve insan robot iş birliğini teorik bir çerçevede incelemiştir.

Bu kapsamda iş birlikçi robotların iş yerlerinde ağır ve tehlikeli işleri üstlenerek yaralanma risklerini azaltacağını öngörmektedirler.

Anand ve Diğerleri (2017) Araştırmalarında insan-robot iş birliği için çarpışmasız çalışma alanı paylaşımını mümkün kılan ampirik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda Bir insan operatörün çalışma alanındaki etkinliğini algılamak için robotun üzerindeki tavana iki pasif kızılötesi sensör (PIR) monte edilmiş, manipülatörün koluna uç efektör ile engel arasındaki mesafeyi ölçen ultrasonik radar yerleştirilmiştir. İnsan operatör PIR algılama aralığına girdiğinde robot yavaşlamaktadır. Engelin yakınlığını tarayan öne bakan bir ultrasonik radar yardımıyla ek güvenlik sağlanmıştır. Çalışma sonucunda; kızılötesi (PIR) sensörü farklı test hızında insan hareketlerini tespit edebilmiştir. Kızılötesi (PIR) bir insan operatör algıladığında, insan operatörün güvenliğini sağlamak için robotun hızını 100 m/s'ye düşürmeyi başarmıştır. PIR sensörü manipülatörün etrafında sanal bir çit gibi hareket etmektedir.

Choi ve diğerleri (2017), araştırmalarında inşaat çalışanlarında giyilebilir teknolojilerin kabulüne yönelik ampirik bir çalışma yapmışlardır. Bu kapsamda giyilebilir cihazlar olarak akıllı bileklik ve yelek seçilmiş olup, 120 inşaat çalışanına Teknoloji Kabul Modeli kapsamında geliştirilen anket yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, algılanan faydanın, sosyal etkinin ve algılanan mahremiyet riskinin çalışanların hem akıllı yelek hem de bileklik benimseme niyeti ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışanların giyilebilir cihazları kullanma deneyimleri, akıllı yeleğin algılanan faydanın ve benimseme niyeti arasındaki ilişkiyi olumlu, akıllı yeleğin algılanan mahremiyet ve benimseme niyeti ilişkisi negatif yönde olduğunu göstermektedir. İş bağlamında, ustabaşlarının bileklik kullanma konusunda işçilere göre algılanan faydadan etkilenme olasılığı daha yüksektir.

Badri ve Diğerleri (2018) Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliğinin Endüstri 4.0'a uyumu konusunda bilinç oluşturmak amaçlanmıştır.

Teorik bir çerçevede gerçekleştirilen çalışmada Endüstri 4.0'ın İSG' ye entegre edilmesini içeren makalelerin ve Bilimsel çalışmaların aza sayıda kalmasından bahsedilmekte olup, İSG girişimlerinin Endüstri 4.0'a uzak kalması durumunda geçiş sürecinde işyeri tehlikelerinin artış göstereceği öngörülmektedir.

Araştırmacılar, İSG profesyonelleri ve sanayicilerin bu yeni paradigma 'ya sorunsuz bir geçiş sağlaması için kapsamlı bir değişim yönetimine dayanan önlemlerin uygulanması konusunda iş birliği yapılması önerilmektedir. Araştırmacılara göre bu şekilde Endüstri 4.0'a entegre etme hakkında anlayış oluşturulabilecektir.

Yılmaz (2018) çalışmasında robotların çok boyutlu etkileri ile birlikte insanların yerini alması ve yaşamı kolaylaştırması gerçeği ele alınarak tartışılmıştır. Teorik bir çerçevede gerçekleştirilen çalışma'da, çalışma şartları ağır ve tehlikeli olan işlerde (ağır sanayi, inşaat işleri, madencilik, kimya sanayi gibi) ve güvenlik ile ilgili alanlarda (bomba imha ve yüz tanıma gibi) Robot kullanımı önerilmektedir. Çalışmada ekonomik eşitsizlik, çalışanların işlerini kaybetmesine yol açma ve robotların tefekkürsüz olması akıllı makinelerin üç düşündürülen olumsuzluğu olarak görülmektedir.

Torun ve Cengiz (2018), çalışmasında İ.İ.B.F. öğrencilerinin Endüstri 4.0' a bakış açıları teknoloji kabul modeli kapsamında belirlenmeye çalışılmıştır. 2018 yılı mart ayında 462 anket İ.İ.B.F. öğrencilerine uygulanarak analize tabi tutulmuştur. Demografik bilgileri içeren sorularla birlikte, 15 ifade ve 4 boyuttan oluşan algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı, kullanıma yönelik niyet ve kullanım davranışı Teknoloji kabul modeli soruları katılımcılara yöneltilmiştir. Elde edilen veriler arasındaki farklılıklar t-testi ve anova ile ölçülmüştür. Değişkenler arasındaki etkilerin incelenmesi için yapısal eşitlik modeli (Yem) kurularak Amos ile analiz edilmiştir. Yapılan t-testi sonucunda cinsiyetin farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir. Anova testi sonucunda ise bölümler arasında farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 bağlamında, yönetim bilişim sistemleri öğrencilerinin diğer programlarda öğrenim gören öğrencilere göre daha yüksek farkındalıklarının olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu bulgunun neden olduğu faktörleri belirlemek amacıyla bölümler arası ders programlarını incelemişler ve yönetim bilişim sistemleri bölümünde öğrenim gören öğrencilerin ders programında bilişim sistemleri, algoritma, veri analitiği, programlama gibi derslerin yer aldığını tespit etmişlerdir.

Çalışma sonucunda üniversitelerin eğitim kalitelerinin artırılarak öğretim elemanlarının teknolojik araç ve gereçleri daha fazla kullanması, üniversitenin ders müfredatına çağa uygun olarak simülasyon, programlama gibi derslerin dâhil edilmesi önerilmektedir.

Leso ve diğeri (2018), tarafından gerçekleştirilen çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili Endüstri 4.0'ın fırsatlarına ve problemleri yönlerine kapsamlı bir bakış açısı sağlamak amaçlanmıştır. Bu kapsamda mevcut literatürün eleştirel bir incelemesi yapılmıştır. Araştırma sonucunda otomatik makinelerin ve robotların insanların yerini alabileceği, insanların karar verme süreçleri ile insan-makine etkileşimini gerektiren görevleri yerine getireceği öngörülmektedir. Bununla beraber insanlar hem otomatikleştirilmiş araçlar ile ilgili sağlık ve güvenlik risklerine maruz kalacak hem de psikososyal risk faktörleri ile mücadele etmek durumunda kalacaklardır. Sonuç itibari ile yazarlar çalışmalarında şu önerilerde bulunmaktadır; iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri Endüstri 4.0 risklerine karşı yeterli bir şekilde değerlendirme yaparak, mesleki eğitim ve bilgilendirmeye dayalı risk yönetimi yoluyla çalışanların sağlık ve güvenliğini korumalıdır.

Çelik (2019) çalışmasında Endüstri 4,0 ile nitelikli işgücünün sağlanması, işçilerin eğitimleri, işsizlik problemi, makine giderleri, siber güvenlik gibi İSG alanında oluşabilecek problemler ve bu problemlere çözüm önerileri sunmaktadır. Bu kapsamda çalışmada yerli ve yabancı Literatür taraması yapılarak, saha çalışması olarak Siemens Türkiye eski ceo'su ve ION Academy kurucusu olan Ali Rıza ERSOY ile görüşme yapılmıştır. Çalışma sonucunda, fabrikaların yönetim sisteminin değişeceği, fabrika dışından uzaktan çalışmanın yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte fabrikalarda çalışan sayısının azalması ile çalışan makine sayısında artış olacağından iş kazalarının önlenmesi için işverenin alacağı önlemlerde değişiklikler yapılması gerekecektir. Makineler ile insanların teması azalacağından endüstri 4.0 sisteminde makine kaza oranlarını azalacaktır. Endüstri 4.0 sisteminde Üretimde çalışanların daha fazla ofislerde istihdam edilmeleri buralardaki iş kazası ve meslek hastalığı risklerini arttıracaktır. Endüstri 4.0 ile birlikte oluşabilecek işsizliğe karşı ise Tarım 4.0 önerilmektedir.

Yılmaz (2019) çalışmada Tekstil sektöründe faaliyet gösteren hugo boss firması ile İş Sağlığı ve güvenliği konularında birebir görüşme yapılmış olup, Endüstri 4,0 uygulamalarının İş Sağlığı ve Güvenliğine entegrasyonu incelenmiştir. Dördüncü sanayi devrimi ile beraber KKD, İş organizasyon ve yönetimi, hiyerarşi, iş gücü özellikleri, çalışanların beceri ve bilgi seviyeleri, işveren ve çalışanların yükümlülüklerinde yaşanan değişimler iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından ele alınmaktadır.

Güngör ve Barlas (2019) çalışmalarında Gemi inşasında karşılaşılabilecek riskler, tehlikeler ve bu tehlikeleri önlemek için alınan önlemlerin bir karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma neticesinde, eğitim amacı ile oluşturulan giyilebilir akıllı cihazlar ve sanal benzetimler tersanelerde iş sağlığı ve güvenliğini tehlikeye atabilecek riskleri önleme konusunda büyük yarar sağlayacağı gözlenmiştir. Bütün bunların yanında İşçilerin iş güvenliği önlemleri kapsamında devamlı olarak izlenmesinin dijital zorbalık ve iş güvensizliği algısı yaratacağı öngörülmektedir.

Çapan (2019) çalışmasında Endüstride yeni teknolojilere uyum sağlamanın önemi vurgulanarak, bu teknolojilerin üretim alanlarını ve çalışanların sağlığını korumadaki rolü incelenmiştir. Teoriye dayalı olarak hazırlanan çalışmada insan-makine etkileşimi ile iş sağlığı ve güvenliğinde yaşanan problemlerin azalacağını fakat yeni risklerin ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

Pamuk (2019), çalışmasında Teknolojik yatkınlık endeksi ile Teknoloji kabul Model'ini ilişkilendirerek Endüstri 4.0'ı oluşturan bileşenlerin insan davranışlarıyla ilişkisini gösteren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmalarının hedef kitlesi farklı alanlarda hizmet veren çalışanlar olup, sektör kısıtlaması yapılmamıştır. Bununla beraber Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanan ve kullanma yolunda adımlar atan firmalardan oluşmasına özen gösterilerek, ağırlıklı olarak Türkiye'de yaşayan eğitim düzeyi en az üniversite mezunu olan, teknoloji ve dijitalleşme ile ilgili teknokentlerde yer alan şirketler, kamu kurumları ve bankalarda finans, denetim, bilişim ve idari departmanlarda çalışan bireylerden oluşmaktadır. Bu kapsamda Google formlar adlı anket sistemi kullanılarak çevrimiçi ortamda anket yöntemi kullanılmıştır. Anket linki hedeflenen kitle olan 150 kişiye e-posta yolu ile gönderilmiş olup 105 katılımcı tarafından sorular cevaplanmıştır. Çalışma sonucunda Teknoloji yatkınlık endeksinin Endüstri 4.0 bileşenlerini hem direkt olarak hem de algılanan kullanım kolaylığı üzerinde aracı değişken olarak etkilediği görülmektedir. Bununla beraber bileşenlerin tek tek aracı etkileri ölçülmüş sonucunda teknoloji yatkınlık Endeksi'nin bileşenlerinden olan güvensizlik haricinde kalan boyutların da Endüstri 4.0 bileşenlerine karşı algılanan faydanın daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Algılanan kullanım kolaylığı boyutunda ise daha yüksek olarak algılandığını ve bunun da aracı değişken olarak algılanan faydalarını da arttırdığı tespit edilmiştir.

Taşdelen ve Özpınar (2020), çalışmasında iç mekân konumlandırma sistemleri (IPS) uygulamaları ve sistemleri analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Bu sistemin uygulanması için bir yol haritası ve İSG süreçleri ile bir karşılaştırma matrisi geliştirilmiştir. Bu kapsamda insan-makine etkileşimi ile risk önleme ve yönetim sistemlerini bütünleştiren bir sistem olarak geliştirdikleri İSG 4.0 yaklaşımını önermektedirler.

Turan ve Arğın (2020), çalışmalarında Endüstri 4.0 ile insan faktörleri ve ergonominin ilişkisi tartışılmaktadır. Teorik çerçevede gerçekleştirilen araştırmada Endüstri 4.0 döneminde, ergonomik anlamda yapılan iyileştirmelerin şirketlerin verimini arttıracacağı, iş kazalarının azalacağı ve çalışanların işyerine aidiyetinin artacağı öngörülmektedir.

Çakıt ve diğerleri (2020), çalışmalarında Endüstri 4.0'ın Ergonomi uygulamaları bağlamında oluşturabileceği tehditler ve fırsatlar değerlendirilerek, olası tehditlerin yeni fırsatlara dönüştürülmesi sürecinde nöroergonomi uygulamalarının önemi vurgulanmıştır. Çalışma teorik çerçevede hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda Endüstri 4,0 ile birlikte nöroergonomi araçlarının kullanımının ve uygulamalarının daha kolaylaşacağı ortaya konmuştur. Endüstri 4,0'ın olumsuz etkilerini en aza indirmek için devlet ve özel kuruluşlarca nöroergonomi uygulamalarının artırılması önerilmektedir.

Öztürk (2020), kavramsal bir perspektifle gerçekleştirilen çalışmasında Endüstri 4.0 ve İş Sağlığı ve Güvenliği konuları incelenmiş her iki konunun kesişim konuları istatistikî ve güncel örneklerle ele alınmış olup, Endüstri 4.0 döneminde İş güvenliği uygulamaları irdelenmiştir. Üniversitelerde İş güvenliği programlarına Endüstri 4.0 dersleri eklenmesi gerektiği öngörülmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte İş sağlığı ve güvenliği mevzuatlarının geri kalacağı tespiti yapılmaktadır.

Vicenti ve diğerleri (2020), İtalya, Milano'da yaptıkları çalışmalarında geleneksel risk analizi yöntemlerini otomatikleştirmek için resmi doğrulama tekniklerine dayanan işbirlikçi robotik uygulamalar için bir risk analizi metodolojisi sunmaktadır.

Bu kapsamda görevlerin gerçekleştirilebileceği farklı yolları tanımlamak için zamansal mantığa dayalı modellere ve tehlikeli durumları erken aşamalarda tespit etmek aynı zamanda değiştirmek için ilgili durum alanını keşfederek tam otomatik resmi doğrulama tekniklerini kullanmaya dayanmaktadır.

Araştırmacılar İnsan-robot iş birliği (HRC)'ne dayanan bu modelin temel bileşenlerini operatörler, robotlar ve düzen olarak sıralamaktadırlar.

Gualtieri ve diğerleri (2020), İtalya-Bolzano'da yapılan çalışmalarında operatörlerin fiziksel ergonomisini iyileştirmek için ortak bir iş istasyonunun tasarımına dayalı bir vaka çalışması araştırması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, kablo demeti montajı için manuel bir iş istasyonu, işbirlikçi bir iş istasyonuna dönüştürülmüştür. Çalışma sonucunda, işçinin biyomekanik aşırı yükü 12 adet azaltılmıştır. Elle taşıma açısından sağ kısım için %0 ve sol kısım için %28 ve çalışma duruşları açısından sol kısım için %50 ve sağ kısım için %57 oranında yük azaltma başarılmıştır. Ayrıca çevrim süresinde %12,3 oranında bir azalma sağlanmıştır. Sonuçlar elde edilen çözümün operatörlerin çalışma koşullarının yanı sıra şirketlerin üretim performansı için de değerli faydalar sağladığını göstermiştir.

Longo ve Padovano (2020), çalışmalarında Akıllı fabrikalarda operatör 4.0'a yardımcı olması için Ses özellikli asistanların, (VA) bir CNC freze makinesine prototiplenmesinden yararlanılarak öngörüler ve zorlukları tartışılmıştır. Kavramsal bir değerlendirmeye dayanan çalışmada, Uzun kurulum süreleri, VA hızlı prototipleme araçlarının eksikliği ve şüpheli çalışanların değişime karşı direnci, şirketleri VA'ları benimsemekten caydırdığı, ancak teknolojik gelişmenin doğru yörengeleri akademi tarafından devreye alınır ve iş modelleri tarafından iş modelleri tasarlanırsa, bunların yıkıcı bir etkiye sahip olacağı belirtilmektedir. Gelecekteki çalışmaların VA'lar için konuşma tasarımı ve bilgi sunumunun yanı sıra dijital ikiz entegrasyonlarına odaklanacağı öngörülmektedir.

Şimşek ve diğerleri (2020), 5x5 L matris methodu ile uygulamaya dönük olarak, örnek vaka incelemesinin gerçekleştirildiği çalışmada, kazalardan sonra gerçekleştirilen risk analizlerinde sensör kullanımı ile iş kazası oluşma olasılığının %75 oranında azaltıldığı gözlenmiştir. Zamanla diğer makinelerde yapılan benzer uygulamalar ile kazalar minimize edilmiştir. Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte firmalarda bu uygulamaların sıklıkla kullanılacağı öngörülmektedir.

Fernandez ve diğerleri (2020), çalışmalarında bilgisayarlı görme ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak anlık görüntülerden veya dijital videodan hızlı üst ekstremite değerlendirmesi (RULA) puanlarını otomatik olarak hesaplayan, doğru ergonomik risk değerlendirmesi yapan yeni bir yöntem geliştirmişlerdir.

Yöntem, bilgisayar görüşüne veya giyilebilir ölçüm sensörlerine dayanan son gelişmelerdeki sınırlamaları aşarak, optimal olmayan görüntüleme koşullarında (örn. zayıf aydınlatma, tıkanmalar ve dengesiz kamera görünümüleri) bile birden fazla işçiyi aynı anda denetimsiz değerlendirme işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. İşleme iş akışı, işçilerin iskeletlerini tespit etmek için açık kaynaklı sinir ağlarını kullanarak, vücut eklem pozisyonları ve açıları çıkarılır ve bu sayede RULA puanları hesaplanmaktadır. Yöntem, bilgisayar tarafından oluşturulan, kontrol edilen gerçek dünya görüntü veri kümeleri ve dış mekân çalışma senaryolarında çekilen serbestçe kullanılabilen videolarla test edilmiştir.

Paulikova ve diğerleri (2021), çalışmalarında insan-robot iş birliğinin iş sağlığı ve Güvenliği 'ne etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda insanlar için zararlı kanserojen ve kimyasal çalışma ortamlarında, insan ergonomisini iyileştirmeye yönelik işlerde ve sıklıkla tekrarlayan işlerde cobot kullanımı önerilmektedir. Ayrıca cobotlar kullanılmadan önce bir SWOT analizi yapılarak güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi gerektiği, böylece yeni riskleri görmede optimal bir çözüm olacağı öngörülmektedir.

Vogt (2021), çalışmasında Endüstri 4.0 uygulamaları olan yapay zekâ, nesnelerin interneti, büyük veri analizi gibi sistemler incelenerek, EltonMajo ve ekibi tarafından çalışmaları yapılan "Hawthorne Çalışmaları" olarak isimlendirilen deneysel araştırmalar incelenerek teorik bir çerçevede yorumlanmıştır. Bu bağlamda çalışma sonucunda toplum 5.0 bileşenlerinden biri olan insan-robot etkileşiminin Sağlık alanına yansımaları tartışılmaktadır.

Karacığan (2021), kavramsal bir çerçevede gerçekleştirilen Araştırmada risk ve tehlikelerin en aza indirgenmesi için işbirlikçi robotların kullanılması, cobot standartları, güvenli çalışma ortamında alınması gereken önlemler ve bu bulgular ışığında bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışma sonucunda FMEA ve FTA gibi risk değerlendirmesi yöntemlerinin her zaman tehlikeyi yakalayamadıklarından insan-makine iş birliği (HRC) için uygun olmadıkları görülmüştür. Bu nedenle Robotik uygulamalarda tehlike tanımlamasını iyileştirmek için resmi doğrulama yöntemlerinin tercih edilmesi önerilmektedir.

Bununla beraber risk analiz sürecinin endüstriyel robot kullanan işçiler için tasarlandığı, işbirlikçi robotlar ile çalışmalarda hangi risk analiz yöntemlerinin kullanılması gerektiği tartışılmıştır.

Patel ve diğerleri (2021), ABD'nin Johns Hopkins Üniversitesi'nde gerçekleştirdikleri çalışmalarında ergonomiyi, durumsal farkındalığı, yaralanma riski yönetimini, verimli iş akışını ve sağlıklı davranışsal ve bilişsel alışkanlıkları teşvik etmek için ticari giyilebilir teknolojilerdeki son eğilimleri ve farklı çalışma ortamlarına uygulanan bağlantılı çalışan çözümlerini incelemiştir. Kavramsal Çerçeve hazırlanan çalışmada, akıllı iş güvenliği uygulamaları ve giyilebilir teknolojiler tanıtılmıştır.

Patel ve diğerleri (2021), ABD'nin Johns Hopkins Üniversitesi'nde gerçekleştirdikleri çalışmalarında ergonomiyi, durumsal farkındalığı, yaralanma riski yönetimini, verimli iş akışını ve sağlıklı davranışsal ve bilişsel alışkanlıkları teşvik etmek için ticari giyilebilir teknolojilerdeki son eğilimleri ve farklı çalışma ortamlarına uygulanan bağlantılı çalışan çözümlerini incelemiştir. Kavramsal Çerçeve hazırlanan çalışmada, akıllı iş güvenliği uygulamaları ve giyilebilir teknolojiler tanıtılmıştır.

Petz ve diğerleri (2021), Avusturya'nın Hegenberg kasabasında uygulamaya dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmada, üst vücudun hareketini ve pozisyonunu birkaç eylemsizlik sensörü ile kaydeden ve sensör değerlerini Wi-Fi aracılığıyla ileten bir sensör gömleğinin geliştirmişlerdir. Bu kapsamda hareket, duruş algılama ve tanıma ile biyomekanik yükün ölçümü ve izlenmesi mümkün hale gelmiş olup, bu sayede kas ve iskelet sistemi hastalıkları erken dönemde tespit edilebilecektir.

Caner (2021), çalışmasında Endüstri 4.0 yaklaşımı ve uygulamalarının İSG süreçlerine (tehlike kaynaklanan risklerin önlenmesi, kaza ve meslek hastalıklarının önlenmesi vb.) sağladığı katkıları araştırmıştır. Yapılan çalışma neticesinde, teknolojik yenilikler ile çalışanların daha iyi ve güvenli şartlarda çalışmalarının sağlandığı görülmüştür. Bununla birlikte Endüstri 4.0 yaklaşımı ile ürünlerin ve üretim sistemlerinin önemli ölçüde değişmesi, bu değişim ile birlikte üretimin %30 hızlanarak %25 verimliliğe ulaşması öngörülmektedir.

Can ve diğerleri (2021), çalışmalarında kimya sektörüne hizmet eden şirketlerde insan sağlığına zararlı olan kimyasalları taşıyıcı gezgin robotlar ile taşıyarak insanın tehlikeli madde ile etkileşimini en aza indirmek amaçlanmıştır.

Bu kapsamda gezgin robotlar ile bir uygulama gerçekleştirerek birinde kimyasal madde diğesinde çözeltili bulunan 2 farklı derişimin taşınması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda işletmeler tarafından olumlu geri dönüşler sağlanmıştır. Araştırmacılar tehlikeli kimyasallar ile çalışmalarda insan yerine gezgin robotların kullanılmasını böylece meslek hastalıkları ve iş kazalarının azalacağını öngörmektedirler.

### **2.6.1 Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanımına Yönelik Yapılmış İlgili Çalışmalar**

Toşuntaş ve diğeleri (2015), gerçekleştirdikleri çalışmalarda Fatih projesi kapsamında lise öğretmenlerinin etkileşimli tahtayı kabul etmelerini ve kullanmalarını etkileyen faktörleri birleştirilmiş teknoloji kabul ve kullanma kuramına göre araştırmışlardır. Bu bağlamda veriler araştırmaya gönüllü olarak katılım sağlayan 158 öğretmenden 7’li likert ölçek kullanılarak toplanmıştır. Toplanan veriler basit ve çoklu regresyonlar, YEM ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda; performans beklentisi, çaba beklentisi ve sosyal etkinin davranışsal niyet üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, bununla beraber davranışsal niyet ve kolaylaştırıcı koşulların akıllı tahtanın kullanım süresi üzerinde olumlu yönde etkileri olduğu görülmüştür.

Asastani ve Diğeleri (2018) tarafından birleştirilmiş teknoloji kabul modeli kullanılarak çevrimiçi satı almada e-ticareti kullanımı etkileyen faktörleri belirlemek amaçlanmıştır. Veriler 156 katılımcıdan google form ile anket yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Çalışma ile performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve algılanan güvenin e-ticaret kullanımını önemli ölçüde etkilediğini, kolaylaştırıcı koşullar ve algılanan maliyetin e-ticaret kullanımı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Kalavani ve diğeleri (2018), çalışmasında birleştirilmiş teknoloji kabul modelini kullanarak tıp asistanları tarafından veri tabanı olarak kullanılan (EBM) veri tabanlarının kabulünü etkileyen bilgi, kullanım ve faktörleri değerlendirilmektedir. Bu kapsamda araştırma örneklemini 192 tıp asistanı oluşturmaktadır. Verileri toplamak amacıyla anket yöntemi kullanılmış olup veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda; tıp asistanlarının %70,08’inin tıp alanındaki soruları cevaplamak ve bilgi ihtiyaçlarını karşılamak için profesörlere ve meslektaşlarına danıştığını, %2,1’inin EBM veri tabanlarını ve kaynaklarını kullandığını göstermektedir.

Bununla birlikte çalışmanın bulguları tıp asistanlarının %76'sının, EBM dersleri alarak ve EBM çalıştaylarına katılarak EBM ilke ve kavramlarının farkına vardıklarını göstermektedir. Performans beklentisi faktörü diğer değişkenler ile karşılaştırıldığında, EBM veri tabanlarının kabulü üzerindeki etkisinin çok daha büyük olduğu görülmektedir. Kolaylaştırıcı koşullar faktörü de olumlu yönde etki göstermektedir. Veri tabanları için altyapı ne kadar güçlendirilirse EBM veri tabanlarının kullanımı o kadar güçlü olacaktır. Sosyal etki faktörü, tıbbi asistanlar tarafından EBM veri tabanlarının kabulü üzerinde en az etkiye sahiptir. Önemli kişilerin ve profesörlerin asistanları EBM veri tabanlarını kullanmaya teşvik etmede çok az etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Pearson korelasyon testi ve bulgular, tıp asistanlarının EBM sistemini kullanma niyetleri arttıkça, bu veri tabanlarını kullanımlarının artacağı yönünde pozitif ilişki olduğunu doğrulamaktadır. Son olarak çalışmada cinsiyet değişkeni ile EBM veri tabanlarının kullanımı arasındaki ilişki Man-Whitney testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları erkek ve kadınlar arasında EBM veri tabanlarının kullanımında bir fark olmadığını göstermektedir. Yaşın iki değişkeni ile EBM veri tabanlarının kullanımı arasındaki ilişki de Pearson korelasyon testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, yaş ile EBM veri tabanlarının kullanımı arasında ters bir ilişki olduğunu ve tıp asistanlarının yaşlandıkça bu veri tabanlarını kullanmaya daha az istekli olduklarını göstermektedir. Kullanım gönüllülüğü değişkeninde ise gönüllülük kullanımı ile EBM veri tabanlarını kullanmaları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Gönüllü kullanım düzeyi arttıkça EBM veri tabanlarını kullanımda artmaktadır.

Ayaz (2019), Çalışmasında Birleştirilmiş Teknoloji Modeli 'ne (BTKKM dayanarak Bartın Üniversitesinde üniversite personeli tarafından kullanılan Elektronik Belge Yönetim Sisteminin kabul ve kullanımını etkileyen faktörleri araştırmıştır. Çalışmada anket yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda performans beklentisinin Elektronik Belge Yönetim Sistemi kullanım niyeti üzerinde pozitif bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Sosyal etki faktöründe Elektronik Belge Yönetim sistemi kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Çaba beklentisi değişkeninde ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çaba beklentisinin Elektronik Belge Yönetim Sistemi kullanımı üzerindeki etkisinin artırılması için yöneticilerin Elektronik Belge Yönetim Sistemi kullanma konusunda kullanımı ve öğrenmesi basit olan, az çaba gerektiren bir ara yüz oluşturması önerilmektedir.

Sosyal etki faktörünün ise Elektronik Belge Yönetim sisteminin üst yönetim tarafından daha aktif olarak kullanılması ile artış göstereceği düşünülmektedir. Ancak kolaylaştırıcı koşullar değişkeni faktör yüklerinin yetersiz olması ve ifadelerin güvenilirliğinin düşük seviyede olması sebebiyle araştırmaya dâhil edilmemiştir.

Aljarboa ve Miah (2020), tarafından gerçekleştirilen çalışma bir klinik karar destek sistemi olan CDSS'nin kabulünü pratisyen hekimler tarafından kabulünü etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Birleştirilmiş teknoloji kabul modeli kullanılan çalışmada 12 pratisyen hekim ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak veriler toplanmıştır. Çalışma sonucunda çaba beklentisinin, pratisyen hekimlerin CDSS kullanımını kabul etmelerine katkıda bulunan ana faktörlerden biri olduğu doğrulanmıştır. Görüşülen kişilerin birçoğu, çalışmalarını üzerinde olabilecek kişilerin CDSS kullanma kararlarını etkilemediğini belirtmiştir. Buna dayanarak sosyal etkinin bilgi teknolojileri ve uygulamalarının kullanımını etkilemediğini göstermektedir. Çalışmada görüşmeciler BT kullanımında özellikle sağlık bilgisi konusunda, kolaylaştırıcı koşulların önemli olduğundan söz etmişlerdir. Bu veriler kolaylaştırıcı koşulların önemini ve rolünü doğrulamaktadır.

Kâhya (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 2020 yılında Covid-19 pandemisi nedeniyle eğitim kurumların zorunlu olarak geçiş yaptıkları uzaktan eğitim süreçlerinin öğrenciler tarafından kabulü araştırılmaktadır. Çalışmada uzaktan eğitim sisteminin öğrenciler tarafından nasıl algılandığını, bununla birlikte sistemin kabul edilmesine sebep olan faktörlerin TKM ve bilgi sistemleri başarı modeli faktörleri ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaç ile Kütühya Dumlupınar Üniversitesi ve Bilecik Şeyh edebali Üniversitesinde 2019-2020 bahar döneminde uzaktan eğitim ile ders alan 377 Lisans ve Ön lisans öğrencisine anket uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında; uzaktan eğitime erişmek için öğrencilerin sahip olması gereken teknolojik altyapı araçlarına bakıldığında %50'sinin sahip olduğu, %50'sinin ise sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Öte yandan uzaktan eğitim ortamlarının kullanımına etki eden bilgi kalitesi, sistem kalitesi ve algılanan fayda kullanıcı memnuniyetini etkilediği sonucuna varılmıştır. Kullanıcı memnuniyeti faktörü ise kullanımı %39 seviyesinde etkilemektedir.

Madyatmadja ve diğeri (2021), tarafından Endonezyanın Tangerang şehrinde gerçekleştirilen çalışmada bir E-Devlet platformu olan Laksa uygulamasının kullanıcı deneyimini Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada anket yöntemi kullanılarak veriler Tangerang şehrindeki 311 katılımcıdan elde edilmiştir. Çalışma sonucunda kullanıcıların Laksa uygulamasını kullanmadaki davranışsal niyetlerini etkileyen faktörler olan tutum ve kullanım anlamlı ve olumlu bir etkiye sahiptir. Bununla beraber kullanıcıların davranışsal niyetlerini etkilemeyen faktörler, kullanım kolaylığı ve kolaylaştırıcı koşullar değişkenleri bağlamında anlamsız bir ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Chong ve diğeri (2022), tarafından gerçekleştirilen meta analiz çalışmasında sağlık sektöründe bir tematik geliştirme programı olan HIT teknolojisi üzerine daha önce yapılan TKM ve BTKKM çalışmalarını inceleyerek çalışmaların bir sentezini ortaya koymuşlardır. Bu kapsamda sağlık teknolojilerinin kabulünü test eden ampirik çalışmaları belirlemek için ABI/INFORM global, Business Source Premier, ProQuest, Science Direct, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında literatür taraması yapılmıştır. Çalışma sonucunda; kullanım niyetinin kullanım davranışı üzerinde güçlü e doğrudan etkileri oldu görülmektedir. Bununla birlikte çaba beklentisi, normlar, öz yeterlilik, sonuç gösterebilirliği ve öz yeterlilikten elde edilen sonuçlar kullanım niyetinin önemli belirleyicileridir. Bulgular çoğu tahmin edicinin teknolojinin performans beklentisinin değerlendirilmesi ile ilgili olduğunu göstermektedir. Bulgular iyi gelişmiş sağlık sistemlerine ve profesyonel sağlık sistemlerine sahip ülkelerde, kolaylaştırıcı koşulların daha zayıf belirleyici olduğunu öz yeterliliğin önem kazandığını göstermektedir. Ayrıca teknoloji kaygısı, daha yüksek yaşam beklentisi ve öz yeterlilik olan ülkelerde önemini kaybetmektedir.

Prassida ve Asfari (2022), tarafından teorik çerçevede gerçekleştirilen çalışmada işbirlikçi robotların (cobot) üretim bağlamında benimsenmesine bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır. Birleştirilmiş teknoloji kabul Model'ine dayanan çalışmada cobotların kabulünü etkileyen kritik faktörleri ve bu faktörleri örgütsel düzeyde iyileştirilmesi yönünde kavramsal bir model önerilmektedir.

Çalışmada cobotları kullanmanın davranışsal niyetini etkileyen kritik faktörleri tahmin etmede birleştirilmiş teknoloji kabul modelinin dört boyutu olan performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar değişkenlerinin kullanılması öngörülmektedir. Endüstri 5.0'a doğru üretim işlerinde cobotların kullanımı insan işçilere belirli görevlerde daha üretkenlik ve verimli iş sistemleri sağladığından birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Çalışma sonucunda gelecekte bu kavramsal araştırmadan kaynaklanan kavramsal model incelenerek doğrudan bir ampirik çalışmanın yapılması öngörülmektedir.

Akinnuyesi ve diğerleri (2022), halen içerisinde bulunduğumuz Covid -19 pandemisine karşı mücadele etmek için dijital teknolojileri kabul etme davranışsal niyetini etkileyen faktörlerin keşifsel bir araştırmasını gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda Nijerya'nın güney batısında bulunan altı eyaletten 800 katılımcı ile yüz yüze ve e-posta yöntemi kullanılarak anket yöntemi uygulanmıştır. Toplanan verileri analiz etmek için sosyal bilimlerde çok fazla kullanılan SPSS paket programını kullanmışlardır. Demografik veriler tanımlayıcı istatistiklere dayalı olarak analiz edilmiştir. Örneklem yeterliliğini test etmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) anlamlılık testi yapılmıştır. Tüm değişkenler için korelasyon matrisi oluşturulduktan sonra Cronbach alfa kullanılarak iç tutarlılık ölçülmüştür. Faktör değişkenlerinin bu teknolojiler üzerindeki etki derecesini belirlemek için regresyon analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda; ankete katılanların %70'den fazlasının otomatik dezenfektan, elektronik dezenfektan dağıtıcısı, dijital temas ve sosyal mesafe izleme gibi araçları kullanmadıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber adı geçen yazarların performans beklentisi değişkeni ile kurdukları Hipotezlerden biri olan "performans beklentisinin, insanların Covid-19 ile mücadele için dijital teknolojiyi kullanma davranışsal niyetleri üzerinde önemli etkileri vardır" hipotezi desteklenmektedir. Kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyet ile arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Ortaya çıkan bu sonuç yapılan diğer çalışmalar ile tutarlıdır. Sosyal etkinin davranışsal niyetlerle negatif fakat anlamlı bir ilişkisi bulunmaktadır. Sonuç diğer çalışmaları destekler niteliktedir. Bütün bunlar ile beraber moderatör değişkenlere bakıldığında ise; insanların yaş, cinsiyet ve kullanma gönüllülüklerinin Covid-19 ile mücadelede dijital teknolojilerin kullanımına yönelik tutumlarına rehberlik edeceği görülmektedir.

### **3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN BİRLEŞTİRİLMİŞ TEKNOLOJİ KABUL MODELİ İLE İNCELENMESİ**

#### **3.1 Araştırma Yöntemi ve Metodolojisi**

##### **3.1.1 Araştırmanın amacı ve Önemi**

Dördüncü sanayi devrimi ile beraber işletmelerde yeni teknolojilerin ve uygulamaların kullanılmasının yaygınlaşması ile insanların yaşamını kolaylaştıracak birçok etki yaratmıştır. Bununla beraber disiplinler arası bir bilim dalı olan İş Sağlığı ve Güvenliği alanında da Endüstri 4.0 bileşenleri yaygın olarak kullanılmaktadır. İş güvenliği sistemleri olarak bilinen sistem, nesnelerin interneti bileşeni ile her türden fiziksel büyüklük ya da hareketin verileri ile iletişim kurmayı hedeflemektedir. Nesnelerin interneti yardımıyla cihazlar başka cihazlar ile bağlantı kurarak, çalışma ortamındaki yaralanma ve sağlık tehlikelerini tanımlamakta, iş kazası gibi durumlar karşısında ne yapılacağını ve nasıl yapılacağına yönelik iş süreçleri hakkında çevrimiçi bilgiler sağlamaktadır. Bütün bunlarla birlikte iş güvenliği sistemleri, işyeri verimliliğini izlemek ve geliştirmek için, etkinlik ve fiziksel durumları izleyen iş kazalarına ve yaralanmalara karşı güvenliği izlemek ve iyileştirmek için çalışan etkinliğini veya fiziksel durumunu izleyen sistemler bütünü olarak karşımıza çıkmaktadır.

İş güvenliği sistemleri nesnelerin interneti bileşenini kullanarak, endüstri 4.0 kapsamında çalışan ya da bu kapsamda çalışmayı hedefleyen firmalar için önem arz etmektedir. Öte yandan teknolojinin gelişmesi ile birlikte iş kazalarının ve yaralanmaların önlenmesi konusunda geleneksel iş süreçleri ve önlemler yetersiz kalmıştır. Firmalarda iş güvenliği sistemlerinin kullanılması ile birlikte çalışanlar bu yeni teknolojik düzene entegre olmaları gerekmektedir. Bu nedenle çalışanların İGS kullanım niyetlerini etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması önem arz etmektedir.

Bu sebeple, araştırmanın ana problemi Çerkezköy Organize Sanayi bölgesinde Beyaz eşya ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren firma çalışanlarının İGS kullanım niyetine hangi etmenlerin etki ettiğini tespit etmektir. Araştırmanın alt problemlerini ise aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

- Performans beklentisi değişkeninin (İGS) kullanım niyeti faktörü üzerinde etkisi var mıdır?
- Çaba beklentisi değişkeninin iş güvenliği sistemleri (İGS) kullanım niyeti faktörü üzerinde etkisi var mıdır?
- Sosyal etki değişkeninin iş güvenliği sistemleri (İGS) kullanım niyeti faktörü üzerinde etkisi var mıdır?
- BTKKT faktörleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Literatür incelendiğinde, önceki çalışmalar BTKKT'nin mobil alışverişin kabulü, öğrencilerin uzaktan eğitim sistemlerini kullanım ve kabulü, çalışanların elektronik bilgi sistemlerini kullanım ve kabulü gibi genelde tüketici davranışlarına yönelik olarak farklı bağlamlarda gerçekleştirildiği görülmektedir. Ülkemizde ise İş Sağlığı ve Güvenliği alanında, çalışanların yeni teknolojileri kullanım ve kabulü konusunda daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle alanda yapılacak yeni çalışmalar, ilgili literatürün genişlemesine büyük katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda araştırmada, çalışanların iş güvenliği sistemlerini ve uygulamalarını benimsemesini etkileyen faktörlerin Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

İş Sağlığı ve Güvenliği alanında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması ve çalışanlar tarafından kabulü konusunda ülkemizde daha önce yapılmış bir çalışmanın bulunmaması araştırmanın önemini destekler niteliktedir. Bu anlamda araştırma; işverenlere, iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışan profesyonellere ve iş sağlığı ve güvenliği alanında Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimi konusunda çalışan firmalara yol gösterici bir çalışma olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın sonuçları ile Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik üretim gerçekleştiren firmalar çalışanların davranışsal niyet ve kullanım davranışlarına ilişkin bilgi sahibi olarak, ürün tasarımlarını bu yönde geliştirebileceklerdir.

### **3.1.2 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları**

Araştırmanın kapsamı Beyaz eşya ve Tekstil sektöründe Endüstri 4.0 kapsamında çalışan ya da ileride Endüstri 4.0 kapsamında çalışmayı planlayan firma çalışanlarının, İş güvenliğinde kullandıkları Endüstri 4.0 Teknolojilerine yönelik kullanım davranışı ve davranışsal niyetleri ile ilgilidir. Bu çalışmada elde edilen veriler 2022 Nisan/mayıs ayları ile sınırlıdır. Yüz yüze ve mail yöntemi ile ulaşılan çalışan sayısı 450 olup yanıtlanan anket sayısı 315'dir. Beyaz eşya ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren görüşme talep edilen beş firma ile KVKK ve Covid-19 gerekçesi ile anket gerçekleştirilememiştir.

### **3.1.3 Yöntem**

Nakip (2013)'e göre Anket, katılımcıların duygu, görüş ve düşüncelerini tespit etmek amacıyla belli bir konu üstünde sorunları ortaya çıkaran bir formdur. Bu nedenle araştırmada veriler yüz yüze ve Google form aracılığıyla toplanarak anket yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile çalışanların davranışsal niyetlerine yönelik kullanım davranışlarını belirlemek amaçlanmıştır.

### **3.1.4 Araştırmanın Evreni ve Örnekleme**

Araştırmanın ana kütlelerini Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Beyaz eşya ve Tekstil sektörünün lokomotif firmalarının çalışanları oluşturmaktadır. Gürbüz ve Şahin (2016), göre kolayda örnekleme diğer örneklem tekniklerinin çoğuna kıyasla yapılması daha kolay, ucuz ve hızlıdır. Kolayda örnekleme yönteminde veriler ana kütlede kolay, hızlı ve ekonomik bir şekilde toplanmaktadır (Malhotra, 2004). Bu nedenle çalışmada kolayda örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Kolayda örnekleme yönteminde araştırmacı, araştırması için ihtiyaç duyduğu örneklem büyüklüğüne ulaşana kadar en kolay ve en erişilebilir deneklerden veri toplamaya çalışır (Gürbüz, S & Şahin, 2014, s. 113). Örneğin Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmada çalışanların belirli bir konudaki tutumlarını öğrenmek isteyen bir araştırmacının firmada belirli zaman aralıkları ile belirli yerlerde durup oradan geçenlere anket uygulayıp, arzuladığı büyüklükteki bir örnekleme ulaşmaya çalışması kolayda örnekleme tekniğine bir örnektir. Örnekleme dâhil edilmek üzere 315 anket toplanmış, 15 anket eksik veri bulunması gibi nedenler ile değerlendirmeye alınamamıştır.

Bu bağlamda araştırmanın örneklemini Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi'nde Beyaz eşya ve Tekstil sektöründe Endüstri 4.0 ile çalışan ve ileride çalışmayı planlayan firmalar ile bu firmaların çalışanı 300 katılımcı oluşturmaktadır.

### **3.1.5 Veri Toplama Araçları**

Araştırma Beyaz Eşya ve Tekstil sektöründe görev yapan mühendis, tekniker, teknisyen Beyaz yaka ve mavi yaka personel ile anket yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anket sorularının derlenmesinde konuyla ilgili bibliyografik araştırmalardan ve daha önce yapılmış benzer çalışmalardan faydalanılmıştır.

Anketin geliştirilme aşamasında literatür taramasında, çiftçiler tarafından nesnelerin internetinin akıllı tarımda benimsenmesinde ve uygulanmasında Ronaghi ve Forouharfar (2020) tarafından gerçekleştirilen Akıllı tarımda nesnelerin internetinin kullanılmasında birleştirilmiş teknoloji kabul modeli adlı çalışması sonucunda geliştirdikleri ölçekten istifade edilmiştir.

Anket iki bölümden oluşmakta olup, ilk bölümde katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin sorular yer almaktadır. İkinci bölümde, performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve çalışanların davranışsal niyetleri değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak kullanım davranışını ölçmek için 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Ölçek geliştirilirken Venkatesh ve diğerleri (2003), tarafından oluşturulan Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli kullanılmıştır. Anket 23 sorudan oluşmak ile beraber veriler yüz yüze ve google form kullanılarak toplanmıştır.

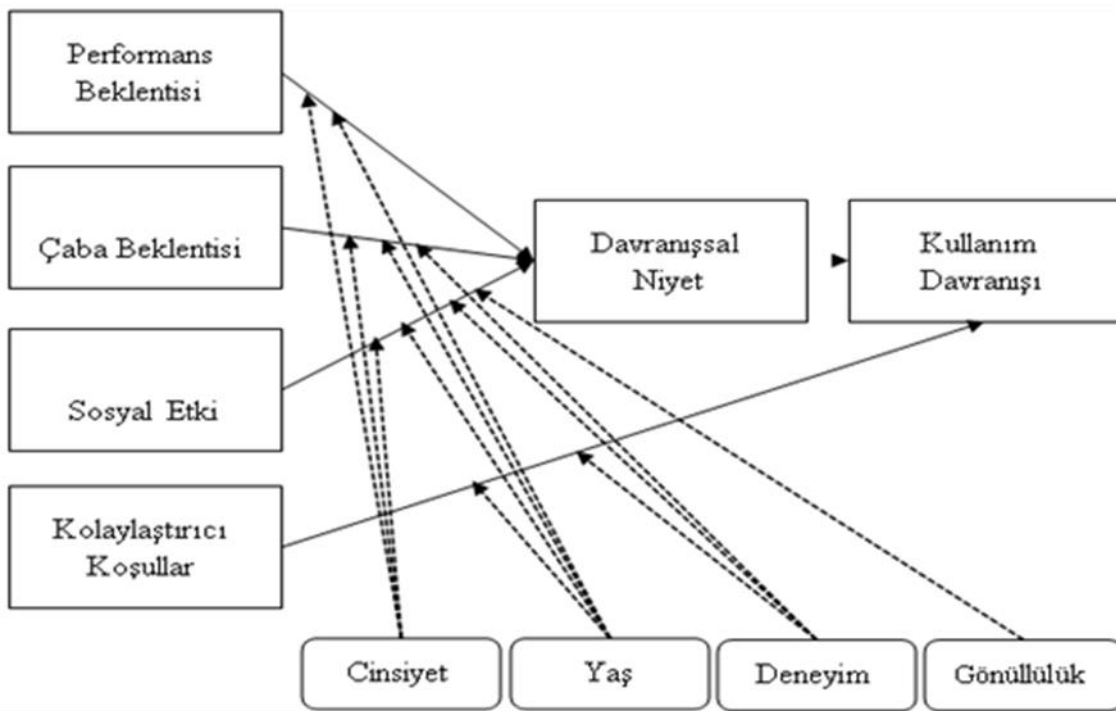
### **3.1.6 Veri Analizi**

Katılımcılardan toplanan veriler uygun kodlamalar yapıldıktan sonra sisteme aktararak, IBM SPSS 23 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Anketin birinci bölümünde bulunan verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Elde edilen ölçeğin güvenilirliği için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmıştır. Performans beklentisi, çaba beklentisi ve sosyal etki alt ölçeklerinin davranışsal niyet alt ölçeği üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bir moderatör değişkeni olan cinsiyet değişkeninin diğer değişkenler üzerindeki etkisini belirlemek için t-testi yapılmıştır. Yine bir moderatör değişkeni olan Yaş'ın diğer değişkenler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla anova testi yapılmıştır.

Son olarak verilerin normal dağılıp dağılmadığına bakmak için kolmogrov-smirnov (KMO) testi uygulanmıştır.

### 3.1.7 Araştırma Model ve Hipotezleri

Endüstri 4.0 teknolojilerinin birleştirilmiş teknoloji kabul modeli kapsamında İş sağlığı ve Güvenliği alanına yansımalarını incelemek için yapılan anketler neticesinde betimsel araştırma modeli kullanılarak değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda çalışmada Venkatesh ve diğerleri (2003) tarafından oluşturulan şekil 3,1'deki araştırma modeli kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma Modeli (Kaynak: Venkatesh vd, 2003:447)

Araştırma Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesinde kurulu bulunan Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Beyaz eşya ve Tekstil firmalarında; endüstri 4.0 teknolojilerini aktif olarak kullanan veya ileride kullanmayı planlayan firmalar ile gerçekleştirilmiştir. Bölgede Beyaz eşya ve Tekstil sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan çok uluslu firmaların yoğunluk göstermesi nedeni ile araştırma evreni seçiminde adı geçen sektörler tercih nedeni olmuştur (<https://cosb.org.tr/firmalar> 2022).

Araştırmada birleştirilmiş teknoloji kabul modeli içerisinde yer alan boyutlar ile ilgili hipotezler kurularak analiz edilmiştir. Araştırma hipotezleri aşağıdaki gibidir?

H1: Performans beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

H1a: Performans beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak erkeklerin davranışsal niyetini kadınlardan daha fazla etkiler.

H1b: Performans Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H2: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

H2a: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha güçlü bir şekilde etkiler.

H2b: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H3: Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

H3a: Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha güçlü bir şekilde etkiler.

H3b: Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H4: Kolaylaştırıcı koşullar, iş güvenliği sistemlerinin kullanımını olumlu yönde etkiler.

H4a: Kolaylaştırıcı koşullar, ileri yaşlarda iş güvenliği sistemlerinin kullanımını daha güçlü bir şekilde etkiler.

H5: Davranışsal niyetin iş güvenliği sistemlerinin kullanımını üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Demografik Bulgular

Bu bölümde araştırmanın gerçekleştirildiği beyaz eşya ve tekstil sektörü çalışanlarına yönelik anketin birinci bölümünde yer alan yaş, cinsiyet, eğitim durumu, faaliyet alanı, çalışma süresi ve bölüm gibi tanımlayıcı sorular yer almaktadır. Bu soruların cevaplarına yönelik değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

Soru 1: Araştırma Katılımcılarının Yaş Durumu

Çizelge 4.1. Anket Uygulanan Katılımcıların Yaş Aralıkları

Yaş aralıkları	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
25 altı	32	10,7	10,7
25-35	134	44,7	55,3
35-45	89	29,7	85,0
45-55	45	15,0	100,0
Toplam	300	100,0	

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere ankete katılan beyaz eşya ve tekstil sektörü çalışanlarının yaş aralığı ağırlıklı olarak %44,7 ile 134 kişidir. Katılımcıların büyük çoğunluğu 25-35 yaş aralığındadır. Bu aralığı %29,7 oran ile 35-45 yaş aralığında bulunan 89 kişi takip etmektedir. 45-55 yaş aralığında %15,0 oran ile 45 katılımcı bulunmaktadır. Bununla beraber 25 altı yaş aralığına sahip 32 katılımcı %10,7 oran ile en az katılıma sahip yaş grubunu oluşturmaktadır.

Soru 2: Araştırma Katılımcılarının Cinsiyet Durumu

Çizelge 4.2. Anket Uygulanan Katılımcıların Cinsiyete Göre Dağılımları

Cinsiyet	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
Erkek	181	60,3	60,3
Kadın	119	39,7	100,0
Toplam	300	100,0	

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere araştırmaya katılan 300 katılımcının 119’u kadın, 181’i erkektir. Bununla beraber kadınların oranı %39,7 erkeklerin oranı ise %60,3’dür.

Soru3: Araştırma Katılımcılarının Eğitim Düzeyleri

Çizelge 4.3. Anket Uygulanan Katılımcıların Eğitim Düzeyleri

Eğitim Durumu	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
Lise	128	42,7	42,7
Ön Lisans	45	15,0	57,7
Lisans	105	35,0	92,7
Yüksek Lisans	15	5,0	97,7
Doktora	7	2,3	100,0
Toplam	300	100,0	

Çizelge 4.3’de araştırmaya katılan katılımcıların eğitim durumlarına bakıldığında %42,7 oran ile çoğunluğun eğitim düzeyinin lise olduğu görülmekte olup bu oranı %35,0 ile lisans mezuniyetine sahip katılımcılar izlemektedir. Diğer katılımcıların ise; %15’i 45 kişi ile ön lisans, %5 oran ile 15 katılımcı Yüksek lisans ve son olarak %2,3 ile 7 katılımcının Doktora mezunu olduğu görülmektedir.

#### Soru 4: Araştırma Katılımcılarının Çalışma Süreleri

Çizelge 4.4. Anket Uygulanan Katılımcıların Çalışma Yılı Aralıkları

Yıl Aralığı	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
0-1 yıl arası	21	7,0	7,0
1-5 yıl arası	55	18,3	25,3
5-10 yıl arası	115	38,3	63,7
10-20 yıl arası	89	29,7	93,3
20 yıl üstü	20	6,7	100,0
Toplam	300	100,0	

Beyaz eşya ve tekstil sektöründe çalışma yılları 5-10 yıl arası olan katılımcı sayısı 115 kişi olup %38,3 oran ile anketin çoğunluğunu oluşturmaktadır (Çizelge 4.4.). Belirtilen sektörlerde 10-20 yıl aralığında çalışanların oranı %29,7 ile ikinci sırada yer almaktadır. 20 yıl üstü çalışanların oranı ise %6,7 ile 20 kişidir. Beyaz eşya ve tekstil sektöründe çalışma yılı aralığı olarak en az çalışma yılı aralığında bulunan katılımcı, %7,0 oran ve 21 kişi ile 0-1 yıl aralığına sahip katılımcılar olduğu görülmektedir.

#### Soru:5 Araştırmaya Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmanın Faaliyet Alanı

Çizelge 4.5. Anket Uygulamasına Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmanın Faaliyet Alanı

Sektör	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
Tekstil	112	37,3	37,3
Beyaz Eşya	188	62,7	100,0
Toplam	300	100,0	

Çizelge 4.5'de Ankete katılanların sektörel olarak dağılımına baktığımızda %62,7 oran ve 188 katılımcı ile beyaz eşya sektöründe çalıştıkları görülmektedir. Bununla birlikte tekstil sektöründe çalışan 112 kişi %37,3 oran ile ikinci sırada yer almaktadır.

Soru 6: Araştırmaya Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmada Hangi Bölümde Görev Yaptıkları

Çizelge 4.6. Anket Uygulamasına Katılan Katılımcıların Çalıştıkları Firmadaki Bölümleri

Bölüm	Frekans	Yüzde	Birikimli Yüzde %
Üretim	143	47,7	47,7
İnsan Kaynakları	23	7,7	55,3
Kalite Kontrol	16	5,3	60,7
Çevre yönetim sistemleri	51	17,0	77,7
Bilgi Teknoloji Sistemleri	35	11,7	89,3
Diğer	32	10,7	100,0
Total	300	100,0	

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi örneklem grubunu oluşturan katılımcıların 143’ü %47,7 oran ile üretim bölümünde, 51’i %17,0’ oran ile çevre yönetim sistemleri bölümünde, 35’i %11,7 oran ile bilgi yönetim sistemleri bölümünde, 32’si %10,7 oran ile diğer bölümlerde, 23’ü %7,7 oran ile insan kaynakları bölümünde ve son olarak 16’sı %5,3 oran ile kalite kontrol bölümünde çalışmaktadır.

#### 4.2 Ölçekteki İfadelerde yer alan Ortalama, Standart Sapma, Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Bu bölümde faktörlere yönelik ortalamalar, standart sapmalar ve normallik dağılımları incelemiştir.

Çizelge 4.7. Faktörlere ait standart sapmalar ve ortalamalar

Faktörler	Ortalama	Standart Sapma
Performans Beklentisi	4,188	0,701
Çaba Beklentisi	3,582	0,784
Sosyal Etki	3,645	0,793
Davranışsal Niyet	4,053	0,809

Çizelge 4.7'ye bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip faktör 4.188 ile performans beklentisidir. Ancak ortalaması en düşük olan faktör ise; 3.582 ile çaba beklentisidir. Faktörlerin standart sapmaları göz önüne alındığında, en yüksek standart sapmanın 0,809 ile davranışsal niyet faktörüne ait olduğu görülmektedir. Son olarak, en düşük standart sapma, 0.701 ile performans beklentisi faktörüdür.

Parametrik testlerin temel hipotezlerinden biri, verilerin normal olarak dağıldığı varsayımdır. Normallik analizi sonuçlarına bakıldığında Shapiro-Wilk değeri  $p=0,000$  olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin kanıtlanması için  $p>0,05$ 'ten büyük olması gerekmektedir.

George ve Mallery (2010) çalışmalarında +2 ile -2 arasında bulunan basıklık ve çarpıklık değerlerinin, verilerin normal dağılım gösterdiğini açıklamaktadır. Normallik dağılımları çizelge 4.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Model Faktörlerinin Normallik Varsayımları

	Performans Beklentisi	Çaba Beklentisi	Sosyal Etki	Davranışsal Niyet
Çarpıklık (Skewness)	1,223	1,118	0,958	0,887
Basıklık (Kurtosis)	1,978	0,430	0,401	0,870

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi, performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve davranışsal niyet faktörlerinin çarpıklık ve basıklık değerleri +2 ile -2 arasında yer alması faktörlerin normal olarak dağıldığını göstermektedir.

### 4.3 İGS'nin Kullanımına İlişkin Faktörlerin Analizi

#### 4.3.1 Ölçek Güvenilirlik ve Geçerliliği

Likert ölçeği gibi derecelendirilerek oluşturulan testlerde Cronbach alfa katsayısı hesaplanarak değerlendirmeler yapılır (Tavsancil, 2006). Anket yoluyla elde edilen veriler üzerinde faktör analizi yapılmadan önce güvenilirlik testi yapılmıştır. Güvenilirlik testleri sonucunda Cronbach's alfa = 0,924 olarak çıkmış ve 0,60'ın üzerinde olması nedeniyle yeterli görülmüştür (Tablo 4.7.). Alfa katsayısı değerlendirilirken aşağıdaki şekilde değerlendirme yapılarak yorumlanmaktadır (Nakip, 2013).

$0.0 \leq \alpha < 0.40$  ise ölçek güvenilir değildir.

$0.40 \leq \alpha < 0.60$  ise ölçeğe olan güvenilirlik düşüktür.

$0.60 \leq \alpha < 0.80$  ise ölçek güvenlidir.

$0.80 \leq \alpha < 1.00$  ise ölçeğin güvenilirliği yüksektir.

Araştırmada kullanılan çok değişkenli bir ölçeğin doğruluğu ve uygulanabilirliği değerlendirilirken dikkate alınması gereken bir diğer önemli kriter de ölçeğin geçerliğidir. Geçerlilik; bir ölçeğin ölçülmek istenen olayı ölçme derecesidir. (Ozturker, Karagoz, Sivrioglu, & Kar, 2017).

Bununla birlikte Bartlett ve Kaiser–Mayer–Olkin (KMO) test sonuçları da faktör analizine uygunluklarını test etmek için incelenmiştir. Barlet puanı = 5954.024 p=0.000. KMO değeri = 0.833; p=0.000 hesaplanmıştır. (Tablo 4.10). Literatüre bakıldığında 0.60'ın üzerinde bir KMO değeri, örneklem büyüklüğünün yeterli olduğunu göstermektedir. Örneklem büyüklüğünün yeterli olması için PMI değerinin en az 0,60 ve üzeri olmalı; Barlett testi de anlamlı olmalıdır (p <.05). (P<.05) olması gerekmektedir (Fidell, Tabachnick, & Mestre, 2013).

Çizelge 4.9. Cronbach's Alpha Değerleri

	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
Cronbach's Alpha	,924	,931
		23

Bu bulgular, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Araştırma ölçeği daha önce birçok Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Model'inde kullanılarak güvenilirlik ve geçerliliği ispatlanmıştır.

Çizelge 4.10. Kaiser-Meyer-Olkin ve Barlett's Test Değerleri

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,833
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5954,024
	df	253
	p	,000

#### 4.3.2 Açıklayıcı Faktör Analizi

Açıklayıcı faktör analizinde Varimax rotasyon yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen tabloda görüldüğü üzere faktöriyel dağılımların literatüre uygun olarak dağıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.11. Faktör Analizi Sonuçları

Sorular	Faktör Dağılımı	Açıklanan Varyans
Performans Beklentisi	0,308-0,353	41,727
Çaba Beklentisi	0,600-0,607	10,776
Sosyal Etki	0,369-0,493	9,701
Kolaylaştırıcı Koşullar	0,331-0,658	7,119
Davranışsal Niyet	0,347-0,738	5,157
Kullanım Davranışı	0,319-0,769	4,828
		Toplam: 79,308

#### 4.3.3 Korelasyon Analizi

Yapılan araştırmada açıklayıcı faktör analizi ile oluşturulan Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli ölçeğinin boyutları olan performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki kolaylaştırıcı koşullar, davranışsal niyet ve kullanım davranışı değişkenleri arasında bulunan ilişkileri tespit etmek için Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Değişkenlere ait korelasyon değerleri (r) aşağıda çizelge 4.12'de verilmektedir.

Çizelge 4.12. Korelasyon Matrisi

Faktörler	Performans Beklentisi	Çaba Beklentisi	Sosyal Etki	Kolaylaştırıcı Koşullar	Davranışsal Niyet	Kullanım Davranışı
Performans Beklentisi	1					
Çaba Beklentisi	0,362**	1				
Sosyal Etki	0,255**	0,389**	1			
Kolaylaştırıcı Koşullar	0,257**	0,529**		1		
Davranışsal Niyet	0,308**	0,816**			1	
Kullanım Davranışı	0,342**	0,486**				1

Not: Tüm Korelasyon Değerleri 0,01 Düzeyinde Anlamlıdır.Çizelge 4.12, ölçeği oluşturan faktörler arasındaki korelasyon ilişkisini göstermektedir. Sonuç olarak, tüm ölçek değişkenleri arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. Genel olarak Tablo 4.12'de görüldüğü gibi değişkenler arasında anlamlı ( $p<0.01$ ) ve pozitif bir korelasyon olduğu gözlenmektedir.

#### 4.3.4 Regresyon Analizi

Chatterjee ve Price (1977) göre Regresyon analizi, bir bağımlı değişken ile bu bağımlı değişkeni etkilediğine inanılan bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkinin bir model kullanılarak açıklanmasıdır. En kısa ifade ile regresyon analizi değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini araştırmaktadır. Kısacası, regresyon analizi, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini incelemektedir. Bununla birlikte iki veya daha fazla değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda çoklu regresyon analizi uygulanmaktadır. (Gürbüz, S & Şahin, 2014). Literatüre dayanarak, birleştirilmiş teknoloji kabul ve kullanım modeli değişkenlerinden kaçının kullanım boyutunu açıklayabildiğini araştırmak için çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.13'te verilmektedir.

Çizelge 4.13. Değişkenler arası Regresyon Analizine Ait Bulgular

Bağımsız Değişkenler	Beta	t	Sig-t	VIF
Performans Beklentisi	0,018	0,473	0,006	1,304
Çaba Beklentisi	0,123	2,942	0,004	1,570
Sosyal etki	0,095	2,216	0,002	1,652
Kolaylaştırıcı Koşullar	0,532	10,328	0,000	2,398
Kullanım Davranışı	0,224	4,421	0,000	2,326
<b>Çoklu Regresyon= 0,821</b>	R kare= 0,675	P= 0,000	F= 121.932	

**Bağımlı Değişken:**

**Davranışsal Niyet**

Kurulan regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmekle birlikte, Bağımsız değişkenler olan performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve kullanım davranışının bağımlı değişken olan davranışsal niyeti %67 oranında açıkladığı ortaya çıkmıştır. Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında iyi bir korelasyon vardır ( $R^2=0.639$ ;  $p<0.05$ ). Standartlaştırılmış katsayılar göz önüne alındığında, davranışsal niyeti açıklayan boyutları önem sırasına göre performans beklentisi, kolaylaştırıcı koşullar, kullanım davranışı, çaba beklentisi ve sosyal etki olarak sınıflandırmak mümkündür. Performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve kullanım davranışı davranışsal niyet üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bu bulgular çerçevesinde; H1: Performans Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Hipotezimiz kabul edilmiştir. Bu durum literatürde performans beklentisinin davranışsal niyet üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların sonuçları ile tutarlılık göstermektedir (Moran, Hawkes, &Gayar, 2010, s. 79-101). Bununla beraber Ayaz (2019) Üniversite personelinin

EBY kullanımına yönelik gerçekleştirdiği çalışmasında performans beklentisinin kullanım niyetinin belirleyicisi olduğunu tespit etmiştir. Bu araştırmada çalışmamızı destekler niteliktedir.

H2: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Hipotezimiz kabul edilmiştir. Bu durum çaba beklentisinin davranışsal niyet üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların sonuçları ile tutarlılık göstermektedir. Moran ve diğerleri, 2010, Teo, 2011, Venkatesh ve Davis, 2000, Venkatesh ve diğerleri, 2003, Meng ve Wang (2012) eğitimde akıllı tahtaların kullanılmasına yönelik gerçekleştirdikleri çalışmalarında çaba beklentisinin davranışsal niyet üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

H3: Sosyal etki, İGS'lerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Hipotezi kabul edilmiştir. Araştırmanın bu bulgusu da diğer çalışmalar ile desteklenmektedir (Tosuntaş, Karadağ, & Orhan, 2015).

H4: Kolaylaştırıcı koşullar, iş güvenliği sistemlerinin kullanımını olumlu yönde etkiler. Hipotezimiz kabul edilmiştir. Kolaylaştırıcı koşulların kullanımı olumlu yönde etkilediği desteklenmiştir. Literatüre baktığımızda araştırmanın önceki çalışmalar ile tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir (Moran, Hawkes, & Gayar, 2010). Gerçekleştirilen regresyon analizinden de görüleceği üzere faktörlerin davranışsal niyeti açıklama oranı %67'dir. Bu bulgu ile birlikte H5: Davranışsal niyetin iş güvenliği sistemlerinin kullanımı üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Hipotezi kabul edilmiştir. H4 ve H5 hipotezlerinin kabul edilmesi hem kolaylaştırıcı koşulların hem de davranışsal niyetin kullanıcı davranışı üzerinde olumlu bir etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Literatüre baktığımızda bu bulgunun geçmiş araştırma sonuçları ile örtüştüğü görülmektedir. Meng ve Wang (2012), Moran ve diğerleri (2010), Wang ve Shih (2009) etkileşimli sınıf tahtalarının sınıflara entegrasyonu kapsamında öğretmenlerin algılarını araştırmak için gerçekleştirdikleri çalışmada davranışsal niyetin etkileşimli sınıf tahtalarının kullanımı üzerinde pozitif yönde bir ilişki bulunduğunu tespit etmişlerdir.

#### **4.4 BTKKT Faktörlerinin Sosyo Demografik Özelliklere Analizi**

Araştırmaya katılan çalışanların iş güvenliğini kullanma niyetlerini etkileyen faktörlere ilişkin değerlendirmelerinin sosyo demografik özelliklerine göre farklılık gösterip göstermediği (t testi) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir.

Ayrıca, test sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren özellikler ile ilgili hangi grupların farklılığa neden olduğunu belirlemek için Tukey's HSD ve Tamhane's t2 testleri yapılmıştır.

#### **4.4.1 Cinsiyet**

Katılımcıların cinsiyete göre İSG'yi kabul ve kullanmalarına ilişkin faktörlerin t-testi sonuçları çizelge 4.14'te sunulmaktadır. t testi sonuçlarına göre; Cinsiyet değişkeninin performans beklentisi üzerindeki etkisi ve sosyal etkinin davranışsal niyet üzerindeki etkisi açısından erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu nedenle, H1a: performans beklentisinin, iş sağlığı ve güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak erkeklerin davranışsal niyetini kadınlardan daha fazla etkilediği hipotezi reddedilmiştir.

Ayrıca sosyal etki faktörü bağlamında kurulan H3a: Sosyal etki iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha fazla etkiler hipotezi reddedilmiştir. Bu kapsamda H2a: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha güçlü bir şekilde etkiler. Hipotezi kabul edilmiştir. H2a hipotezinin literatür ile desteklendiği görülmektedir (Tosuntaş, Karadağ, & Orhan, 2015).

Bu çalışma ile kadınların erkeklere göre iş güvenliği sistemlerini kullanım davranışlarına yönelik davranışsal niyetlerini daha fazla etkilediği ortaya konulmuştur.

#### **4.4.2 Yaş**

Beyaz eşya ve tekstil sektöründe çalışanlarının İş güvenliği sistemlerine yönelik davranışsal niyetlerinin yaş değişkenine göre farklılaşma durumu One Way ANOVA yöntemi ile test edilmiştir.

Katılımcıların yaş faktörüne göre iş güvenliği sistemleri kabul ve kullanımlarına yönelik faktörler üzerinden yapılan varyans homojenlik testi sonuçları çizelge 4.15'de verilmektedir.

Çizelge 4.14. Cinsiyet Değişkenine Göre İGS Kabul ve Kullanımı t Testi Sonuçları

Faktörler	Cinsiyet	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t	p
<b>Performans Beklentisi</b>	Kadın	119	4,28	0,74	0,017	0,987
	Erkek	181	4,29	0,84		
<b>Çaba Beklentisi</b>	Kadın	119	4,23	0,97	1,037	0,030
	Erkek	181	4,13	0,78		
<b>Sosyal Etki</b>	Kadın	119	4,08	0,88	-1,161	0,246
	Erkek	181	3,96	0,97		
<b>Kullanım Davranışı</b>	Kadın	119	3,63	0,86	-0,101	0,919
	Erkek	181	3,62	0,94		
<b>Davranışsal Niyet</b>	Kadın	119	4,12	0,83	-0,624	0,533
	Erkek	181	4,06	0,86		

Tukey HSD test sonucuna göre yaş Aralığı 45-55 ve 55 üstü olan katılımcıların ortalamalarının, yaş Aralığı 25 altı, 25-35, 35-45 olanlara göre farklı olduğu gözlenmiştir. Sonuçlar kuşak farklılıklarının önemini göstermektedir.

Çizelge 4.15. Varyans Homojenlik Testi (Yaş Grupları)

Faktör	Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)
<b>Performans beklentisi</b>	0,179	3	296	0,911
<b>Çaba Beklentisi</b>	2,720	3	296	0,456
<b>Sosyal etki</b>	2,743	3	296	0,463
<b>Kolaylaştırıcı Koşullar</b>	1,882	3	290	0,133
<b>Davranışsal Niyet</b>	0,674	3	296	0,569
<b>Kullanım davranışı</b>	0,443	3	290	0,723

Not:  $p > 0,05$  ise varyanslar eşittir.

Çizelge 4.15.'de görüldüğü üzere; Performans beklentisi, Kolaylaştırıcı koşullar, Davranışsal niyet, Kullanım davranışı, çaba beklentisi ve sosyal etki faktörlerinin Levene istatistikleri belirtilen aralıklarda olması nedeni ile varyanslar birbirine eşittir.

Çizelge 4.16. Yaş Grupları için Anova Testi

Performans Beklentisi		Kareler Toplamı	df	Ortalama kare	F	Anlamlılık (p)
	Gruplar arasında	5,630	3	1,877	2,959	0,033
	Gruplar içinde	187,717	296	0,634		
	Toplam	193,347	299			
<b>Çaba Beklentisi</b>	Gruplar arasında	2,436	3	0,812	1,084	0,035
	Gruplar içinde	221,734	296	0,749		
	Toplam	224,170	299			
<b>Sosyal etki</b>	Gruplar arasında	3,628	3	1,209	1,385	0,247
	Gruplar içinde	258,359	296	0,873		
	Toplam	261,987	299			
<b>Kolaylaştırıcı Koşullar</b>	Gruplar arasında	6,226	3	2,075	2,572	0,048
	Gruplar içinde	234,005	290	0,807		
	Toplam	240,231	293			
<b>Davranışsal Niyet</b>	Gruplar arasında	7,873	3	2,624	3,767	0,011
	Gruplar içinde	206,207	296	0,697		
	Toplam	214,080	299			

Anova testinde sınanacak hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuştur;

H1b: Performans Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H2b: Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H3b: Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.

H4a: Kolaylaştırıcı koşullar, ileri yaşlarda iş güvenliği sistemlerinin kullanımını daha güçlü bir şekilde etkiler.

ANOVA testi çizelgesindeki anlamlılık değerleri (p);

P değeri 0,05'denküçük ise anlamlı bir fark vardır.

P değeri 0,05'den büyük ise anlamlı fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.16'da görüldü gibi performans beklentisi, çaba beklentisi, kolaylaştırıcı koşullar ve davranışsal niyet faktörlerinde anlamlılık değerinin 0,05 altında olması nedeniyle H1b, H2b ve H4a hipotezleri kabul edilmiştir. Beyaz eşya ve tekstil sektörü çalışanlarının bu faktörlerde İGS'lerinin kabul ve kullanımları ile ileri yaşlarda olmaları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Sosyal etki faktöründe ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu nedenle H3b hipotezi reddedilmiştir. Bu bulgular literatür tarafından da desteklenmektedir. Genç çalışanlar üzerinde, performans beklentisinin yüksek oranda etki bulunmaktadır (Venkatesh & Davis, s. 449-450). Yaş grupları arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla Post Hoc çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle Post Hoc analizi Scheffe yöntemi ile yaş grupları arasında katılımcıların İGS' yi kabul ve kullanımları bakımından farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

Çizelge 4.17. Yaş Değişkenine Göre İGS Kabul ve Kullanımı ANOVA Sonuçları

Faktörler	Yaş	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	F	Anlamlılık (p)	Post. Hoc Tukey HSD
Performans Beklentisi	25 altı	4,024	0,691	1,165	0,028	1-3 p=0,897 2-3 p=0,706
	25-35	4,175	0,667			
	35-45	4,226	0,811			
	45-55	4,513	0,858			
	55 üstü	4,616	0,745			
	Toplam	4,233	0,709			
Çaba Beklentisi	25 altı	3,040	0,799	0,968	0,008	1-3 p=0,965 2-3 p=0,988
	25-35	3,015	0,804			
	35-45	3,826	0,814			
	45-55	3,863	0,826			
	55 üstü	3,896	0,845			
	Toplam	3,830	0,856			
Sosyal Etki	25 altı	4,153	0,775	3,086	0,086	1-3 p=0,037 2-3 p=0,290
	25-35	4,160	0,725			
	35-45	4,165	0,736			
	45-55	4,183	0,775			
	55 üstü	4,183	0,775			
	Toplam	4,150	0,837			
Davranışsal Niyet	25 altı	4,080	0,838	0,610	0,022	1-3 p=0,958 2-3 p=0,937
	25-35	4,069	0,790			
	35-45	4,020	0,836			
	45-55	4,031	0,840			
	55 üstü	4,043	0,844			
	Toplam	4,065	0,819			
Kolaylaştırıcı Koşullar	25 altı	3,042	0,745	0,563	0,014	1-3 p=0,753 2-3 p=0,876
	25-35	3,065	0,842			
	35-45	3,025	0,895			
	45-55	4,056	0,975			
	55 üstü	4,089	0,945			
	Toplam	4,096	0,966			

Çizelge 4.17, katılımcıların yaş değişkenine göre İGS kabulü ve kullanımına ilişkin faktörler üzerinde yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir. Buna göre; 45-55 ve 55 yaş üstü çalışanlarda performans beklentisi, çaba beklentisi, davranışsal niyet ve kolaylaştırıcı koşullar boyutlarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sosyal etki faktöründe ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu bulgular ile birlikte ileri yaşlarda olan çalışanların performans beklentilerini arttırmak amacıyla iş güvenliği sistemleri kapsamında kullanılan uygulamaların kullanımını kolaylaştırarak davranışsal niyet konusunda önemli bir ilerleme sağlanabilecektir. Literatürdeki bazı çalışmalarda da araştırma ile benzer bulgulara ulaşılmıştır (Tosuntaş, Karadağ, & Orhan, 2015).

Çizelge 4.18. Hipotezlerin Değerlendirilmesi

Hipotez No	Hipotez	Kabul/Red
H <sup>1</sup>	Performans Beklentisi iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.	Kabul
H <sup>1a</sup>	Performans Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak erkeklerin davranışsal niyetini kadınlardan daha fazla etkiler.	Red
H <sup>1b</sup>	Performans Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.	Kabul
H <sup>2</sup>	Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımına ilişkin davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.	Kabul
H <sup>2a</sup>	Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha güçlü bir şekilde etkiler.	Kabul
H <sup>2b</sup>	Çaba Beklentisi, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.	Kabul
H <sup>3</sup>	Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımıyla ilgili olarak davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.	Kabul
H <sup>3a</sup>	Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak kadınların davranışsal niyetini erkeklere göre daha güçlü bir şekilde etkiler.	Red
H <sup>3b</sup>	Sosyal etki, iş güvenliği sistemlerinin kabulü ve kullanımı ile ilgili olarak ileri yaşlarda davranışsal niyeti daha güçlü bir şekilde etkiler.	Red
H <sup>4</sup>	Kolaylaştırıcı koşullar, iş güvenliği sistemlerinin kullanımını olumlu yönde etkiler.	Kabul

Çizelge 4.18. Hipotezlerin Değerlendirilmesi (Devam)

H <sup>4a</sup>	Kolaylaştırıcı koşullar, ileri yaşlarda iş güvenliği sistemlerinin kullanımını daha güçlü bir şekilde etkiler.	Kabul
H <sup>5</sup>	Davranışsal niyetin iş güvenliği sistemlerinin kullanımı üzerinde olumlu bir etkisi vardır.	Kabul



## 5. TARTIŞMA

İş sağlığı ve güvenliği alanın 'da risklerin belirlenerek iş kazalarının ve yaralanmaların önlenmesi süreçlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması önem arz etmektedir. Bununla beraber iş kazaları ve yaralanmaların en aza indirgenmesi için çalışanların Endüstri 4.0 bileşenleri kapsamında kullanılan bu teknolojileri benimsemeleri ve aktif olarak kullanmaları gerekmektedir. Bu çerçevede çalışmanın amacı çalışanların bu yeni teknolojileri kullanım davranışları altında yatan davranışsal niyetlerini ortaya çıkarmaktır.

Bu kapsamda araştırmada, Çerkezköy organize sanayi bölgesinde beyaz eşya ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren firma çalışanlarının, iş Sağlığı ve Güvenliği'nde kullandıkları Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanımlarını ölçmek için Venkatesh ve diğ. (2003) tarafından oluşturulan Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli kullanılmıştır. Veriler yüz yüze anket yöntemi kullanılarak toplanmıştır.

Toplamda 300 katılımcı ile gerçekleştirilen anket uygulamasının analizine yönelik sonuçlar aşağıda tartışılmıştır. Buna göre gerçekleştirilen güvenilirlik analizi sonucunda Cronbach's alfa değerinin 0,924 olduğu görülmektedir. Bu değer, ölçeğin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermektedir.

Araştırmaya katılan çalışanların demografik özelliklere göre dağılımı incelendiğinde. %60,3 (181)'ünün kadın, %39,7 (119)'sinin kadın olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre araştırmaya katılanların büyük bölümünü erkekler oluşturmaktadır. Bireylerin yaş aralığı dağılımında ise %10,7 (32)'sinin 25 yaş ve altı aralığında, %44,7 (134)'sinin 25-35 yaş aralığında, %29,7 (89)'sinin 36-45 yaş aralığında, %15 (45)'inin ise 46-55 yaş aralığında olduğu görülmüştür. Bu bulgulara göre katılımcıların daha çok 25-35 yaş aralığında olduğu söylenebilir. Katılımcıların öğrenim düzeyi dağılımı incelendiğinde %42,7 (128)'sinin lise, %15 (45)'inin Ön lisans, %35 (105)'inin Lisans, %5 (15)'inin yüksek lisans ve %2,3 (7)'ünün doktora düzeyinde olduğu görülmüştür.

Veriler katılımcıların daha çok lise düzeyinde olduğunu göstermekte olup onu lisans mezunu katılımcılar izlemektedir. Katılımcıların çalışma yılı aralıkları incelendiğinde %7 (21)'si 0-1 yıl, %18,3 (55)'ü 1-5 yıl, %38,3 (115)'ü 5-10 yıl, %29,7 (89)'si 10-20 yıl %6,7 (20)'sinin ise 20 yıl üstü çalıştığı saptanmıştır. Çalışmaya katılanların büyük çoğunluğunu 5-10 yıl arası çalışan katılımcılar ile 10-20 yıl arası çalışan katılımcıların oluşturduğu söylenebilir. Katılımcıların hangi bölümde çalıştıklarını ifade eden dağılım incelendiğinde %47,7 (143)'sinin üretim, %7,7 (23)'sinin insan kaynakları, %5,3(16)'ünün kalite kontrol, %17 (51)'sinin çevre yönetim sistemleri, %11,7 (35)'sinin bilgi teknoloji sistemleri, %10,7 (32)'sinin ise diğer bölümlerde çalıştıkları görülmüştür. Buna göre büyük bir farkla (%47,7) üretim bölümü çalışanlarının araştırmada çoğunluğu oluşturduğu söylenebilir (Bkz. çizelge 4.6).

Araştırmadan elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalar ile kıyaslandığında, Asastani ve diğerleri (2018)'nin çalışması performans beklentisinin davranışsal niyet üzerinde doğrudan etkisinin olduğunu göstermektedir.

Tosuntaş ve diğerleri (2020), nin fatih projesi kapsamında öğretmenlerin etkileşimli tahta kabul ve kullanımlarını birleştirilmiş teknoloji kabul modeli kullanarak inceledikleri çalışmalarında kolaylaştırıcı koşullar faktörünün erkek öğretmenler lehine anlamlı olarak farklılaştığını, bununla beraber öğretmenlerin etkileşimli tahta kabul ve kullanımları ile kıdemleri arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur.

Kalavani ve diğerlerinin (2018), teknoloji kabul modelini kullanarak tıp asistanları tarafından veri tabanı olarak kullanılan (EBM) veri tabanlarının kabulünü etkileyen faktörleri inceledikleri çalışmalarında ise performans beklentisi ve kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyet üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla beraber sosyal etki faktörünün davranışsal niyet üzerinde en az etkiye sahip olduğu bulgular arasındadır. İncelenen çalışmalar araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu bağlamda araştırmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Ölçek maddeleri arasında en yüksek ortalamayı “performans beklentisi” (4,18) faktörünün sağladığı görülmüştür. Boyut içerisinde ortalama bakımında en düşük ortalamaya sahip faktör ise “çaba beklentisi” (3,58) olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında örneklemin yeterli olup olmadığını test etmek amacıyla Kaiser Mayer Olkin testi uygulanmış KMO= 0,83 ile örneklemin faktör analizi için yeterli olduğu görülmüştür. Varimax döndürme yöntemi ile gerçekleştirilen faktör analizine göre; faktörlerin tamamının 1'den büyük olduğu görülmektedir. Bu bulgu ile birlikte 6 faktör ile çalışılabileceği anlaşılmaktadır.

Gerçekleştirilen regresyon analizine göre; performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve kullanım davranışı değişkenlerinin bağımlı değişken olan davranışsal niyeti %67 oranında açıkladığı görülmektedir. Bununla beraber anlamlılık değerlerine bakıldığında performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar e kullanım davranışı değişkenlerinin davranışsal niyet üzerinde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında oluşturulan H1, H2, H3, H4, H5 hipotezleri desteklenmektedir. Bu bulgu literatür ile de desteklenmektedir (Moran, Hawkes, &Gayar, 2010).

Katılımcıların yaş değişkenine göre İGS kabul ve kullanımlarına yönelik yapılan anova analizine göre; 45-55 ve 55 yaş üstü çalışanlarda performans beklentisi, çaba beklentisi, davranışsal niyet ve kolaylaştırıcı koşullar boyutlarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bununla beraber sosyal etki boyutunda anlamlı farklılık bulunamamıştır. Bu bulgular doğrultusunda H1b, H2b hipotezleri desteklenmiş olup, H3b hipotezi reddedilmiştir.

Gerçekleştirilen t-testi sonucuna göre; cinsiyet faktörünün çaba beklentisi boyutunda erkekler lehine anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu bulgu ile çaba beklentisi boyutunda kadınların İGS'lerini kullanım davranışlarına yönelik davranışsal niyetlerini erkeklerden daha fazla etkilediği saptanmış olup H2a hipotezi kabul edilmiştir. Bu bulgu Venkatesh ve diğ. (2000), tarafından gerçekleştirilen çalışmaları destekler niteliktedir. Bununla birlikte cinsiyet değişkeninin performans beklentisi, sosyal etki ve kullanım davranışının davranışsal niyet üzerindeki etkisi açısından erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu bulgu doğrultusunda H1a, H3a hipotezleri reddedilmiştir. Bu bulgu literatür tarafından desteklenmektedir. Tosuntaş ve diğ. (2020), öğretmenlerin etkileşimli tahta kabul ve kullanımlarına yönelik gerçekleştirdikleri çalışmalarında benzer sonuçlar tespit etmişlerdir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İGS kullanımını tüm sektörlerde olduğu gibi beyaz eşya ve tekstil sektöründe de her geçen gün hızla yaygınlaşmaktadır. Bu sistemlerin firmalara entegre edilmesi ile birlikte çalışanların bu yeni teknolojik düzene uyum sağlamaları gerekmektedir. Bununla beraber yaygınlaşan bu sistemin kullanım niyeti üzerinde etkili olan faktörlerin iyi anlaşılması önem arz etmektedir. Bu sisteme verilen tepkiler ne kadar doğru anlaşılır ise gerekli önlemler alınarak iş kazaları ve yaralanmalar daha erken önlenebilecektir.

Çalışma sonuçları performans beklentisinin, kullanım niyetinin en önemli belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma ile performans beklentisinin İGS kullanım niyeti üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar BTKKT modelini kullanan birçok ampirik araştırma ile tutarlılık göstermektedir (Wang ve Shih, 2009; Sapiod., 2010; Afonso vd.,2012; Tosuntaş vd., 2015; Harris vd., 2016; Nadlifatin, 2019). Bu durum beyaz eşya ve tekstil sektörü çalışanlarının İGS'lerinin faydalarını kabul ettiğini İGS'lerini kullanmanın performanslarını geliştirdiğini göstermektedir.

Sosyal etki faktörünün İGS kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın bu bulgusu da gerçekleştirilen diğer çalışmalar ile desteklenmektedir (Kırsanayotin vd., 2009; Awwad ve Al-Majali, 2014; Tosuntaş vd., 2015; Sumak ve Sorgo, 2016; Salloum ve Shaalan, 2018). Beyaz eşya ve tekstil sektöründe üst yönetimin, mühendislerin İGS'lerini aktif olarak kullanması ile birlikte çalışanların İGS kullanma eğilimi daha da artacaktır.

Çaba beklentisi faktörünün kullanım niyeti üzerinde erkek çalışanlar lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu bulgu ile çaba beklentisi boyutunda kadınların İGS'lerini kullanım davranışlarına yönelik davranışsal niyetlerini erkeklerden daha fazla etkilediği tespit edilmiştir. Venkatesh ve diğ. (2000)'nin çalışmaları bu bulguyu desteklemektedir. Beyaz eşya ve tekstil sektöründe çaba beklentisinin İGS kullanımını üzerindeki etkisinin artırılması amacıyla kadın çalışanlar için basit, kullanımı kolay, ergonomik ve daha az çaba gerektiren sistemlerin tasarlanması önerilmektedir.

Türkçe literatüre baktığımızda BTKKT modeli ile beraber İş güvenliği sistemlerinin ele alındığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu yönüyle çalışmanın öcü nitelikte olacağı ve literatürde önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Sonuç itibari ile bu araştırmada performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar faktörlerinin iş güvenliği sistemlerinin kullanımında önemli konular olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber Araştırma endüstri 4.0 kapsamında iş güvenliği sistemlerinin üretim ve tasarımını gerçekleştiren firmalar, yöneticiler, İSG profesyonelleri, işverenler ve karar vericiler için yol gösterici niteliktedir.

#### Beyaz Eşya ve Tekstil Sektörüne Yönelik Öneriler;

Çalışma sonuçları, yüksek performans beklentisi olan çalışanların İGS'lerini daha fazla kullanma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu nedenle beyaz eşya ve tekstil sektöründe insan operatörleri destekleyen iş birlikçi robot olarak bilinen cobotların bu sektörlerde kullanılmasını önerilmektedir. İş birlikçi robotlar insan- makine etkileşiminden (HMI) yeni paradigmalara sunarak hatasız ve çalışanların performans beklentisini karşılayacak şekilde çalışan özel bir endüstriyel robot türüdür. İşbirlikçi cobot teknolojisinin altında yatan temel fikir, insanları destekleyerek onlara yardım edebilecek teknolojilere sahip olabilmektir. Bu teknolojilere örnek olarak cobotların bir iş için bileşenleri kaldırması verilebilir. Bu cobotlar çalışanlar ile uyum içinde ve yüksek performans göstererek ağır ve tehlikeli işleri başarı ile yürütmekte olup, bu sayede iş kazaları ve yaralanmalara minimuma indirgenebilecektir.

Çaba beklentisinin özellikle kadın çalışanlar açısından İSG kullanımı üzerindeki etkisinin artırılması amacıyla, beyaz eşya ve tekstil sektörü gibi tekrarlayan ve sıralı işlerde iş birlikçi robotlar kullanılarak iş kazaları ve yaralanmaların önlenebileceği düşünülmektedir. Bununla beraber insanların bu iş birlikçi robotlar ile uyum içinde çalışmalarını için gerekli eğitimlerin verilerek çalışanlar tarafından kullanımı daha kolay ve çaba gerektirmeyecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca sosyal etki faktörü, üst yönetimin bu işbirlikçi robotları daha aktif olarak kullanması ile artacağı düşünülmektedir. Kolaylaştırıcı koşullar faktöründe ise; KKD, sensörler, iş birlikçi robotlar gibi teknolojilerin çalışanların ihtiyaçlarına göre ergonomik olarak teknik iyileştirmeler sağlanmalı, çalışma koşullarının iyileştirilmesi için çalışanların önerileri sunulmalı ve takip edilmelidir.

Araştırma aynı zamanda iş güvenliği sistemleri için etkiler sunmaktadır.

- Bu kapsamda bu araştırma uygulanacak bir model sunmaktadır. Bu nedenle İGS'lerinin benimsenmesi ve kullanımı için yol gösterici niteliktedir.
- Bununla birlikte iş sağlığı ve güvenliği 'nin önemi göz önüne alındığında gelecek çalışmalarda güvenlik ve risk faktörlerinin de incelenmesi iş güvenliği sistemlerinin kullanımı ve kabulünü etkileyecektir.
- Araştırmada sosyal etki faktörünün yaş üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Gelecekte bu alanda çalışacak araştırmacılar detaylı olarak inceleyerek nedenlerini somut verilerle tespit edebilirler.
- Araştırma yalnızca Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde Beyaz Eşya ve Tekstil sektöründe faaliyet gösteren firma çalışanlarının görüşleri ile sınırlıdır. Bu açıdan gelecekte bu konuda çalışacak araştırmacılar, farklı bölgelerde, farklı sektörlerde ve farklı örneklem grupları ile araştırma yaparak İGS ve benzeri sistemler arasında karşılaştırma yapabilirler.



## KAYNAKLAR

- Abbott, D.** (2014). Applied predictive analytics: Principles and techniques for the professional data analyst. Indianapolis, IN: Wiley.
- Acatech – National Academy of Science and Engineering.** (2013). Securing the future of German manufacturing industry. (2018, 02 26). 01 10, 2022 tarihinde Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf). Adresinden alındı
- Acemoğlu, D., & Restrepo, P.** (2018). Artificial Intelligence, Automation and Business. NBER Working article no. 24196.
- Adibi, S.** (2015). Mobile Health: A Technology Road Map. Springer International Publishing AG, 978-3-319-12817-7.
- Adibi, S.** (2015). Mobile Health: A Technology Road Map. Springer International Publishing AG, 978-3-319-12817-7.
- Ałım, S.** (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. Journal of Life Economics, 3(2), 19-30.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G.** (2010). The Internet of Things: A survey. Computer Networks, 54 (15), 2787-2805.
- Aybars, H.** (2019). "Sınır Bilişim Yeni Trend Olacak" Bt haber. Aralık 05, 2021 tarihinde <https://www.bthaber.com/sinir-bilisim-yeni-trend-olacak/>: <https://www.bthaber.com/sinir-bilisim-yeni-trend-olacak/> adresinden alındı
- Aynacı, İ.** (2020). Dijital İkiz ve Sağlık Uygulamaları. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3(1):70- 82.
- Baheti, R., & Gill, H.** (2011). Cyber-physical systems. The impact of control technology, 12(1), 161-166.
- Bahrin, M., Othman, M., Azli, N., & Talib, M.** (2016). "Industry 4.0: A Review on Industrial Automation And Robotics". Journal of Technology (Sciences & Engineering, 6(13), 137-143.
- Bala, H., & Venkatesh, V.** (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. Decision Sciences.
- Bandura, A.** (1996). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman.
- Banger, G.** (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Ankara: Dorlion Yayınevi.

- Baumgartner, M., Kopp, T., & Kinkel, K. S.** (2020). Industrielle Mensch-Roboter-Interaktion: KMU unterschätzt das Potenzial der Mensch-Roboter-Interaktion. *Wt Werkstattstech.* 01 22, 2022 tarihinde alındı
- Bellini, H., Chen, W., Sugiyama, M., Shin, M., Alam, S., & Takayama, D.** (2016). Virtual & Augmented Reality: Understanding the race for the next computing platform. *Profiles in*, 1-30.
- Beylik, U.** (2021). Sağlık Hizmetlerinde Endüstri 4.0 ve Yenilikçi Yaklaşımlar. U. Beylik içinde, Sağlık Hizmetlerinde Endüstri 4.0 ve Yenilikçi Yaklaşımlar (s. 29). Ankara: Gazi Kitapevi.
- Bilgi, R.** (2018). Türkiye'deki İş Sağlığı ve Güvenliğinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim. Bolu.
- Bilişim Zirvesi 21 Sonuç Bildirgesi** Erişim: 06 Nisan 2022. (2022, Nisan 06). Bilişim Zirvesi 21 Sonuç Bildirgesi. Mayıs 10, 2022 tarihinde Çeşitlenen Risklere Karşı En Doğru Güvenlik: [https://bilisimzirvesi.com.tr/documents/1338-zirve-yayin-pdf\(2\).pdf](https://bilisimzirvesi.com.tr/documents/1338-zirve-yayin-pdf(2).pdf) adresinden alındı
- Borusan Lojistik Limanda Simülasyon Merkezi ile Bir İlke İmza Attı.** 01 12, 2022 tarihinde <https://www.borusanlojistik.com/tr/haberler/borusan-lojistik-limanda-simulasyon-merkezi-ile-bir-ilke-imza-atti> adresinden alındı
- Borusan Lojistik Limanda Simülasyon Merkezi ile Bir İlke İmza Attı.** 01 12, 2022 tarihinde <https://www.borusanlojistik.com/tr/haberler/borusan-lojistik-limanda-simulasyon-merkezi-ile-bir-ilke-imza-atti> adresinden alındı
- Brusell, A., Andrikopoulos, G., & Nikolakopoulos, G.** (2016). A survey on pneumatic wall-climbing robots for inspection. 24th Mediterranean Conference on Control and Automation, MED (s. 220). MED.
- BTK.** (Erişim: 20 Nisan 2022. Toplum 5.0. Ankara: Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi.
- Caner, V.** (2021). Fiziksel Risk Etmenleri Maruziyetine Bağlı İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesinde Endüstri 4.0 Yaklaşımının Değerlendirilmesi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi*, 55-61.
- Chen, H. H., & Chen, S. C.** (2009). The empirical study of automotive telematics acceptance in Taiwan comparing three Technology Acceptance Models. *International Journal of Mobile Communications*.
- Choi, B., Hwang, S., & Lee, S.** (2017). What drives construction workers' acceptance of wearable technologies in the workplace? Indoor localization and wearable health devices for occupational safety and health. *Indoor localization and wearable health devices for occupational safety and health*, 84, 31-41.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A.** (1995). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research*.
- Çakır, B.** (2014, Mayıs). <http://bcakir.com/buyuk-veri-big-data-ve-kulalanım-alanları>. Kasım 29.11.2021, 2021 tarihinde Büyük veri (Big data) ve Kullanım Alanları: <http://bcakir.com/buyuk-veri-big-data-ve-kulalanım-alanları> adresinden alındı

- Çakır, Ö., & Tang, Y.** (2018). Türkiye'de Sağlık Çalışanlarında Tükenmişlik Sendromu: Bir Meta Analiz Çalışması. *İş, Güç, Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 39-59.
- Çakır, Ö., & Tang, Y.** (2018). Türkiye'de Sağlık Çalışanlarında Tükenmişlik Sendromu: Bir Meta Analiz Çalışması. *İş, Güç, Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 39-59.
- Çakır, Ö., & Tang, Y.** (2018). Türkiyede Sağlık Çalışanlarında Tükenmişlik Sendromu: Bir Meta Analiz Çalışması. "İŞ, GÜÇ" Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, 39-59.
- Çalhan, A., & Cicioğlu, M.** (2022). Siber Fiziksel Sistemler için Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi Modellemesi. *Remote Health Monitoring System Modeling for Cyber-Physical Systems.*, 1-4.
- Çelen, S.** (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal Of 3D Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1), 9-26.
- Davis, F. D.** (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems. *Theory and results* (Doctoral dissertation. Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R.** (1989). User Acceptance of Computer Technology. A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R.** (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35 (8), 982-1003.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R.** (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 982-1003.
- Develi, H.** (2017, Nisan). [ww.dunya.com/koseyazisi/endüstri-4.0'dan-toplum-5.0'a-a/389146](http://ww.dunya.com/koseyazisi/endüstri-4.0'dan-toplum-5.0'a-a/389146). Aralık 30, 2021 tarihinde "Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a": "Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a" adresinden alındı
- Diftler, M. A., Bridgwater, L., & Rogers, J.** (2015). 45th Int. Conf. On Environmental Systems. 45th Int. Conf. On Environmental Systems. Wiley.
- Dingfelder, H. E., & Mandell, D. S.** (2010). Bridging the Research-to-Practice Gap in Autism Intervention An Application of Diffusion of Innovation Theory. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(5), 597–609.
- Djuric, A., Urbanic, R., & Rickli, J.** (2016). A framework for collaborative robot (CoBot) integration in advanced manufacturing systems. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 9(2), 457-464.
- Dolez, P., Decaens, J., Buns, T., Lachapelle, D., Vermeersch, O., & Mlynarek, J.** (2018). *Analyse du potentiel d'application*. Montreal: Robert-Sauvé Araştırma Enstitüsü.
- Drath, R.** (2014). *Industrie 4.0- eine Einführung. Verein zur Förderung Produktionstechnischer Forschung* (s. 3-27). Stuttgart: Fraunhofer.

- Elkmann, N., Berndt, D., Leye, S., Richter, K., & Mecke, R.** (2015). Geleceğin iş sistemleri. Geleceği olan üretim ve lojistikte. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 49-149.
- Erdoğan, S., & Bodur, D. (2020). BlockChain Teknolojisi ve Günümüz Finansal Sistemine Olası Etkileri. Mali Çözüm Dergisi, 30, 281-295.
- EU-OSHA-European Agency for Safety and Health at Work.** (2018, Şubat 27). Ocak 10, 2022 tarihinde Monitoringtehnology: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/monitoring-technology-workplace/view>. Adresinden alındı
- European Commission. Public Attitudes towards Robots—Special Eurobarometer:** Erişim 22.Mayıs2022. (2012). 01 22, 2021 tarihinde [https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_382\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_382_en.pdf) adresinden alındı
- Fey, M., Scrandis, D., Daniels, A., & Haut, C.** (2014). Learning through debriefing: students' perspectives. Clinical Simulation in Nursing, 10(5), e249-e256.
- Finnish Institute of Occupational Health.** (2019, 12 19). 01 15, 2022 tarihinde Finnish Institute of Occupational Health: [https://www.ttl.fi/en/tutkimus/hankkeet?title=&key\\_projects=254](https://www.ttl.fi/en/tutkimus/hankkeet?title=&key_projects=254) adresinden alındı
- Fishbein, M., & Ajzen.** (1975). Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Addison Wesley, Reading, MA, 288.
- Fukuyama, M.** (2018, Temmuz-Ağustos). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. Japan Economic Foundation Journal Spotlight.
- Garay, J., Kiayias, A., & Leonardos, N.** (2015). The Bitcoin Backbone protocol: Analysis and Applications. 34th Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, (s. 817-836)
- Gedik, Ö.** (2019, Ekim 23). Endüstri 4.0'ın Teknoloji Kabul Modeli Çerçevesinde Sağlık Sektörüne Yansımaları: Bir Uygulama. Endüstri 4.0'ın Teknoloji Kabul Modeli Çerçevesinde Sağlık Sektörüne Yansımaları: Bir Uygulama. Ankara, Türkiye: Gazi Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı, Hastane İşletmeciliği BİLİM Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Gelen, G., & Çoban, M.** (2018). Giyilebilir teknoloji kullanılarak hibrit montaj sistemlerinde insan-robot iş birliğinin gerçekleştirilmesi. 6. Uluslararası Kontrol Mühendisliği ve Bilişim Teknolojileri Konferansı (CEIT) (s. 1-6). İstanbul: IEEE.
- Gerek, N.** (2009). İş Sağlığı ve Güvenliği. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Gómez, S. R., Becerra, V. M., Llata, J. R., Sarabia, E. G., Ferrero, C. T., & Oria, J. P.** (2017). Working Together: A Study of Safe Human-Robot Cooperation in Industrial Environments. In IEEE Access, volume 5, p. 26754-26773.
- Graetz, G., & Michaels, G.** (2015). Robots at work. 01 10, 2022 tarihinde CEPR Discussion Paper No. DP10477.: <http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1335.pdf>. Adresinden alındı

- Grahn, S., & Langbeck, B.** (2014). Benefits of collaborative robots in assembly—an evaluationscheme. In The. 6th SwedishProductionSymposium. 6th SwedishProductionSymposium.
- Grahn, S., Gopinath, V., Wang, X., & Johansen, K.** (2018). Exploring a model for productionsystem design to utilizelarge robots in human-robot collaborativeassemblycells. *Procedia. Procedia Manufacturing*, 25, 612-619.
- Greenhalgh, T., Robert, G., & Macfarlane, F. O.** (2005). Storylines of research in diffusion of innovation: a meta-narrativeapproach to systematicreview. *Social Science & Medicine*, 61(2), 417–430.
- Gülmez, Ç.** (2008). Sosyal Kognitif Teori Açısından Ahlak ve Din Eğitime Kuramsal Bir Bakış. Master'sthesis. Erzurum: Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gündüz, M. Z., & Daş, R.** (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Gürbüz, S., & Şahin, F.** (2014). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. S. Gürbüz, & F. Şahin içinde, *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri* (s. 271). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B.** (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS)* (s. 3928-3937). Hawaii: IEEE.
- Hompel, M., & Otto, B.** (2014). TechnikfürdiwandlungsfähigeLogistik. *Industrie 4.0. DeutscherMaterialfluss-Kongress* (s. 23). München: Researchgate.
- Hossein, M. R., & Forouharfar, A.** (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smartfarming in a typicalMiddleEasterncountry within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). *Technology in Society*, Volume 63.
- <https://cosb.org.tr/firmalar>** Erişim: 10 Nisan 2022. (2022, Nisan 10). <https://cosb.org.tr/firmalar/>: <https://cosb.org.tr> adresinden alındı
- <https://www.safetysure.com.au/safety-advice/augmented-reality>** Erişim: 01 Haziran 2022. (2022, Haziran 01). Mayıs 10, 2022 tarihinde Augmentedreality will transformworkplace health and safety: <https://www.safetysure.com.au/safety-advice/augmented-reality-will-transformworkplace-health-and-safety> adresinden alındı
- <https://www.techbriefs.com/component/content>** Erişim 23 Mayıs 2022. (2022, Mayıs 23). Robo-Glove Wearable Human GraspAssist Device. Robo-Glove Wearable Human GraspAssist Device: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/tv/37299> adresinden alındı
- Huang, V., Pang, Z., Chen, A., & Tsang, K. F.** (2018). New trends towards practicaldeployment of industrial wireless. From noncritical to critical use cases, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 12 (2), 50-58.
- Iberdrola.** (2020). What Is a Digital Twin? Digital twins, the keys to the Fourth Industrial Revolution. Aralık 05, 2021 tarihinde <https://www.iberdrola.com/innovation/digital-twin>. Adresinden alındı

- ILO.** (2015, Kasım 17). Aralık 26, 2021 tarihinde [tp://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-By-turkey/WCMS\\_377299/lang--tr/index.htm](http://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-By-turkey/WCMS_377299/lang--tr/index.htm)(17.11.2015): [tp://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-By-turkey/WCMS\\_377299/lang tr/index.htm](http://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-By-turkey/WCMS_377299/lang-tr/index.htm) (17.11.2015) adresinden alındı
- İntel Tabanlı Akıllı Baret (DAQRI).** 01 15, 2022 tarihinde <https://www.endustri40.com/intel-tabanlı-akıllı-baret-daqri/> adresinden alındı
- International Organization for Standardization (ISO).** (2011). 01 10, 2022 tarihinde Safety requirements for industrial robots -- Part 1: Robots. Geneva, Switzerland: ISO; 2011, (ISO 10218-1:2011): <https://www.tse.org.tr/IcerikDetay?ID=2933&ParentID=9309> adresinden alındı
- İzmir Kalkınma Ajansı, Küresel Rekabet Endeksi ve Türkiye Erişim:** 13 Nisan 2022. (2021, 01 27). Küresel Rekabet Endeksi ve Türkiye. 05 2022, 2022 tarihinde Yenilik ve Girişimcilik Politikaları Birimi: <https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2021/01/27/kuresel-rekabet-endeksi-ve-turkiye/> adresinden alındı
- Jafferson, J., & Pattanashetti, S.** (2021). Use of 3D printing in production of personal protectiveequipment (PPE)- a review. 28th International Conference on Processing and Fabrication of Advanced Materials (PFAM28) (s. 1247-1260). India: Part of specialissue.
- Jiang, H., Chen, X., Zhang, S., Zhang, X., Kong, W., & Zhang, T.** (2015). Software for wearabledevices: challenges and opportunities. 39th AnnualComputer Software and Applications Conference (s. Vol. 3, pp. 592-597). Tayvan: IEEE.
- Johannsmeier, L., &Haddadin, S.** (2016). A hierarchicalhuman-robot interaction-planningframework for taskallocation in collaborative industrial assemblyprocesses. IEEE Robotics and AutomationLetters, 2(1), 41-48.
- Kang, M., & Gill Lee, J.** (2015). Geospatial Big Data: Challenges and Opportunities. Vision on Big Data, 74-81.
- Kara, M.** (2020). BIST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan ve endüstri 4.0'ı benimsemiş firmaların finansal performanslarının araştırılması: bir gri ilişki analizi.
- Karacıgan, A. O.** (2021.). İşbirlikçi Endüstriyel Robotlarda İş Güvenliği ve Risk Analizi Yaklaşımları. T.C Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, Türkiye.
- Kijsanayotin, B., Pannarunothai, S., &Speedie, S.** (2009). Factors influencing health informationtechnologyadoption in Thailand'scommunity health centers: Applying the UTAUT model. International journal of medicalinformatics, 78(6), 404-416.
- Kılıç, D., & Alkan, P.** (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmesi. Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 29-49.

- KILKIŞ.** (İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı Sitesi. Nisan 25, 2022 tarihinde Çalışma Yaşamında Sağlık Gözetimi Rehberi: [www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/isgip/isgip\\_saglik\\_gozetimi\\_rehberi.pdf](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/isgip/isgip_saglik_gozetimi_rehberi.pdf) adresinden alındı
- Kinast, A., Doerner, K. F., & Rinderle-Ma, S.** (2021). Biased random-keygeneticalgorithm for cobot assignment in an assembly/disassemblyjobshopscheduling problem. *Procedia Computer Science*, 328-337.
- Klein, L. R.** (2003). Creating Virtual Product Experiences The Role of Telepresence. *Journal of Interactive Marketing*, 7(1), 41-55.
- Konda, S., Tiesman, H., & Reichard, A.** (2016). Fatal Traumatic Brain Injury in the Construction Industry. *AJIM*, 59:22-220.
- Kopp, T., Baumgartner, M., & Kinkel, S.** (2020). Success factors for introducing industrial human-robot interaction in practice: an empiricallydrivenframework. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-20.
- Kopp, T., Baumgartner, M., & Kinkel, S.** (2022). How LinguisticFramingAffectsFactory Workers' InitialTrust in Collaborative Robots: The Interplay Between Anthropomorphism and TechnologicalReplacement. *International Journal of Human-Computer Studies*, 158, 102730.
- Kuz, S., Heinicke, A., Schwichtenhoevel, D., & Mayer, M.** (2012). The Effect of AnthropomorphicMovements of Assembly Robots on Human Prediction. *Advances in Ergonomics in Manufacturing*, 263-271.
- Lamas, P. F., Caramés, T. M., Novoa, Ó. B., & Montesinos, M. A.** (2018). A Review on Industrial AugmentedReality Systems for the Industry 4.0 Shipyard. *IEEE Access*, 13358- 13375.
- Latre, B., Braem, B., Moerman, I., Blondia, C., & Demeester, P.** (2011). Survey on Wireless Body Area Networks. *Wireless Network*, 17 (1), 1–18.
- Leso, V., Fontana, L., & Lavicoli, I.** (2018). The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. *La Medicina del lavoro*, 110 (5), 327–338.
- Liu, W., & Sun, P.** (2019). The application of the internet of things technology in the conditionmaintenance of electricalequipmentpractice. *ShandongIndTechnol*, 15.
- Luvisotto, M., Pang, Z., & Dzung, D.** (2017). Ultra High Performance Wireless Control for Critical Applications: Challenges and Directions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 1448- 1459.
- Malhotra, N. K.** (2004). *Marketing Research An AppliedOrientation*. 4.Edition, Pearson PrenticeHall. New Jersey.

- Man, S. S., Alabdulkarim, S., Chan, A. H., & Zhang, T.** (2021). The acceptance of personal protective equipment among Hong Kong construction workers: An integration of technology acceptance model and theory of planned behavior with risk perception and safety climate. *Journal of Safety Research*, Volume 79, Pages 329-340.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A.** (2011). Cloud computing. *Decision Support Systems*, 51(1), 176-189.
- Masuda, Y., Zimmermann, A., Shepard, D. S., Schmidt, R., & Shirasaka, S.** (2021, Ocak 25-29). 2021 IEEE 25th International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW). An Adaptive Enterprise Architecture Design for a Digital Healthcare Platform: Toward Digitized Society – Industry 4.0, Society 5.0. Gold Coast, Australia: IEEE.
- MCS Factory Digitalization Endüstriyel Bil. Tek. Ltd. Şti.** 01 12, 2022 tarihinde [http://mfd.com.tr/siberfiziksel-yonetim-sistemleri\\_s\\_tr\\_331\\_.aspx](http://mfd.com.tr/siberfiziksel-yonetim-sistemleri_s_tr_331_.aspx) adresinden alındı
- Moran, M., Hawkes, M., & Gayar, O.** (2010). Tablet personal computer integration in higher education: Applying the unified theory of acceptance and use technology model to understand supporting factors. *Journal of Educational Computing Research*, 42 (1) (2010), pp. 79-101.
- Murashov, V., Hearl, F., & Howard, J.** (2016). Working safely with robot workers: Recommendations for the new workplace. *J Occup Environ Hyg*, 61-71.
- Murphy, K.** (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. K. P. Murphy içinde, *Machine Learning A Probabilistic Perspective*. London-England: Mit Press.
- National Information Council.** (2008). *A Transformed World*. US Government Printing Office [online]. 05 11, 2022 tarihinde [www.dni.gov/nic](http://www.dni.gov/nic) adresinden alındı
- Nesnelerin İnterneti Konsepti ile Akıllı Baret Teknolojisi.** Nisan 27, 2022 tarihinde *Nesnelerin İnterneti Konsepti ile Akıllı Baret Teknolojisi*: <https://www.haberler.com/ekonomi/nesnelerin-interneti-konsepti-ile-akilli-baret-10158798-haberi/> adresinden alındı.
- Nesnelerin interneti teknolojileri iş sağlığı ve güvenliğinde devrim yaratabilir!** 01 13, 2022 tarihinde <https://buraksefaalpsoy.com/2021/04/03/nesnelerin-interneti-teknolojileri-is-sagligi-ve-guvenliginde-devrim-yaratabilir-2/> adresinden alındı
- Nguyen, T., & Armitage, G.** (2008). A survey of techniques for internet traffic. *IEEE Commun. Surv. Tutor*, 10, 56–76.
- Özsoylu, A. F.** (2017). Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 21(1), 41-64.
- Pang, Z., Zhengb, L., Tianb, J., Walterc, K., S, D. E., & Chen, Q.** (2015). Design of a terminal solution for integration of in-home health care devices and services towards the Internet-of-things. *Enterprise Information Systems*, (9), 86-116.

- Pantelopoulos, A., & Bourbakis, N.** (2010). A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev.*, 40, 1-12.
- Papazoglou, I., Aneziris, O., Bellamy, L., Ale, B., & Oh, J.** (2015). Kantitatif mesleki risk modeli: tek tehlike. *Güvenilirlik Mühendisliği ve Sistem Güvenliği*, Cilt 160, s. 162-173.
- Parra, P. S., Calleros, O., & Ramirez-Serrano, A.** (2020). Human-robot collaborations systems: components and applications. *Int. Conf. Control, Dynamic Syst Robot. Canada*.
- PC Magazine.** (2016). 01 15, 2022 tarihinde Smart Clothes. Available: <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/68737/smart-clothes> adresinden alındı
- Piwek, L., A Ellis, D., Andrews, S., & Joinson, A.** (2016). The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLoS Med*, 2;13(2).
- Poór, P., Broum, T., & Basl, J.** (2019). Role of Collaborative Robots in Industry 4.0 with Target on Education in Industry Engineering. 4th International Conference on Control Robotics and Cybernetics (CRC) (s. 42-46). Tokyo, Japonya: IEEE.
- Proente Otomasyon. Akıllı Fabrika Nedir?** 01 12, 2022 tarihinde <https://proente.com/akilli-fabrika-nedir%E2%80%8B/> adresinden alındı
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S.** (2014). The smartfactory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia engineering*, 1184-1190.
- Richert, A., Müller, S., Schröder, S., & Jeschke, S.** (2017). Anthropomorphism in social robotics: Empirical results on human-robot interaction in hybrid production workplaces. *AI Soc.*, 33(3), 413-424.
- Robo-Glove: Wearable human grasp assist device.** (2021). Mayıs 01, 2022 tarihinde National Aeronautics and Space Administration: <https://technology.nasa.gov/patent/MS-C-TOPS-37> adresinden alındı
- Rogers, E.** (2003). *Yeniliklerin Yayılması*, 5. Baskı. New Mexico: Free Press.
- Rogers, E. M.** (2003). *Diffusion of Innovations* (5. Basım). New York: Free Press.
- Rogers, M., Archibald, M. E., & Morrison, D. M.** (2010). Teen Sexual Behavior: of the Theory of Applicability Reasoned Action. *Family Relations*, 64(4), 885-897.
- Roja, P., & Srihari, D.** (2018). IOT Based Smart Helmet for Air Quality Used for the Mining Industry. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 4(8) 514-521.
- Rüssmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., & Waldner, M.** (2015). Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. 1-20.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L.** (2000). -Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation. *Social Development, and Well-Being. International Journal of Design*.

- Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu.** (2020). Dünya Ekonomik Forumu- Küresel Rekabetçilik Raporu 2020. İstanbul: TÜSİAD Sabancı Üniversitesi.
- Sadagic, A., &Potkonjak, V.** (2007). The deployment and use of virtualtrainingsimulations. Whatdoes it take to serve the needs of majority of its users (s. 1-13). Orlando: Proceedings of the New Learning Technologies.
- Salvini, P., Laschi, C., &Dario, P.** (2010). Design for acceptability: improving robots' coexistence in humansociety. International journal of social robotics, 2(4), 451-460.
- Sanaz, T., Saeed, R. M., Rana, R. A., Amir, M., Mehrdad, A., Tarek, Z., &Syuhaida, I.** (2022). Investigating the Barriers to Applying the Internet-of-Things-Based Technologies to Construction Site Safety Management. Investigating the Barriers to Applying the Internet-of-Things-Based Technologies
- Schmidt, D., &Berns, K.** (2013). Climbing robots for maintenance and inspections of verticalstructures- a survey of design aspects and technologies. Scopus, 1288-1305.
- Schwab, K.** (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi. İstanbul: Optimist Kitap.
- Seyhun, S., & Kurtuldu, G.** (2020). Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli Bağlamında Mobil Alışveriş Uygulamalarının Benimsenmesini Etkileyen Faktörler. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 22 Sayı 1 (599-627).
- Shuvo, I. I., Justine, D., Dominic, L., &Dolez, P. I.** (2021). Smart TextilesTesting: A Roadmap to Standardized Test Methods for Safety and Quality-Control, Textiles for Functional Applications. IntechOpen.
- Song, X.** (2019). Application analysis of artificialintelligencetechnology in enterprisefinancialmanagement [J]. BohaiEconomic Outlook, no. 11, s. 90.
- Sreenilayam, S. P., Afkham, Y., Hughes, C., Ahad, I. U., Hopper, L., Boran, A., &Brabazon, D.** (2020). WearableDevices for Monitoring Work relatedMusculoskeletal and GaitDisorders. International Conference on Assistive and Rehabilitation Technologies (iCareTech) (s. 103-108). Gaza, Palestine: IEEE.
- Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., Williams, H., &Lye, D.** (2018). (European Agency for Safety and Health at Work) (2018). Foresight on new and emerging occupational safety and health risksassociated with digitalisation by 2025 European Risk Observatory Report. <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks>. Foresight on new and emerging occupational safety and health risksassociated with digitalisation by 2025. Adresinden alındı
- Suh, K. S., &Eun, L. Y.** (2005). The Effects of Virtual Reality on Consumer Learning: An EmpiricalInvestigation The Effects of Virtual Reality on Consumer Learning. Empirical Investigation1. Source: MIS Quarterly MIS Quarterly, 29(4), 673-697.

- Suthakar, U., Magnoni, L., Smith, D., Khan, A., & Andreeva, J.** (2016). An efficient strategy for the collection and storage of large volumes of data for computation. *Journal of Big Data*, Vol. 3 No. 1, pp. 1-17.
- Sümer, H. H.** (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku. H. H. Sümer içinde, İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku (s. 3). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Svertoka, E., Safi, S., Casandra, A. R., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., & Ometov, A.** (2021). Wearables for Industrial Work Safety: A Survey. *Pubmed*, 21(11).
- Taylor, S., & Todd, P. A.** (1995). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*.
- Terra, A., Riaz, H., Raizer, K., Hata, A., & Inam, R.** (2020). Safety vs. Efficiency: AI-Based Risk Mitigation in Collaborative Robotics. 6th International Conference on Control Automation and Robotics (ICCAR) (s. 151-160). Singapur: IEEE.
- Thames, L., & Schaefer, D.** (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. *Procedia cirp*, 52, 12-17.
- Thomas, C. N., Mavrommatis, S., Schroder, L. K., & Cole, P. A.** (2021). An overview of 3D printing and the orthopaedic application of patient-specific models in malunion surgery. *Injury*, 1-7.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M.** (1991). Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. *MIS Quarterly*.
- Topçuoğlu, H., & Özdemir, Ş.** (2003). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Davranış yaratma süreci. İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi (s. 2-3). Adana: Yayın no E/2003/317.
- Tosuntaş, Ş., Karadağ, E., & Orhan, S.** (2015). The factors affecting acceptance and use of interactive whiteboard within the scope of FATİH project: A structural equation model based on the Unified Theory of acceptance and use of technology. *Computers & Education*, 81, 169-178.
- Tucker, K.** (2015, 1 30). Better Simulation Could Save the Military Millions. *defenseone.com*: 01 12, 2022 tarihinde <https://cdn.defenseone.com/a/defenseone/interstitial.html?v=8.18.0&rf=https%3A%2F%2Fwww.defenseone.com%2Ftechnology%2F2015%2F01%2Fbetter-simulation-could-save-military-millions%2F%2F> adresinden alındı
- Tuma, Z., Tuma, J., Knoflicek, R., Blecha, P., & Bradac, F.** (2014). The Process Simulation Using By Virtual Reality. 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013, (s. 69, 1015-1020).
- Tutar, H., Terzi, D., & Tınmaz, G.** (2018). Türkiye'nin "Vizyon 2023" Stratejisi ile Almanya'nın "2025" Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibariyle. *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries*, 2 (3), 195-212.
- Venkatesh, W., & Davis, F. D.** (2000). Theoretical Acceptance Extension Model: Field Four Studies of the Technology Longitudinal. *Management Science*.

- Wang, L., Törngren, M., & Onori, M.** (2015). Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 517-527.
- Wani, T. A., & Ali, S. W.** (2015). Innovation diffusion theory. *Journal of general management research*, 3(2), 101-118.
- Wassom, B. D.** (2015). Augmented Reality Law, Privacy, and Ethics. B. D. Wassom içinde, *Augmented Reality Law, Privacy, and Ethics* (s. 333-338).
- Wu, J., Pan, C., Wimer, B., & Rosen, C.** (2017). Finite Element Simulations of the Head-Brain responses to the Top Impacts of a Construction Helmet: Effects of the Neck and Body Mass. *J of Engineering in Medicine*, 231(1) 58-68.
- www.endüstri 4.0.com/** Erişim 26 Mayıs 2022. (2016, Mayıs 15). Nisan 27, 2022 tarihinde intel Tabanlı Akıllı Baret Daqri: <https://www.endustri40.com/intel-tabanli-akilli-baret-daqri/> adresinden alındı
- www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles** Erişim 18 Mayıs 2022. (2022, Mayıs 18). Industry 4.0 Design Principles. Mayıs 03, 2022 tarihinde As the fourth industrial revolution, industry 4.0 is a trend that is changing the way we live and work: <https://www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles#:~:text=These%20design%20principles%20are%20%2D%20i nteroperability,service%20orientation%3B%20and%20modularity1.> Adresinden alındı
- www.universal-robots.com/tr.** Erişim 14 Mayıs 2022. (2022, Mayıs 14). [www.universal-robots.com/tr](https://www.universal-robots.com/tr). Nisan 28, 2022 tarihinde Riskli İşleri Cobotlar, Yaratıcılık Gerektiren İşleri İnsanlar Üstleniyor: <https://www.universal-robots.com/tr/ur-hakkinda/news-centre/universal-robots-cobot-lari-is-sagligi-ve-guvenligini-ust-duzeye-tasiyor/> adresinden alındı
- Yeap, T. P., Rejendran, S. D., & Wahab, S. N.** (2020). Design of a Smart Safety Vest Incorporated With Metal Detector Kits for Enhanced Personal Protection. *Safety and Health at Work*, Volume 11, Issue 4 Pages 537-542.
- Yeni İş Yeri Riskleri ve Yapay Zekânın İş Sağlığı ve Güvenliğinde Kullanımı.** (2021). A. Güllü, & S. Yalçinkaya içinde, *Mühendislik ve Multidisipliner Yaklaşımlar* (s. 369-402). İstanbul: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.
- Yıldırım, T.** (2020). Siber Fiziksel Sistemler: Bilgi Toplumundan Süper Akıllı Topluma Doğru. *Uluslararası Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Konferansı (ELECO)*, (s. 266-269). Bursa.
- Zack, J.** (2016). Trends in construction technology: the potential impact on project management and construction claims. 01 10, 2022 tarihinde A Research Perspective, *The Navigant Construction Forum™* (2016): <https://www.navigant.com/insights/construction/2016/trends-in-construction-technology> adresinden alındı
- Zhang, Q.** (2019). Application of Artificial Intelligence in Financial Decision Support System [J]. *National Circulation Economy*, 66-67.

**Zhou, J., Cao, Z., Dong, X., & Lin, X.** (2015). Security and privacy in cloud-assisted wireless: Challenges, solutions, and future directions. *Wireless Communications, IEEE*, (22), 13



