

DİJİTAL İSG:

YAPAY ZEKÂNIN UZMANLAR
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

SERKAN BAL
ABDULLAH TUNÇ

EĞİTİM
yayinevi

DİJİTAL İSG: YAPAY ZEKÂNIN UZMANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serkan Bal, Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Tunç

Yayınevi Grubu Genel Başkanı: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

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

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Tasarım Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 76780

E-ISBN: 978-625-385-519-2

1. Baskı, Aralık 2025

Kütüphane Kimlik Kartı

DİJİTAL İSG: YAPAY ZEKÂNIN UZMANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Serkan Bal, Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Tunç

VI+98 s., 135x215 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-385-519-2

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

EĞİTİM

yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah.

Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok,

No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye

+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42

bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.

P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America

americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah.

10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye

sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye

+90 332 499 90 00

bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr

bilgi@kitapmatik.com.tr

EĞİTİM YAYINEVİ
GRUBU

EĞİTİM
yayınevi

SALON
yayıncılık

Kitapmatik
İzmir

kitapmatik
İstanbul

EĞİTİM
kitabevi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	V
------------	---

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI	1
İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi	3
Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi	5
Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Metaforu	7
Yapay Zekânın Tarihçesi	8
Yapay Zekâ Teknikleri	10
Uzman sistemler.....	10
Genetik algoritmalar	11
Bulanık mantık.....	12
Makine öğrenmesi	13
Yapay sinir ağları	13
Yapay Zekâ Yetenekleri	14
Yapay Zekânın Kullanıldığı Teknolojiler	15
Artırılmış gerçeklik	15
Büyük veri.....	17
Nesnelerin interneti	19
Otonom robotlar ve yapay zekâ	21
Sanal gerçeklik	22
Sanal gerçekliğin avantajları	24
İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yapay Zekâ Uygulamaları.....	25
İş Yeri Güvenliği ve Yapay Zekâ Destekli Kişisel Koruyucu Donanım	27
Akıllı Botlar ve İş Güvenliğinde Yapay Zekâ Destekli Çözümler.....	28
AI destekli dış iskeletler	29
Yapay Zekâ Tabanlı Robotlar ile İş Yeri Güvenliği	31
Mevcut Yapay Zekâ Robot Tasarımları ve Uygulamaları	32
İş Yeri Güvenliği İçin Yapay Zekâ Destekli Bilgisayarlı Görüş ve Gözetim Araçları	33
Çalışan Eğitimi İçin Yapay Zekâ Destekli Sanal Gerçeklik (VR).....	35
VR Destekli Eğitimin Avantajları	36
Kas-iskelet Sistemi Ergonomi ve Yapay Zekâ	36

Yapay Zekâ ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesi	37
İşyerinde Şiddet İzleme	38
ALAN YAZIN ARAŞTIRMALARI	38
MATERYAL VE YÖNTEM	41
Araştırmanın Modeli	41
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	42
Veri Toplama Aracı.....	42
Verilerin Toplanması	42
Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA)	43
Döndürme (Rotation) Yöntemleri.....	45
Spearman Korelasyon Analizi.....	46
Mann–Whitney U ve Kruskal–Wallis Testleri Analizleri	47
Regresyon Analizi	47
Etik İlkeler	48
BULGULAR VE TARTIŞMA	48
Betimsel İstatistik Değerlendirmeleri	48
Faktör ve Güvenirlik Analizi Değerlendirmesi	51
Güvenirlik Analizi (Cronbach's Alpha).....	53
Korelasyon Analizi (Spearman)	54
Grup Farklılıkları (Mann–Whitney ve Kruskal–Wallis)	57
Cinsiyete Göre Faktör Puanlarının Karşılaştırılması (Mann–Whitney U Testi)	62
Demografik Değişkenlere Göre Anket Soruların Karşılaştırması....	65
Regresyon Analizi	77
TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	78
Tartışma.....	78
KAYNAKLAR	87

ÖNSÖZ

Teknolojinin sınırlarının her geçen gün yeniden çizildiği bir çağda, iş sağlığı ve güvenliği disiplininin de klasik uygulamaların ötesine geçerek dönüşmesi kaçınılmaz bir gereklilik hâline gelmiştir. Bugün artık sahada karşılaştığımız risklerin niteliği, iş süreçlerinin karmaşıklığı ve çalışma hayatının dinamizmi; insan odaklı yaklaşımların güçlü bir yapay zekâ desteğiyle birleşmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu kitap; iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin yapay zekâ uygulamalarına yönelik bilgi düzeylerini, algılarını, tutumlarını ve beklentilerini anlamayı amaçlayan kapsamlı bir araştırmanın ürünü olarak hazırlanmıştır. Sahada karşılığı bulunan, gerçek deneyimlerden ve uzman görüşlerinden beslenen veriler; dijitalleşen iş dünyasının İSG alanında nasıl bir dönüşüm yarattığını ve bu dönüşümün uzmanlara nasıl yansıdığını ortaya koymaktadır. Özellikle risk değerlendirme süreçlerinde, proaktif yaklaşımın güçlendirilmesinde ve güvenlik kültürünün yaygınlaştırılmasında yapay zekânın potansiyel rolü; katılımcıların cevapları ışığında bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır.

Bu çalışma, İSG alanının geleceğine ışık tutarken yapay zekâ uygulamalarının sahada etkili olabilmesi için uzmanların hazır oluşluk düzeyi, kaygıları, beklentileri ve eğitim ihtiyaçlarının önemini ortaya koymaktadır. İş güvenliği uzmanlarının dijital dönüşüme yönelik bakış açıları, geleceğin güvenlik stratejilerinin temel belirleyicileri arasında yer almaktadır.

Bu kitabın hazırlanmasında katkı sunan, değerli görüşleriyle çalışmanın anlamlı bir yapıya kavuşmasına vesile olan tüm İş

Güvenliği Uzmanlarına teşekkür ederim. Sahadaki tecrübenin veriye dönüşmesiyle oluşan bu çalışma, umuyorum ki hem meslektaşlarıma hem de sahadaki uygulayıcılara yeni bir perspektif kazandıracak; yapay zekâ ile güvenliğin kesişim noktasında ortaya çıkan potansiyelin daha görünür olmasına katkı sağlayacaktır.

Geleceğın çalışma hayatında güvenlik, yalnızca önleyici tedbirlerle değil; akıllı sistemlerle desteklenen bütüncül bir yaklaşımla mümkün olacaktır. Bu kitap, bu bütüncül dönüşüme atılan adımlardan sadece biridir; ancak doğru bir başlangıç olmayı hedeflemektedir.

Abdullah Tunç
2025

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI

Uluslararası Çalışma Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü iş sağlığı kavramını, kişinin sadece fiziki olarak değil, aynı zamanda sosyal ve ruhsal açıdan tam bir iyilik halinde olması ve çalışanların en uygun sağlık koşullarında olmalarının sağlanmasıyla, bu durumun devamlılığını sağlama faaliyetleri olarak dile getirmektedir. Başka bir deyişle ile iş sağlığı, çalışanların çalışma yaptıkları ortam içerisindeki olumsuz koşullardan ve durumlardan arındırılmaları, işi yapan ile yapılan iş arasındaki uyumun sağlanmasının hedeflendiği bir tıp bilimidir (Yiğit, 2013).

Güvenlik kavramı emniyet halinde bulunmayı belirtirken, iş sağlığı ve güvenliği için güvenlik kavramının tanımı, kabul edilemeyecek tehlike ve doğurabileceği risklerden ve zararlardan uzak kalmayı ifade eder. Bir telafisinin olmadığı riskler ve tehlikelerden kaçınma iş sağlığı ve güvenliğinin temelini oluşturmaktadır. Geri döndürülemez riskler ve zararlar, çalışanlarda iş kazalarına ve meslek hastalıklarına yol açabilmektedir (Öner, 2014).

Kaza kavramı, beklenmedik ani bir şekilde ortaya çıkan maddi ve manevi olumsuz sonuçlar ortaya çıkaran olaylar olarak tanımlamaktadır. Kazaların ortaya çıkışında bazı karmaşık örüntüler etkili olmaktadır, iş kazaları çalışanların hayatlarını yitirmesine, vücut bütünlüklerinin zarar görmesine, kalıcı ruhsal ve bedensel problemlere sebebiyet vermektedir. İş kazalarının büyük bir kısmı yapılan işin niteliğine veya ihmal kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır (6331, 2012; Arıtan ve Ataman, 2017). İş kazası ile ilgili tanımların geneline

bakıldığında; hatalı bir davranışa ya da teknik bir sıkıntıya bağlı olarak ortaya çıkan beklenmedik durum olarak tarif edildiği görülmektedir. İş kazasının birçok tanımlaması yapılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü, iş kazasını daha önceden planlanmadan, kişisel yaralanmaların yanı sıra makinelerin, araç ve gereçlerin de zarar görmesi, yapılan imalatın bir süreliğine durdurulmasına sebep olan olaylar olarak tanımlamaktadır. ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) tanımlamasına göre ise ölümcül mesleki yaralanma veya ölümcül olmayan mesleki yaralanma sonucu doğuran işten kaynaklanan veya iş sırasında ortaya çıkan bir olay olarak tanımlanır (Bozkurt,2024). Ülkemizdeki 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre yapılan iş kazasının tanımı ise işyerinde veya işin gerçekleştirilmesi sırasında olan, ölüm ya da vücut bütünlüğüne ruhen veya bedenlen zarar veren olaylar olarak tanımlanmıştır (Bozkurt, 2024).

İş kazalarının ortaya çıkmasında birçok sebebin etkili olduğu bilinmektedir. İş kazalarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayan bu sebepler “risk faktörleri” olarak açıklanmaktadır risk faktörleri genel olarak, çevre koşullarına, çalışanların bilgi dikkat veya davranış eksikliğine veya organizasyon bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Risk faktörleri arasında ön plana çıkan risk faktörü çevresel koşullara dayalı olarak oluştuğu belirtilmektedir. Risk faktörleri içinde ikinci sırada ise çalışan davranışlarının geldiği görülmektedir. Psiko-sosyal bakımdan çalışanların yeterince desteklenmemesi de iş kazaları açısından risk faktörü olarak gösterilmektedir (Kocatepe ve Parlak, 2021).

Kazalara neden olan faktörler temel olarak 4 başlık altında toplanabilir (Bozkurt, 2024):

1. İnsan: Hatalara sebebiyet veren insan faktörü
2. Makine: Korumasız olarak kullanılan ekipmanlar, makineler, tesis gibi fiziksel faktörler
3. Medya-Çevre: Bilgi, çalışma yöntemleri ve çevresel faktörler
4. Yönetim: idari faktörler

Meslek hastalığı, çalışanın işini yaptığı ortamda ve yine işinin niteliği gereği yaptığı tekrarlar nedeniyle oluşan hastalığı ve çalışanda ortaya çıkardığı maddi manevi hasar olarak tanımlamaktadır. Kısacası meslek hastalığından söz edebilmek için yapılan iş ve hastalık arasında nedensellik ilişkisinin bulunması gerekmektedir. Bu ilişkinin tespitinde ise “tekrarlanma” önemli bir yer tutmaktadır, tekrarlanma olmaksızın anlık sebeplerle gelişen hastalıklar meslek hastalığı kapsamında değerlendirmemektedir (Yaşar, 2015; Yaman ve Coşkun, 2020).

İş ortamlarının içinde barındırdığı tehlikeler çalışanlarda zaman içinde iş hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)’nün iş hastalığı tanımı oldukça geniş olup, bilinen ve sık sık karşılaşılan meslek hastalıkları dışında işin özelliğine ve işyerinin koşullarına bağlı olarak gelişen hastalıkların tümünü içine almaktadır. Bu noktada ortaya çıkan hastalık ve yapılan meslek arasında illiyet bağına bakılmaktadır. Meslek hastalıkları, etkilenen organa bağlı olarak ortaya çıkan, solunum, sindirim, kas iskelet sistemi hastalıkları veya çoklu organ hasarı gibi hastalıklara sebebiyet verirken, neden olan unsurlara bağlı olarak ise kimyasalların, biyolojik ya da fizyolojik unsurların ve tozların neden olduğu hastalıklar ortaya çıkmaktadır (ÇSGB ve İSGGM, 2011; Keçeci, 2019).

İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

İSG ile ilgili ilk düzenli ve bilimsel çalışmalar sanayi devrimine dayanmaktadır. Ama insanoğlu sanayi devriminden önce de krallar, hükümdarlar, derebeyleri, kabile şefleri gibi insanların emri altında çalışma yürütmüşlerdir. İş sağlığı ve iş güvenliği kavramlarıyla ilgili bilinen ilk yazılı kaynaklar Antik Yunanlı düşünür Heredot’a kadar dayandırılmaktadır. Ünlü bir tarihçi ve filozof olan Heredot, yaptığı çalışmalarda işçilerin veriminin yükselmesi için çalışanların yüksek enerji içeren besinler tüketmesi gerektiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, tıbbın babası olarak kabul gören ünlü hekim

Hipokrat yaptığı çalışmalarda çalışanların yaptıkları işlerden zarar görebileceklerine değerlendirmeler de bulunup kurşun maddesinin zehirleyici etkilerinden bahsetmiştir (Yiğit, 2011; Gerek, 2008). Nicander, Hipokrat'ın çalışmalarını devam ettirip işçilerin yalnızca sağlık ve güvenlik sorunlarının tanımlanmasının yanı sıra, aynı süreçte zararlı etkilerden sakınmaya yönelik önlemlerin alınması gerektiğini belirtmiştir. Plini ise çalışmalarında; çalışma ortamları içerisinde bulunan tehlikeli tozlara karşı işçilerin için başlarına torba geçirmeleri gerekliliğini belirtmiştir (Yiğit, 2011; Gerek, 2008).

Avrupa'da yaşanan aydınlanma ile iş sağlığı ve güvenliği alanında da hızlı bir gelişim görülmüştür. Alman/İsviçreli hekim Paracelsus ilk iş hekimliği kitabı olarak sayılan “De Morbis Metallicis”i (Metalik malzemelerin hastalıkları) yazmıştır. Alman mineroloji bilgini Agricola ise “De Re Metallica” (Metaller Üzerine) adlı kitabında maden ocaklarında meydana gelen tozları engellemek amacıyla çalışılan ortamın havalandırılması gerektiğini ifade etmiştir ve İSG yöntemleri konusunda tavsiyelerde sunmuştur. Bu kitapta iş ile sağlık arasında var olan ilişki açık olarak ifade edinmiştir, ayrıca sorunların tespiti ve korunma yöntemlerini de önermiş olması iş sağlığı ve güvenliği yönünden önem arz etmektedir (Çiçek ve Öcal, 2016).

Dr. Bernardino Ramazzini 1713 yılında yazdığı meslek hastalıkları kitabı (De Morbis Artificum Diatriba), iş sağlığı kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ramazzini kitabında sağlıkla ilgili riskler kapsamında, tozlu olan ortamlar, kimyasal maddeler, şiddetli ve tekrarlı ağır hareketler, yanlış duruş ve pozisyonlar, ağır metaller ve diğer yıkıcı ortam etkenleri bahsedilmiştir ve işyerlerinde alınması gerekli önlemler belirtilmiştir (Gerek, 2008).

Sanayi Devriminde sonra toplumda çalışma sistemlerinde değişiklikler görünüp, üretimlerde artmış saptanmıştır, tüm bu değişimler sonrasında fabrikalarda oluşan kötü çalışma koşullarını düzenlemek için devletler tarafından çeşitli

düzenlemelere gidilmiştir. Sanayi Devriminin başlangıç noktası olan İngiltere’de iş sağlığı ve güvenliğine yönelik olarak çalışmalar başlamıştır. İngiltere’den sonra peşi sıra Avrupa ülkelerinde iş sağlığı ve güvenliğiyle alakalı düzenlemelere gidilmiştir. 1839 yılında Almanya’da, 1840 yılında İsviçre’de, 1841 yılında Fransa ve 1877 yılında ise ABD’de iş sağlığı ve güvenliğiyle alakalı yasaların yürürlüğe girdiği görülmektedir. 1919 yılına gelindiğinde ise Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) devamında 1948 yılında da Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kurulmuştur (Bozoğlu, 2021).

Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

Avrupa’da gerçekleşen Sanayi Devrimi’ne dair şartların Osmanlı İmparatorluğu içerisinde gelişmemesi nedeniyle ve Anadolu’da sanayiye bağlı koşulların sonraki zamanlarda ortaya çıkmasına bağlı olarak iş sağlığı ve iş güvenliği alanında gerçekleşen düzenlemeler Türkiye içerisine daha sonraki süreçlerde ulaşmıştır. Yine de bu durumlara rağmen; Cumhuriyet Dönemi’nin öncesi, Tanzimat süreci içerisinde iş sağlığı ve güvenliğiyle alakalı düzenlemeler görebilmek mümkündür (Çiçek ve Öcal, 2016).

Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliğine yönelik uygulamaların Osmanlı Devleti’nden itibaren var olduğu bilinmektedir. Osmanlı’da bu alandaki ilk yasal düzenleme 1865 tarihli “Dilaver Paşa Nizamnamesi” işçilerin haklarını korumak hedefiyle işçi lehine yapılan bir düzenleme olarak ortaya çıkmaktadır. Dilaver Paşa Nizamnamesi, önceden alınan önlemlerle iş kazalarının engellemesi hedefiyle hazırlanmıştır (Horozoğlu, 2017).

Dilaver Paşa nizamnamesi, Ereğli Kömür Havzası’nda uygulanmıştır yaklaşık 100 yakın maddesi bulunan Nizamnamede, genel olarak belli başlı dikkat çekici maddeler olarak günlük çalışma süresini 10 saat olarak belirlenmesi, çalışanlara çalışma sürelerinin dışında dinlenme süreleri

verilmesi, işçilere kalacak yerlerin sağlanması, çalışan maaşlarının öncelikli olarak ödenmesi ve işe hazır beklemeyen işçilere çalıştırılmasalar dahi ücret ödenmesi gibi başlıkları düzenlemiştir. Yine Nizamname içerisinde, işçilerin önemsiz olarak görülebilecek hastalıklarının madenlerde bulunan hekimler tarafından tedavi edilmesi, ağır hastalıklar vb. durumlar ortaya çıktığında ise; çalışanların evlerine gönderilmesi gerektiğini de düzenlemiştir. Hastalık kavramı, iş sözleşmesinin sona ermesinin sebebi olarak belirtilirken, öte yandan iş kazalarına pek fazla değinilmemiştir bu tarz durumlar karşısında ne tarz önlemler alınması gerektiği belirlenmemiştir. Dolayısıyla, Nizamnamesi içerisinde, denetim düzeneği ortaya konulmadığı için, işçiler açısından olumlu görülebilecek birtakım düzenlemeler de gerektiği şekilde uygulanamamıştır (Makal, 1997; Arıcı, 1999; Tokol, 2005).

1869 tarihinde yürürlüğe giren Maadin Nizamnamesi ise, iş sağlığı ve güvenliğiyle alakalı kurallara daha geniş yer verilmiş ve kendinden önceki Dilaver Paşa Nizamnamesinin eksikleri önlemeye çalışılmıştır. Maadin Nizamnamesinin yürürlüğe girmesiyle özellikle madenlerde angarya çalıştırma sistemi tümüyle ortadan kaldırılmış, yine madenler içerisinde bulunan mühendislere kazaların önlenmesi için gerekli önlemleri alma ve bu hedefe yönelik olarak lüzum duyulan malzemeleri idareden isteme hakkı sağlanmıştır, kazaların idareye bildirilmesi, madenlerde hekim ve eczane bulundurulması, iş kazasına yaşayan çalışanlara ve ailelerine işverenler tarafından tazminat ödenmesi, iş kazalarında kusuru bulunan işverenlerin para ile cezalandırılması önemli düzenlemeler getirilmiştir. (Makal, 1997; Arıcı, 1999; Gerek, 2008).

Türkiye’de sanayileşmeye dair önemli adımların, Cumhuriyet döneminde başlamış olmasıyla da ilişkili olarak iş sağlığı ve iş güvenliğine dair düzenlemelerin özellikle bu dönemde yoğunlaştığı ifade edilebilir. 1930 tarihli ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu’yla beraber iş yaşamı

içerisinde yer alan kadın ve çocukların korunması, en az 50 işçi çalıştıran işyerleri içerisinde hekim bulundurma zorunluluğu, belirli büyüklükteki sahip işyerlerinde revir ya da hastane kurulması yükümlülüğüne yönelik hükümler bulunmaktadır (Arıcı, 1999; Gerek, 2008).

1936 tarihli ve 3008 sayılı İş Kanunu, Türkiye’de çalışma hayatını düzenlemek amacıyla meydana getirilen ilk iş kanunu olarak, iş sağlığı ve iş güvenliği alanında da düzenlemelerde bulunmuştur ve kanunun uygulanması için çok sayıda tüzük meydana getirilmiştir. 1945 tarihli Çalışma Bakanlığı kurulmuş, 3008 sayılı İş Kanunu’nun yerine 1971 tarihli ve 1475 yeni bir İş Kanunu yürürlüğe girmiş ve bu kanun iş sağlığı ve iş güvenliği yönünden çıkarılan tüzük ve yönetmeliklerle beslenerek önceki iş kanununa oranla çağdaş ve geniş anlamda ayrıntılı düzenlemeler getirmiştir (Çiçek ve Öcal, 2016).

Avrupa Birliği’ne uyum sürecinin de etkileriyle 2003 tarihinde 4857 sayılı İş Kanunu kabul edilmiştir. 4857 sayılı İş Kanunu’na dayalı olarak iş sağlığı ve iş güvenliği alanında pek çok yönetmelik çıkarılmıştır ilerleyen yıllar içerisinde düzenlemeler yapıp Son olarak; 20.06.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kabul edilmiş ve kanunun yayınlaniştir (Çiçek ve Öcal, 2016).

Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Metaforu

Yapay zekâ tanımı ilk defa 1955 yılında Dartmouth Konferansı’nda dile getirilmiştir ve o tarihten itibaren tanımı üzerinde çalışılmaktadır. Konferansta yapay zekâ kavramını ilk defa dile getiren Prof. John McCarthy, yapay zekânın insanlar gibi düşünebilen, kararlar alan ve bu bağlamda insanların odaklandığı işleri yapabilen, sorunları halledebilen makineler olarak dile getirmiştir. Fakat günümüz dünyasında yapay zekâ kavramı, sadece bu kavramla sınırlı kalmayıp, daha geniş ve farklı noktalardan ele alınmaktadır (Elmas, 2018).

Yapay zekânın tanımıyla alakalı farklı kavramların kullanılmasının sebebi, bu kavramın mühendislik, psikoloji,

sosyoloji, tıbbi bilimler gibi çok farklı alanda kullanılması ve uygulanmasıdır. Bu sebeple, yapay zekâ kavramı, değişik perspektiflerden ele alındığında, farklı anlamlar doğurabilmektedir. Bu durum, birbirinden farklı alanlarda çalışan insanların, çalıştıkları alana göre çeşitli tanımlar yapmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle yapılan tanımların içeriğine bakıldığında yer yer felsefi bir yaklaşım bazen de daha teknik bir dil ön plana çıkmaktadır (Doğan, 2002; Kurtboğan, 2023).

Yapay zekânın kullanılan en geniş tanımlarından biri, insanların ‘zihin ve zekâ’ olarak nitelendirdiği faaliyetlerin bir makine aracılığıyla düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Kısaca özetlemek gerekirse yapay zekâ; ‘bir bilgisayarın veya bilgisayar kontrolündeki bir robotun öğrenme ve sorun çözme gibi, insana ait bilişsel faaliyetleri yerine getirebilme kabiliyetidir. Yapılan tanıma göre, bir bilgisayar ya da bir sistem dışarıdan aldığı verileri doğru bir biçimde toplayıp yorumlar, analiz eder ve bu süreç sonucunda öğrenme becerisi ve yeteneği kazanır ve devamında kazandığı bu öğrenim ve becerileri insan tarafından belirlenen hedeflere ve görevlere uygun şekilde yerine getirir (Dereli, 2020).

Yapay Zekânın Tarihçesi

Yapay zekâ tanımının ortaya çıkışı ve ilerleyen süreci periyotlara ayrılabilir. İnsanlığın yapay zekâ ve teknolojiye geldiği noktayı gösteren dönemlere değinmek faydalı olacaktır.

Tarih öncesi dönemlerde insanlar, insan beyni gibi işlev görebilen zekâlar üretme konusunda güçlük yaşamaktaydı. İngiliz Leibniz, daha 25 yaşındayken temel dört aritmetik işlem yapabilen bir makine tasarlayarak tarihte yapay zekâ için ilk adımı atmıştır. Leibniz’in geliştirdiği makine tasarımı, yapay zekâ alanında öncü rol oynamaktadır. Çeşitli girişimler olsa bile, yapay zekâ için en önemli aşamalardan biri 1884’te Charles Babbage’in bazı zeki davranışlara benzer özellikler gösterebilecek makineler üzerinde çalışmalar yürütmesi olarak

değerlendirilir (Say, 2018). 1956 yılında yapılan Dartmouth Konferansı, yapay zekâ için kritik bir aşama olmuştur. Haftalarca devam eden konferans, yapay zekâ adına ilk gerçek girişimlerin gerçekleştirildiği ve o tarihe kadar hayali bir amaç olarak görülen yapay zekânın gerçekten ortaya çıkabileceği bilim dünyasının ilgisini çekmiştir (Armağan, 2019). Alan Turing, 1950 senesinde “Turing Testi” ile insanın makineden nasıl ayrılabilirliğini belirtti. Yapay zekâ çalışmaları ise 1956 yılında “Yapay Zekâ Yaz Araştırma Projesi” ile Dartmouth Koleji’nde başladı. Bu çalışma aracılığıyla tüm veriler sistemleştirildi ve Newell ve Simon, simgesel mantıkta teorem ispatlamaya yarayan “Mantık Kuramcısı” adlı programlarını tanıttılar. Bu çalışma, problemlerin zekâ üzerinden çözülebilmesi için çeşitli gelişmelere yol açtı (Eğilmez, 2015).

1965-1970 yılları içerisinde gerçekleşen “Karanlık Dönem”de, geçmiş dönemde gerçekleşen pozitif ilerlemeler bilim insanlarını yanıltarak akıllı bilgisayarların yapımının kolay olduğu fikriyle hareket etmelerine sebep olmuştur. Bu yanlış kanı sonucunda, bilgisayar uzmanları yalnızca verileri aktararak akıllı bilgisayarların üretilebileceğini düşünmüşlerdir. Fakat beklentilerin tersine, faydasız sonuçlar elde edilmiş ve bir durgunluk dönemi geçirilmiştir (Karataş, 2021).

1970-1975 yılları içerisinde yaşanan Rönesans Dönemi, yapay zekâ sistemlerinin tekrardan gözde duruma gelmesine sebep olmuştur. Bu süreçte, yapay zekânın yalnızca bilgisayar teknolojilerinde değil, farklı bilim dallarında da uygulanabileceği gözlemlenmiştir. Bu yeni döneme Rönesans döneminden ilham alınarak “yapay zekâ rönesansı” olarak ifade edilmiştir. Bu süreçte farklı birçok alanda, tıp, otomotiv, dil bilimi, ekonomi gibi yapay zekânın kullanımı da ilk defa gündeme getirilmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018; Armağan, 2019).

Bu dönemde, yapay zekâ uzmanları daha öncesinde ulaşılan deneyimleri dikkate alarak, farklı bilim dallarından da faydalanarak yapay zekâ yöntemleri geliştirmek ve iyileştirmek için çalışmışlardır. Daha çok dil ve psikoloji gibi

çeşitli alanlardan ulaşılan bilgiler yapay zekânın ilerlemesinde önemli bir belirleyici olmuştur (Karataş, 2021). Girişimcilik dönemiyle birlikte, yapay zekâ neredeyse insanların hayatlarının kaçınılmaz bir parçası haline gelmiştir. İlk teorileri Dartmouth Konferansı'nda ortaya atılan ve rönesans dönemindeki ilk gelişmelerin üzerine inşa edilen yapay zekâ sistemleri, girişimcilik döneminde diğer bilim dallarından da yararlanılarak geliştirilmiş ve iyileştirilmiştir. Bu sayede yapay zekâ, hayatın hemen her alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Tekin, 2006; Lewis, 2014).

Yapay Zekâ Teknikleri

Uzman sistemler

Bilgisayarların ve makinelerin insanlar gibi düşünmesini ve hareket etmesini amaçlayan yapay zekâ (YZ) çalışmaları içerisinde yer alan uzman sistemler (US) (Agarwal ve Goel, 2014); belirli bir alanda deneyim kazanmış uzman kişilerin düşünme biçimini ve karar verme sürecini model olarak problemlere çözüm üretmeyi hedefleyen sistemler olarak ifade edilmektedir (Gupta ve Nagpal, 2020).

Uzman sistemlerde, bilgiler depolanır ve bir problemle karşılaşıldığında bu bilgiler üzerinden çıkarımlar yapılarak çözümler üretilir. Böylece, bilgisayarların hız ve kesinlik avantajı insan zekâsının muhakeme yeteneğiyle birleştirilmiş olur. Uzman sistemler şu temel bileşenlerden oluşur (Atalay ve Çelik, 2017):

1. Bilgi tabanı (kural tabanı)
2. Veri tabanı
3. Çalışan bellek (yardımcı yorumlama modülü)
4. Çıkarım motoru (karar verme mekanizması, mantıksal çıkarım modülü)
5. Kullanıcı arayüzü.

Bilgi tabanı, bilgilerin saklandığı ve bu bilgilerden yeni bilgilerin türetilmesine imkan sağlayan birimdir ve sistemin

temel yapı taşıdır. Veri tabanı ise bilgi tabanı ile sürekli etkileşim halinde olmalıdır (Nabiyev, 2012). Kullanıcı arayüzü; bilgi edinme, bilgi tabanı ile hataları ayıklama, test durumlarını çalıştırma, özet sonuçlar üretme, sonuçların nedenlerini açıklama ve sistem performansını değerlendirme gibi işlevler üstlenir. Çıkarım motoru, arama ve çıkarım işlemlerinin yapıldığı bileşendir. Bilgi tabanını tarayarak uygun bilgileri bulur ve mevcut problem verisine dayanarak çıkarımlar yapar. Çalışan bellekte ise problemle ilgili soruların yanıtları ve tanısal testlerin sonuçları gibi problemle ilgili veriler saklanır (Balaban ve Kartal, 2015).

Genetik algoritmalar

Genetik algoritmalar, evrim teorisindeki doğal seçim ve en uygun bireylerin hayatta kalması prensibini taklit eden bir yöntemdir. Bu yöntemde, birçok alternatif çözüm arasında en iyi çözüm aranır. Rassal arama teknikleri kullanılarak mevcut çözümler üzerinden en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılır. Basit bir genetik algoritma süreci şu adımlardan oluşur: Olası çözümlerin dizilere (kromozomlar) kodlanmasıyla çözüm kümesinin oluşturulması, kromozomların çözüme ne kadar yakın olduklarının uygunluk fonksiyonu ile değerlendirilmesi, genetik parametrelerin belirlenmesi, seçim stratejilerinin ve mekanizmalarının tanımlanması, genetik operatörlerin uygulanması ve durdurma kriterlerinin belirlenmesi (Elmas, 2011).

Genetik algoritmalar, geleneksel yöntemlerle çözilemeyen veya çözüm süresi büyük olan problemlerde, kesin çözüme oldukça yakın sonuçlar üretebilen bir yöntemdir. Bu özellikleri sayesinde, NP (Nonpolynomial-Polinom olmayan) problemler, gezgin satıcı, karesel atama, yerleşim düzenlemesi, atölye çizelgeleme, makine öğrenmesi, üretim planlama, elektronik, finans ve hücresel üretim gibi alanlarda kullanılmaktadır (Elmas, 2011).

Bulanık mantık

Klasik iki değerli mantıkta her şey ya doğrudur ya da yanlıştır. Çok değerli mantıkta ise doğruluk bir dereceye kadar ölçülebilir, ancak bu derecelerin arasında kalan belirsiz durumlar tam olarak açıklanamamaktadır. 1965 yılında Prof. Lotfi Asker Zadeh, “Fuzzy Sets” başlıklı çalışmasıyla bu alanda bir devrim yaparak bulanıklık kavramını öne çıkarmıştır (Yang ve Liu, 2003).

Bulanık mantık, geleneksel mantığın kesin sınırlarla tanımladığı aralıklar yerine, birbirine geçen çoklu aralıklar kullanır ve bu aralıklar fonksiyonlar yardımıyla tanımlanır. Başka bir ifade ile bulanık küme teorisi, klasik matematiğin kesin kurallarıyla ifade edilemeyen belirsiz ya da net olmayan durumlara matematiksel bir kesinlik kazandırmayı amaçlayan bir yöntemler bütünüdür (Yenilmez, 2001). Bu teorelin geliştirilmesindeki temel amaç, insan gibi düşünen, karar veren ve tercih yapabilen sistemler oluşturabilmektir. Bulanık mantığı ve buna karşılık gelen matematiksel yapıları kullanan sistemler, “bulanık sistemler” olarak adlandırılır (Atalay ve Çelik, 2017). Bulanık sistemlerde bulanık kümelerin veya bulanık mantığın kullanımı çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Bu kullanımlar şunlardır (Baykal ve Beyan, 2004):

1. Sistem, “eğer-o halde” biçiminde kurallarla tanımlanabilir. Bu tür sistemlere kural tabanlı bulanık sistemler denir.
2. Sistem parametrelerindeki belirsizlik, gerçek sayılar yerine bulanık sayılar kullanılarak ifade edilebilir.
3. Eğer sistemin giriş, çıkış ve durum değişkenleri insan algısıyla ilişkili değerler ya da sözel bilgiler içeriyorsa, bu değişkenler bulanık kümelerle tanımlanabilir.

Bu şekilde oluşturulan bulanık modeller, kullanım alanları ve kurulum sırasındaki bakış açısına bağlı olarak; bulanık çıkarım sistemi, kural tabanlı bulanık sistem, bulanık uzman sistemler veya bulanık mantık denetleyicileri olarak adlandırılır.

Makine öğrenmesi

Makine öğrenmesi, belirli bir problemi o probleme ait veri setine dayanarak modelleyen bilgisayar algoritmalarını ifade eder. Bu algoritmalarla oluşturulan model, en iyi performansı sağlamak amacıyla optimize edilir. Bu nedenle, birçok makine öğrenmesi yöntemi geliştirilmiştir. Bunlar arasında k-en yakın komşu algoritması, naive Bayes sınıflandırıcı, karar ağaçları, lojistik regresyon, k-ortalamalar algoritması, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları yer alır. Bu yaklaşımların bazıları tahmin ve öngörü yapabilirken, diğerleri kümelenme veya sınıflandırma işlevleri üstlenir (Atalay ve Çelik, 2017).

Makine öğrenmesi yöntemleri, kullanılan öğrenme stratejilerine göre üç ana grupta ele alınır: denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme. Denetimli öğrenmede, modele hem giriş değerleri hem de bu değerlere karşılık gelen hedefler sunularak modelin bu ilişkiyi öğrenmesi amaçlanır ve model, yeni veriler için benzer çıktılar üretir. Denetimsiz öğrenmede ise hedef değerler olmaksızın yalnızca girdi verileri arasındaki ilişkiler keşfedilmeye çalışılır, bu da verileri gruplandırmak veya kümeler oluşturmak için kullanılır. Pekiştirmeli öğrenme ise, bir danışman yerine girişe karşılık üretilen çıktıyı iyi ya da kötü olarak değerlendiren bir kriter kullanır ve böylece modelin performansı zamanla iyileştirilir (Atalay ve Çelik, 2017).

Yapay sinir ağları

İnsan beynindeki nöronlar ve bu nöronlar arasındaki bağlantılarla işlevsel ve yapısal benzerlikler taşıyan bir sistemdir. Bu ağlar, biyolojik sinir sisteminin basit bir simülasyonu olarak kabul edilir ve biyolojik sinir sisteminin matematiksel bir modeli şeklinde tanımlanabilir. Yapay sinir ağlarının temel amacı, biyolojik sinir sisteminin bilgiyi depolama, işleme ve kullanma yeteneklerini taklit ederek, insan benzeri karar verme ve muhakeme kabiliyetine sahip zeki sistemler üretmektir (Atalay ve Çelik, 2017).

Biyolojik sinir ağlarındaki nöronlara karşılık olarak, yapay sinir ağında “yapay nöronlar” bulunur. Her yapay nöronun temel bileşenleri şunlardır: girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer (veya aktivasyon) fonksiyonu ve nöronun ürettiği çıktı. Bu yapay nöronlar, belirli katmanlar halinde organize olur ve yapay sinir ağını oluştururlar. Katmanlar genellikle üç ana başlıkta incelenir: girdi katmanı, çıktı katmanı ve bu iki katman arasındaki gizli katmanlar. Girdi ve çıktı katmanlarındaki nöron sayısı, modele bağlı değişkenlerin sayısı ile belirlenirken, gizli katmanların sayısı ve her bir katmandaki nöron sayısı ise en iyi performansı sağlayacak şekilde kullanıcı tarafından ayarlanır (Atalay ve Çelik, 2017).

Yapay sinir ağı, veri kümesindeki örüntüleri öğrenerek verilen görevi gerçekleştirebilecek şekilde genellemeler yapar. Bu süreçte ağı, olaylara ait örneklerle eğitilir ve genellemeler yapabilme kabiliyeti kazanır, benzer durumlar için uygun çıktı kümeleri belirlenir. Ağa girilen bilgilerin, ilgili ağırlıklarla çarpılıp toplanmasıyla oluşan net girdi, bir transfer fonksiyonu aracılığıyla işlenir ve çıktı katmanından nihai sonuç elde edilir (Öztemel, 2003).

Ağıdaki bilgi, en iyi sonucu sağlamak amacıyla belirlenen katmanlar ve bu katmanlardaki nöronlarda saklıdır. Ağı, bu sonucu iyileştirmek için ağırlıkları sürekli olarak günceller. Ancak, bu ağırlıkların yorumlanabilir olmaması, yapay sinir ağlarının dezavantajı olarak kabul edilir. Sistemin bilgisinin ağı boyunca ağırlıklar aracılığıyla dağıtılmış olması, bu ağırlıkların anlamını çözmeyi ve ağıdaki daha önce öğrenilen bilgileri birleştirmeyi zorlaştırdığı için yapay sinir ağları “kara kutu” olarak adlandırılır (Atalay ve Çelik, 2017).

Yapay Zekâ Yetenekleri

Nesnelerin interneti, büyük veri analitiği ve bilgi üretimi, yapay zekânın potansiyelini artırarak daha güçlü hale gelmesini sağlamaktadır. Makineler arası iletişim kanalları genişlemekte ve insan-makine-yazılım arasındaki etkileşimde

yeni bir dilin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Günümüzde yapay zekâ sayesinde bilgisayarlar, satranç oyununda insanı yenebilecek kapasiteye ulaşmıştır. Yapay zekânın temel teknolojilerinden biri olan uzman sistemler, bir uzay aracının kontrolünü sağlayabilmektedir. Konuşma tanıma teknolojileriyle insanlar, bilgisayarlar ve makineler (robotlar) ile sözlü iletişim kurabilir hale gelmiştir. Web sitelerinde ise otomatik dil çevirisi mümkün olmuştur. Geliştirilen makineler, belirli yazılımlar ile donatılarak aşağıdaki işlevleri yerine getirebilir:

1. Yorum yapma, problem çözmeye, ilişkiler kurma ve karar verme yeteneğine sahiptirler (uzman sistemler)
2. Öğrenme kabiliyeti kazanabilirler (yapay sinir ağları ve diğer makine öğrenmesi yöntemleri)
3. Geleneksel bilgisayarların çözmekte zorlandığı karmaşık problemlere çözümler üretebilirler (genetik algoritmalar)
4. Kelimeleri anlayabilir ve bu kelimelere göre işlem gerçekleştirebilirler (bulanık mantık)
5. Merdiven çıkma, top oynama, soruları yanıtlama ve iletişim kurma gibi fiziksel ve zihinsel görevleri yerine getirebilirler (zeki etmenler)
6. Metinleri okuyabilir, anlamlandırabilir ve öğretebilirler (doğal dil işleme).
7. Görsel bilgileri algılayabilir, önceliklendirme yapabilir ve belirli bir noktaya odaklanabilirler (bilgisayar görme)

Yapay Zekânın Kullanıldığı Teknolojiler

Artırılmış gerçeklik

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde gerçekleşen hızlı dönüşümler, eğitim işleyişlerini kayda değer ölçüde değiştirmeye başlamıştır. Eğitimde yeni yöntemler ortaya çıkmış ve bu yöntemler teknolojiyle entegre edilerek eğitimciler için anlamlı fırsatlar meydana getirmiştir. Öğrenme ve öğretme

evrelerini kolaylaştırmak isteyen eğitimciler, zamanla bu yeni teknolojilere artan ilgi göstermeye başlamıştır. Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi de, eğitimde sunduğu seçeneklerle öne çıkan ve literatürde faydaları öne çıkarılan gelişmelerden biridir (Ekici, 2021).

AG'yi tanımlamadan önce, kelimenin kökenine bakmak gerekir. İngilizce “Augmented Reality” kavramındaki “Augment” , “arttırmak, zenginleştirmek, çoğaltmak, genişletmek” karşılığına gelir. Bu kapsamda, “Augmented Reality” kavramının Türkçedeki karşılığı olan “Artırılmış Gerçeklik” genel olarak benimsenmiş ve kullanılmaktadır (Aslan, 2021).

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality), mobil cihazın kamerası üzerinden geliştiricinin belirlediği hedef görüntüye bakıldığında, 3 boyutlu bir nesnenin bu görüntü üzerinde yer alıyormuş gibi görünmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, kullanıcıya sanki gerçek bir nesneye yaklaşıyor ya da ondan uzaklaşıyormuş hissi verir. Görüntüye yaklaştıkça ya da uzaklaştıkça, nesnenin perspektifinin değişmesi, kullanıcının bu sanal objeyle fiziksel bir etkileşimde bulunuyormuş gibi hissetmesini sağlar (Tülü ve Yılmaz, 2012).

Artırılmış gerçeklik (AG) uygulamalarının ilk örnekleri, askeri, endüstriyel ve tıbbi sahalarda görülmüştür. Zaman içerisinde eğlence ve ticaret sektörlerinde de yayılmaya uygulamaya konulmuştur. Başlangıçta yalnızca bazı alanlarda kullanılsa da, AG günümüzde kayda değer bir gelişim kaydetmiş ve teknoloji, kablosuz iletişim, mobil cihazlar ve ağ altyapılarıyla daha ulaşılabilir ve kullanımı kolay hale gelmiştir. AG donanım maliyetlerinin azalması, olanakların iyileştirilmesi ve açık kaynak yazılımlara erişimin artması, bu teknolojinin çeşitli sektörde yaygın olarak kullanılmasını olanak tanımaktadır. AG uygulamaları, kullanım alanı, kapsam ve gerekli teknik altyapıya göre çeşitli kategorilere ayrılabilir, fakat fen uygun sınıflandırma yöntemi içerik temellidir. Örneğin, bazı uygulamalar eğlenceye yönelikken, diğerleri

sanatsal amaçlarla tasarlanabilir. AG teknolojisinin başarıyla kullanıldığı başlıca alanlar şunlardır (Karatay, 2015):

1. Eğitim
2. Mimarlık ve İnşaat
3. Sağlık
4. Sanat
5. Endüstriyel Tasarım
6. Oyun ve Eğlence
7. Reklam ve Pazarlama
8. Turizm
9. Spor

Artırılmış Gerçeklik ve Yapay Zekâ'nın entegrasyonu, çok sayıda sektörde olumlu etkiler ortaya çıkarmaktadır. Örnek olarak, sağlık alanında tanı ve cerrahi müdahalelerde bu iki teknolojinin birlikte kullanılması, sağlık personeline daha verimli çalışma olanaklar vermektedir. Buna ek olarak, AG ve yapay zekâ'nın bir arada kullanımı, çalışanların eğitim işleyişlerini destekleyerek onların becerilerini geliştirmelerine imkan sağlar. AG tabanlı sanal eğitim ortamları, kullanıcılarına gerçeğe oldukça yakın bir deneyim sağlarken, Yapay zekâ ise öğrenme süreçlerini kişiselleştirerek yeni beceriler kazanmalarına yardımcı olabilir (Kurtboğan, 2023).

Büyük veri

Büyük veri ve yapay zekâ birbirleriyle ilişki durumundadır. Büyük veri, büyük miktarda verinin bir araya getirilmesi, depolanması ve analiz edilmesi demektir, yapay zekâ bu verilerden öngörüler ve kararlar almayı öğrenir. Büyük veri, yapay zekâ eğitim ve geliştirme sürecinde önemli bir kaynak olarak faydalanılmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri analitiği sayesinde daha isabetli ve ayrıntılı sonuçlar verebiliyor. Bu ilişki, iş dünyasında veri temelli karar alma aşamalarını geliştirmekte ve yenilikçi çözümler sağlamaktadır (Kurtboğan, 2023).

Büyük veri, çeşitli data kaynaklarından gelen büyük veri setlerinin analiz edilmesi, işlenmesi ve saklanmasıyla ilgili bir alandır. Büyük veri çözümleri ve uygulamaları ayırt edilebilir, yani benzersiz olmalıdır. Klasik data analiz yöntemleri, depolama teknolojileri ve teknikleri yetersizdir. Bilhassa, büyük veriler aşağıdakiler gibi farklı gereksinimleri ifade eder (Erl vd., 2016):

1. Birçok farklı data setini birleştirmek
2. Çok sayıda yapılandırılmamış datayı işlemek
3. Özel bilgileri az bir süre içinde toplamak

Çeşitli kaynaklardan gelen datalar etkin şekilde yönetilmeli ve analiz edilmelidir. Önemli bilgiler işe yaramaz ve yararsız veriler olarak kabul edilebilir. Bu yüzden data analizinde uygun araçlar kullanılmalıdır. Büyük veri yönetimi ve doğru analiz yoluyla faydasız bilgilerden değerli bilgiler kazanılabilir. Şirketler büyük veri sayesinde; mevcut müşterileri kaybetmemek, yeni müşteriler elde etmek, tehlike ve imkanları belirlemek, süreç ve kaynakları geliştirmek bakımından kayda değer sonuçlar kazanabilir (Baran, 2017).

Büyük verinin işletmeler için sağladığı avantajları genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır (Morabito, 2015):

1. Maliyetleri düşürmek ve kaliteli analiz sunarak karar verme stratejilerini iyileştirmek
2. Kurum çalışanları arasında bilgi alışverişini kolaylaştırarak iş verimliliğini yükseltmek
3. Şirket içindeki iş fırsatlarını birleştirmek ve şirket içerisinde bilgi paylaşımını artırarak iş zekâsını geliştirmek

Yapılan analizlerle gelişmiş değer yaratmak. Büyük verinin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları ve zorlukları bulunmaktadır. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür((Morabito, 2015):

1. Büyük veri kullanıcılarını etkileyen zorluklardır.

2. Büyük veri kullanımı nedeniyle üçüncü şahısların karşılaştığı zorluklardır.
3. Veri iletiminin güvenliğini sağlamak büyük bir zordur.
4. Veri aktarımı, toplanması, dönüştürülmesi ve saklanması gibi zorluklar vardır.
5. Gerçek zamanlı, yüksek performanslı veri analizi de diğer zorluklardandır

Nesnelerin interneti

Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel nesnelerin karşılıklı ilişkisi halinde olmasını mümkün kılan bir teknolojidir. IoT sayesinde nesneler, görme, duyma ve düşünme gibi özelliklere sahip olur ve birbirleriyle iletişim kurarlar. Bu teknoloji, gömülü cihazlar, haberleşme protokolleri, algılayıcı ağlar, internet protokolü ve uygulamaları gibi ana teknolojilerin akıllı bir biçime dönüştürür (Al-Fuqaha vd, 2015). Kısaca Nesnelerin İnterneti, seçili alanlarda farklı teknolojilerin kullanımıyla veri toplayabilen, yaratabilen ve bilgi alışverişi gerçekleştirebilen akıllı nesnelerin (eşyaların, cihazların, nesnelerin) kullanımını ifade eder (Söğüt ve Erdem, 2017).

IoT, fiziksel nesnelerin İnternet aracılığıyla karşılıklı olarak bağlantı kurmasını mümkün kılan yeni bir ağ paradigmasıdır. Dünya çapında ev otomasyonu, e-sağlık, mal gözetleme ve nakliye gibi birçok alanda kullanılmaktadır ve siber-fiziksel bir sistem olarak benimsenmektedir (Han vd., 2013). Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), Nesnelerin İnterneti'ni her yerde ve her zaman nesnelerin birbiriyle bağlantı kurabileceği bir teknoloji olarak açıklamaktadır. Nesnelerin İnterneti'nin genel yapısı aşağıdaki Şekil 1'de gösterilmektedir (Arslan ve Kırbaş, 2016).



Şekil 1: Nesnelerin İnterneti'nin genel yapısı (Arslan ve Kırbaş, 2016)

IoT (Nesnelerin İnterneti) artık sadece bir heves değil, yaşamımızı yönlendiren bir teknoloji durumuna dönüşmüştür. Bu teknolojinin kullanılmasıyla beraber insanların uygun ve bağlantılı bir yaşam sürmesi olanaklı hale gelmektedir. Bunun yanı sıra IoT sistemleri, insan kaynağı ihtiyacına olan gereksinimi azaltarak iş süreçlerinde üretkenliği yükseltebilmektedir ve insan kaynaklı hatalara dayalı sorunları minimize edebilmektedir. Bundan dolayı, IoT artık birçok sektörde aktif olarak kullanılmakta ve gelecekte de daha yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir (Kaya, 2021).

Son yıllarda Nesnelerin İnterneti, yaşamın çeşitli alanlarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde her yaştan birey, uyku süresi ve kalitesini, kalp atış hızını veya tansiyonunu ölçen akıllı saatler ile evleri temizleyen akıllı elektrikli süpürgeler gibi cihazlardan faydalanmaktadır. Bu cihazlar, hatta mobil uygulamalar aracılığıyla uzaktan kontrol edilebilmektedir. Bu tür örneklerin sayısı oldukça fazladır (Özçelik, 2021).

IoT teknolojisini kullanan cihazlar/ürünler şu şekilde sıralanabilir (Kurtboğan, 2023):

1. Akıllı Ev
2. Akıllı hayvancılık uygulaması
3. Sağlık uygulamaları
4. Hasta Takip sistemi
5. Akıllı Çevre
6. Giyilebilir Uygulama
7. Lojistik
8. Endüstriyel Uygulama
9. Araç Takip Sistemleri

Yapay zekâ ile Nesnelerin İnterneti (IoT) entegre edildiğinde, veri paylaşımı, analiz ve akıllı karar alma süreçleri cihazlar ve sistemler arasında daha hızlı gerçekleşir. IoT cihazlarının internete bağlanması sayesinde yapay zekâ, büyük veri kümelerini işleyerek kalıpları tespit eder ve öngörülerde bulunur. IoT ile bağlantılı cihazlardan elde edilen veriler, yapay zekâ algoritmaları aracılığıyla değerlendirilir ve akıllı sistemlerin işleyişini destekler. Bu entegrasyon, enerji yönetiminden güvenlik sistemlerine, akıllı evlerden tarım uygulamalarında önemli avantajlar sağlar. Endüstriyel sektörde ise otomasyon, artan verimlilik ve daha güvenli iş süreçleri gibi faydalar sunar (Kurtboğan, 2023).

Otonom robotlar ve yapay zekâ

Yapay zekâ ile donatılmış otonom robotlar, akıllı ve otomatik makinelerin meydana gelmesini sağlar. Robotlara, veri analizi, bilgi edinme ve seçim yapma becerileri kazandıran yapay zekâ, sensörler üzerinden çevrelerini tanımaları, verileri analiz etmeleri ve hareketleri organize etmelerini sağlar. Böylelikle otonom robotlar, farklı görevleri yaparken engelleri aşabilir ve karmaşık durumları çözebilir. Endüstriyel otomasyon, lojistik, sağlık ve araştırma gibi birçok alanda otonom robotlar ve yapay zekâ temel bir görev üstlenmekte. Bu birleşim, çalışanların

yükünü hafifletirken verimliliği artırır ve yeni olanaklar sağlar. Buna ek olarak otonom robotlar, tehlikeli ortamlarda çalışma riskini azaltarak işyerlerinde güvenliği artırır (Kurtboğan, 2023).

Yapay zekâ ile Nesnelerin İnterneti (IoT) entegre edildiğinde, veri paylaşımı, analiz ve akıllı karar alma süreçleri cihazlar ve sistemler arasında daha hızlı gerçekleşir. IoT cihazlarının internete bağlanması sayesinde yapay zekâ, büyük veri kümelerini işleyerek kalıpları tespit eder ve öngörülerde bulunur. IoT ile bağlantılı cihazlardan elde edilen veriler, yapay zekâ algoritmaları aracılığıyla değerlendirilir ve akıllı sistemlerin işleyişini destekler. Bu entegrasyon, enerji yönetiminden güvenlik sistemlerine, akıllı evlerden tarım uygulamalarına kadar çeşitli alanlarda önemli avantajlar sağlar. Endüstriyel sektörde ise otomasyon, artan verimlilik ve daha güvenli iş süreçleri gibi faydalar sunar. Yapay zekâ ve IoT'nin birleşimi, gelecekteki teknolojik dönüşümleri hızlandırarak daha bağlantılı ve akıllı bir dünya yaratmada kritik bir rol oynamaktadır (Yıldız, 2019).

Otonom robotlar, sensörler aracılığıyla çevreden gelen sinyalleri algılayarak uygun kararlar alan ve görevlerini bağımsız şekilde yerine getiren robotlardır. Bu robotlar, görevlerini gerçekleştirirken topladıkları bilgilere dayanarak belirlenen talimatları uygular ve yollarındaki engellere takılmadan hedeflerine ulaşabilirler (Kurtboğan, 2023).

Sanal gerçeklik

Sanal kavramı, gerçek hayatta yaşanmayan bir ortamı hissettiren algı mekanizmasının kullanımı ile oluşturulan bir durumu ifade eder. Kökeni “virtualis” kelimesinden gelir. VR olarak da bilinen sanal gerçeklik, kişinin sanal gerçeklik sistem araçlarını kullanarak yapay ortamlarda hareket etmesine, zaman yapısını düzenlemesine ve etkileşim kurmasına olanak tanır. Hareket, güç ve dokunma hisleri ile gerçek bir ortam hissiyatı yaratılırken, üç boyutlu ses ve görüntü sistemleri kullanılarak gerçeğe yakın bir ortam yaratılır (Kuruüzümcü, 2007).

Sanal gerçeklik, bilgisayar teknolojisi kullanılarak hazırlanmış bir ortamda, kişinin çevresel etkileşime bağlı olarak gerçeğe yakın bir deneyimlemesine izin veren bir teknolojidir. Bu teknoloji, kullanıcılara, görüntü, ses ve hatta dokunma hissi sağlayarak, gerçek hayatta bulunmadıkları çeşitli alanları ve durumları deneyim kazanmalarına olanak sağlar. Sanal gerçeklik buna ek olarak insanların, karmaşık zor bilgisayar sistemlerini ve verilerini kolayca kavramak ve etkileşimde bulunmak için faydalandıkları bir araç olarak da açıklanabilir (Çavaş vd., 2004).

Sanal gerçeklik; dijital ortamda oluşturulmuş üç boyutlu modeldir. Kullanıcının gerçek hayatta var olan nesnelerle etkileşime girdiği gibi, sanal gerçeklik ortamında da sanal nesnelerle etkileşim kurabilir ve bu ortamı gerçek ortam gibi deneyimler. Bu etkileşim çoğunlukla özel ekipmanlar kullanılarak, örneğin olarak sanal gerçeklik başlıkları veya dokunmatik ekranlar gibi cihazlarla gerçekleştirilir. Bu yöntemle kullanıcı, gerçek dünyada mümkün olmayan deneyimler edinebilir (Kayapa ve Tong, 2011).

Sanal gerçeklik, kullanıcıların gerçeklikten farklı bir ortamda bulunmalarını ve bu ortamda farklı deneyimler yaşamalarını sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, kullanıcının duyularını yanıltarak onları simüle edilmiş bir ortamda bulunuyormuş gibi hissettirir. Kullanıcılar, özel görüntüleme cihazları veya diğer araçlar kullanarak üç boyutlu simülasyonlarda etkileşim kurabilirler ve ortamdaki nesneleri görebilir, işitebilir ve hatta hissedebilirler. Bu sayede, gerçek hayatta mümkün olmayan deneyimler yaşayabilirler (Tepe vd., 2016).

Elde edilen sanal gerçeklik deneyimi, çevre birimleri vasıtasıyla kullanıcıların sanal ortamlara katılmalarını sağlar. Bu ortamlara giriş yaptıktan sonra, kullanıcılar gerçek dünya ile olan bağlantılarını keserler ve sanal gerçeklik ortamının yarattığı ortam hissini yaşarlar. Sanal gerçeklik deneyimleri, sanal ortamların iyi tasarlanmasına bağlıdır. Sanal ortamlar yeterince iyi tasarlanmazsa, kullanıcılar sanal gerçeklik hissini

yaşayamayabilirler. Sanal gerçeklik uygulamaları, her kullanıcı üzerinde farklı bir gerçeklik duygusu yaratır (Aksu, 2019).

Sanal gerçekliğin avantajları

Sanal gerçeklik teknolojileri, pek çok alanda kullanılmaktadır ve bu sayede birçok fayda sağlamaktadır. Bu faydalar şu şekilde açıklanabilir:

1. Sanal gerçeklik sistemleri, şirketlerin ar-ge çalışmalarında maliyetleri azaltır, projelerin görselleştirilmesine olanak sağlar, üç boyutlu görsellerle satışlarda artış yaratır ve yeni sunum teknikleri kullanımı ile zaman kısıtlarını ortadan kaldırır (Vishnevskaya vd., 2017).
2. Sanal gerçeklik teknolojisi, sağlık çalışanlarının yeni beceriler geliştirmeleri ve edinmeleri için güvenli bir ortam sağlar. Sağlık çalışanları sanal gerçeklik uygulamaları sayesinde herhangi bir tehlike yaşamadan mevcut becerilerini geliştirebilir ve yenilerini öğrenebilirler. Ayrıca sanal gerçeklik uygulamaları, oluşturulan sanal ortamlarda hayvanlar veya insanlar üzerinde tıbbi deneylere gerek kalmadan simülasyonlar oluşturarak teknolojilerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede hastaların daha düşük risklerde tedavi edilmesini amaçlar (Kayabaşı, 2005).
3. Sanal gerçeklik teknolojisi engelli bireylerin hayat kalitesini artıran önemli bir sosyal fayda sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde engelli bireyler, dünyayı 83 keşfetme ve seyahat etme fırsatı bulabilir. Buna ek olarak, işletmeler de sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak engelli bireylerin ihtiyaçlarına cevap veren hizmetler sunabilir ve bu alanda niş pazarlar oluşturabilirler (Huh ve Singh, 2007).

Yapay zekânın, sanal gerçeklik (VR) ile kullanımı ve kullanıcılara daha etkileşimli ve kişiselleştirilmiş deneyimler sunmaktadır. Yapay Zekâ, VR ortamlarında veri analizi, öğrenme ve karar verme yetenekleriyle kullanıcıların tepkilerini

anlayarak daha akıllı içerikler sunabilir. Bu birleşim, eğitimden simülasyonlara, oyunlardan endüstriyel tasarıma kadar pek çok alanda benzersiz deneyimler sağlamakta ve geleceğin etkileşimli dünyasını şekillendirmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yapay Zekâ Uygulamaları

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), çalışanların iş yerlerinde fiziksel, mental ve sosyal açıdan güvende kalmasını ve sağlıklı bir şekilde çalışmaları yürütmek amacıyla alınan bir dizi önlemleri ve uygulamaları içeren proaktif ve multidisipliner bir alandır. İSG'nin temel amaçları arasında iş kazalarını, meslek hastalıklarını ve işlerle alakalı sağlık sorunlarını minimize etmek veya tamamen ortadan kaldırmaktır. Bunun yanı sıra çalışanların iş yerlerinde güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlayarak verimliliği artırır (Murat, 2024).

İSG, iş yerlerinde risk analizi yapmayı, tehlikeleri tanımlamayı ve belirlenen tehlikeleri kontrol altında tutmayı amaçlayan önlemleri almak ve çalışanları bu tehlikelere karşı bilinçlendirmeyi hedefler. İSG politikaları, ulusal yasal düzenlemeler ve iş yerlerinin kendi politikalarına dayanarak oluşturulur (Murat, 2024). İş sağlığı ve güvenliği (İSG) konuları, iş yerlerinde çalışanların fiziksel ve mental sağlıklarını koruma, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını minimize etme, güvenli çalışma koşullarını yaratma amacıyla oldukça önemlidir. Bu kapsamda, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için bazı önemli ve klasik metotlar mevcut bulunmaktadır. İSG eğitimleri, risk analiz metotları, acil durum tatbikatları çalışanlara bu alanlarda gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılmasını amaçlayan etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

İSG'nin bir parçası olan yukarıda da belirtilen klasik metot ve yöntemlerin yanı sıra artan teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme İSG'nin de kendisini geliştirme ve dönüştürmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Dijitalleşme günlük yaşamın dışında iş yaşamında birçok sektörü yeni baştan yapılandırıp, birçok

hizmet ve iş modellerini değiştirerek kolaylık sağlayan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. İş ve çalışma koşullarının değişen gelişme süreci, Endüstri (Sanayi) 4.0 ve dijital dönüşüm süreci ile büyük bir hız kazanmış, zaman ve mekân kavramları ortadan kalkmıştır.

Endüstriyel alanda gelişen robotik süreç ve otomasyonların fazlasıyla ilerleme göstermesi, İSG anlamında da teknolojik ilerleme ihtiyacına sebep olmuştur. Bu alanında gerçekleşen dijital gelişmelerle birlikte, çalışanların iş sahalarında eş zamanlı izlenebilmesi ve olası kazalara karşı proaktif yaklaşımlarla gerekli çözümler bulunabilmektedir. Son yıllarda artan yapay zekâ kullanımı yanı sıra iş sahalarında kullanılan; radyo frekanslı tanıma (RFID), artırılmış gerçeklik (AG), sanal gerçeklik (VR) ve akıllı kişisel koruyucu ekipmanlar, entegre yazılımlar ve büyük veri analitiği yanı sıra nesnelerin interneti (IoT), bulut sistemi (Cloud), gerçek zamanlı konum belirleme (RTLS), M2M (machine to machine) takip sistemleri aracılığıyla iş sahalarında verileri toplayıp algılayabilen, ikaz ve ihtar vererek özerk kontrol sağlayan teknolojiler ve sensörlerle donatılmış akıllı vücut giysileri, iş sağlığı ve güvenliği süreçlerinin sağlıklı bir şekilde ilerlemesine, olası tehlike faktörlerinin belirlenmesine ve ortadan kaldırılmasına destek sunarak iş kazalarını önlemeye, yüksek tehlikeleri barındıran çalışma ortamlarında güvenli çalışma koşullarının destek sunmada yardımcı olmaktadır (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020).

Yapay zekâ entegrasyonlu iş sağlığı ve güvenliği teknolojileri, çalışma süreçlerinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlayarak tehlike ve risk unsurlarının belirlenmesi ve bertaraf edilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. İş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının çeşitli lokasyonlardaki sorumluluk alanlarını aynı anda izlemesi, tüm sahaya hâkim olması ve anlık erişim sağlaması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu gözetim imkânı, görüş alanını genişleten, müdahale kapasitesini artıran ve görünmeyen çalışma bölgelerinden görüntü ile veri toplayıp iletebilen görüntü işleme teknolojilerinin değerini göstermektedir (Akar, 2021).

Dijital dönüşümle ortak geliştirilen yapay zekâ tabanlı uygulamalar sayesinde, video analizi sayesinde tehlikeli bölgelerdeki çalışanların ve nesnelerin izlenmesi, tehlikeli davranışların ve olası tehlikelerin tespiti, insan kaynaklı risklerin etiketle-kilitle yöntemiyle bertaraf, kişisel koruyucu donanımların otomatik olarak kontrol edilmesi, ergonomi ve davranış analizleri, yangın algılama, kimyasal sızıntı ve döküntü tespiti ile yaya yolları ve forklift güzergâhlarının güvenliği gibi konularda İSG uzmanlarına güçlü destek sağlayacak ve çözümler sunmaktadır (Akar, 2021).

İş Yeri Güvenliği ve Yapay Zekâ Destekli Kişisel Koruyucu Donanım

Çalışan güvenliği ve iş kazalarının önlenmesi açısından bakıldığında, geleneksel iş yeri güvenlik araçlarını ve prosedürlerini modern teknolojilerle uyumlu hâle getirmek giderek daha önemli hâle geliyor. Son yıllarda yapılan araştırmalar, üretim sektöründe yapay zekâ (AI) kullanımına odaklanarak, bu teknolojinin yalnızca sektörü daha entegre hâle getirmekle kalmayıp aynı zamanda çalışan güvenliğini de önemli ölçüde artırabileceğini ortaya koymuştur. Akıllı KKD ve giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşması sayesinde hem çalışanlar hem de çalışma ortamları hakkında veri toplamak mümkün hâle gelmiştir. Bu veri odaklı yaklaşım, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının sıklığını azaltarak iş yeri koşullarının iyileştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır (A.Shah ve Mishra, 2024).

Akıllı KKD sistemleri, temel sağlık göstergelerini izleme ve çalışma ortamlarını analiz etme imkânı tanır. Giyilebilir cihazların iş yerlerine entegrasyonu için çeşitli stratejiler geliştirilmiş olup, bu teknolojiler birbirine bağlı cihaz ağları sayesinde çalışanları daha etkin koruma fırsatı sunar. Bu sistemler; yapay sinir ağları (YSA), bulanık mantık, Bayes ağları, karar ağaçları ve diğer hibrit yapay zekâ tekniklerini kullanarak gelişmiş güvenlik çözümleri sunar (A. Shah-Mishra, 2024).

Geleneksel iş yeri güvenlik sistemleri genellikle belirli şirketlerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanır ve çoğunlukla belirli eşik değerlerini aşan uyarılara tepki veren reaktif bir “eylem-tepki” yaklaşımına dayanır. Ancak bu yöntem, yeni ve öngörülemeyen durumlarla karşılaşıldığında sınırlı bir esneklik sunar. Buna karşın, öğrenme yeteneğine sahip AI sistemleri, bilinmeyen senaryoların sonuçlarını tahmin etmek için mevcut bilgilerden ve önceki deneyimlerden faydalananarak daha proaktif bir yaklaşım benimser. Yapay sinir ağları, vaka tabanlı muhakeme sistemleri, derin öğrenme (DL) ve hibrit nöro-sembolik algoritmalar gibi teknolojileri içeren bu yapay zekâ sistemleri, belirli bağlamsal verileri analiz ederek belirli bir durumun risk teşkil edip etmediğini değerlendirebilir. Böylece iş yerinde proaktif güvenlik önlemleri alınmasını sağlayarak hem çalışanların sağlığını hem de genel iş yeri güvenliğini artırabilir (A. Shah ve Mishra,2024).

Akıllı Botlar ve İş Güvenliğinde Yapay Zekâ Destekli Çözümler

Akıllı botlar, yapay zekâ algoritmaları ve sensör teknolojileriyle donatılmış, çevresel koşulları sürekli olarak tarayan gelişmiş sistemlerdir. Bu cihazlar, tehlikeli durumları erken aşamada fark ederek kazaların önüne geçmek için anlık uyarılar gönderir ya da müdahalede bulunur. Kaygan zeminleri algılamaktan fiziksel engelleri saptamaya veya çevresel değişimleri takip etmeye kadar pek çok işlevi yerine getiren bu sistemler, güvenlik risklerine karşı önleyici bir strateji sunar. Bu teknoloji sadece çalışanların güvenliğini öncelediğini göstermekle kalmaz, aynı zamanda yapay zekânın iş güvenliği alanındaki dönüştürücü etkisini de ortaya koyar. Geliştirilen akıllı botlar; düşmeleri algılayabilme, belirli alan dışına çıkmayı engelleme (coğrafi sınırlandırma), gece kullanımına uygun aydınlatma, yerel veri kaydı ve analizi, çift taraflı uyarı sistemi ve dokunsal bildirim gibi pek çok özelliği bünyesinde barındırır. Endüstriyel alanlarda, geleneksel güvenlik ayakkabılarıyla entegre çalışabilecek özel donanım modülleri

tasarlanarak, bu ürünlere akıllı işlevler kazandırılmıştır (A. Shah ve Mishra, 2024).

Akıllı kasklar, iş güvenliğini artırmak amacıyla GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi), RFID (Radyo Frekansı Tanımlama) sensörü, ultra geniş bant sensörü ve çevre görüş monitörü gibi gelişmiş sensörlerle donatılmıştır. Bu sensörler birlikte çalışarak çalışanların konumunu, aktivitelerini, çevresel koşulları ve kişisel sağlık durumlarını anlık olarak izler. Kasktaki çeşitli sensörler, hava kalitesini ölçme yeteneğine sahiptir ve tehlikeli gazlar veya kirleticiler tespit edildiğinde hem kullanıcıyı hem de sahadaki güvenlik görevlilerini alarmlar aracılığıyla uyararak kritik bir güvenlik mekanizması sunar.

Şu anda piyasada bulunan başlıca akıllı kask modelleri şunlardır (Anonim, 2022):

1. Guardhat Communicator
2. HMT1
3. HoloLens 2'li XR10
4. Excellent Web World Akıllı Kaskı

Özellikle Excellent Web World tarafından geliştirilen akıllı kask, iş yeri verilerini çalışanların kişisel bilgileriyle entegre ederek daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu özellik, özellikle dar alanlar, tüneller ve gaz borularının bulunduğu riskli bölgelerde çalışan işçiler için hayati önem taşımaktadır. Akıllı kask teknolojisi, hem iş güvenliğini hem de çalışan sağlığını koruma açısından iş yerlerinde dijital dönüşümün önemli bir parçası hâline gelmiştir (Anonim,2022).

AI destekli dış iskeletler

İnsan uzuvları ve eklemlerinin hareket kabiliyetini artırmak amacıyla tasarlanan giyilebilir robotik sistemler olan dış iskeletler hem çalışan sağlığını korumanın hem de verimliliği artırmanın yenilikçi bir yolu olarak ön plana

çıkmaktadır. Yapılan çeşitli araştırmalar, modern dış iskelet teknolojilerinde yapay sinir ağlarının (YSA) giderek daha fazla kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, geleneksel kontrol sistemleri, akıllı ve uyarlanabilir optimizasyon teknikleriyle birleştirilerek daha dayanıklı ve hibrit çözümler geliştirilmektedir. Biyomekatronik ve akıllı sistemlerin gelişim sürecinde YSA'lar kilit bir rol oynamış olup, bu ağlar, beyin-makine arayüzü ile kontrol edilen protezler ve rehabilitasyon amaçlı robotik dış iskeletlerin gelişimine katkıda bulunmuştur. Dış iskeletler, yaralanma sonrası biyometrik analiz ve rehabilitasyon süreçlerini desteklerken, omurga üzerindeki yükü azaltarak çalışanların fiziksel sağlığını iyileştirebilir (Bonato, 2005; Moradi vd., 2013; Ajunwa ve Greene, 2019; Sawicki vd., 2020).

Germanic Bionics tarafından geliştirilen ve ticari olarak satışa sunulan Cray X ve yeni piyasaya sürülen Apogee modelleri, sırt çantası gibi giyilebilen dış iskelet sistemleridir. Elektrik motorları ile çalışan bu cihazlar, kullanıcının hareketlerini algılayarak, ihtiyaç duyulan zamanda ve bölgede sırt, gövde ve bacaklara 30 kg'a kadar ekstra destek sağlar. Bu sistemler, özellikle ağır yük kaldırma esnasında en fazla zorlanan bel bölgesine ek destek sunar. Ayrıca, Indego, Exo H3, ReWalk, HAL ve Ekso GT gibi motorlu dış iskeletler ile JARoW, i-Walker ve FriWalk gibi akıllı yürüteç sistemleri, son yıllarda klinik rehabilitasyon ve hasta destek çözümleri için geliştirilmektedir. (A. Shah ve Mishra, 2024).

Mesleki dış iskelet sistemleri, özellikle sırt ve omuz yaralanmalarını önlemek amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistemler, ergonomik önlemlerin yeterli olmadığı durumlarda çalışanlara destek sağlayarak iş güvenliğini artırmayı hedefler. Toyota, Ford ve Boeing gibi büyük şirketler, yaklaşık on yıldır belirli iş gücü gruplarında dış iskeletleri entegre ederek, bu sistemleri aktif olarak kullanmaktadır. Yapılan analizler, dış iskelet kullanan çalışan gruplarında yaralanma oranlarının %83 oranında azaldığını göstermektedir. Bu teknoloji, çalışanların daha az

fiziksel rahatsızlık hissetmesine, yaralanma riskinin düşmesine ve işçi tazminat giderlerinin azalmasına katkıda bulunmuştur. Araştırmalar, dış iskeletlerin lojistik, inşaat, üretim, savunma sanayi ve sağlık hizmetleri gibi çeşitli sektörlerde, fiziksel yükü azaltarak kas yorgunluğunu ve gerginliğini hafifletebileceğini ortaya koymaktadır (Lamers ve Zelik, 2021; A. Shah ve Mishra, 2024).

Yapay Zekâ Tabanlı Robotlar ile İş Yeri Güvenliği

Yapay zekâ destekli robotların dönüştürücü etkisi, çalışanların tehlikeli makineler ve iş yeri riskleriyle karşılaşmasını önleyerek iş güvenliği açısından büyük bir fark yaratmaktadır. Bu sayede, iş yerinde meydana gelen yaralanmalar ve ölümler önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Howard, 2019; Bebon, 2023).

Özellikle tehlikeli madde taşıma, yüksek yerlerde veya kapalı alanlarda çalışma gibi yüksek risk içeren iş ortamları, veri bilimi ve yapay zekâ destekli bu teknolojik gelişmelerden büyük ölçüde faydalanabilir. Ancak robotların kullanımı, iş yeri güvenliği açısından bazı yeni riskler de beraberinde getirebilir. Sanayide robot kullanımının giderek artması nedeniyle, ABD Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH), 2017 yılında robotların iş gücüne entegrasyonunun avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmek üzere Mesleki Robotik Araştırma Merkezi'ni kurmuştur (Yang vd., 2022; A. Shah-Mishra, 2024).

Otonom mobil robotların (AMR'ler) kullanımı, iş yerinde güvenlik standartlarının yükseltilmesine katkı sağlamaktadır. Otomatik güdümlü araçlar (AGV'ler) ve AMR'ler, dezenfeksiyon sistemleri de dahil olmak üzere inşaat ve hastane lojistiği gibi alanlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Örneğin, Danimarka merkezli bir robotik şirketi tarafından geliştirilen AMR'ler, 1350 kg'a kadar yük taşıma kapasitesine sahiptir. Dinamik ortamlarda görevleri başarıyla yönetebilen bu sistemler, çarpışma risklerini ve fiziksel zorlanmaya

bağlı yaralanmaları (sırt yaralanmaları, düşmeler vb.) en aza indirebilmektedir.

Bu robotlar, lazer tarayıcılar, 3B kameralar ve yakınlık sensörlerinden oluşan çok katmanlı bir güvenlik sistemi ile donatılmış olup, gelişmiş planlama algoritmaları sayesinde yollarını dinamik olarak ayarlayabilir veya gerektiğinde durabilirler. Ayrıca, yapay zekâ destekli bu sistemler, sensör arızası gibi durumlarda bile güvenli kararlar alarak operasyonel devamlılığı sağlayabilmektedir. Bu özellikleriyle, AMR'ler dünya genelinde en güvenli otonom mobil robotlar arasında yer almaktadır (Moshayed vd., 2021).

Mevcut Yapay Zekâ Robot Tasarımları ve Uygulamaları

Günümüzde AI robot tasarımları, farklı endüstrilerde kullanılmak üzere geliştirilen çeşitli modelleri içermektedir. Bu robotlar, en yeni yapay zekâ tekniklerini bünyelerinde barındırsa da, gerçek anlamda yapay zekâ halen araştırma aşamasındadır. Sektörde öne çıkan bazı AI robotları aşağıda sıralanmıştır (A.Shah ve Mishra, 2024):

1. Digit (Agility Robotics): İnsansı iki ayaklı bir robot olan Digit, karmaşık zeminlerde hareket edebilir ve paket teslimatı gerçekleştirebilir. Merdiven çıkma, düşme sırasında kendini dengeleme ve adımlarını planlama gibi özelliklere sahiptir. Digit, özellikle acil müdahale ve afet kurtarma operasyonları gibi tehlikeli görevlerde çalışanlara yardımcı olmak için kullanılabilir

2. Atlas ve Spot (Boston Dynamics): Boston Dynamics tarafından geliştirilen Atlas ve Spot, arama-kurtarma operasyonları için özel olarak tasarlanmış gelişmiş robotlardır. Tehlikeli veya erişilmesi zor bölgelerdeki insanları tespit edebilir ve yardım sağlayabilirler. Ayrıca yangın, patlama, kimyasal veya tehlikeli madde taşıma gibi yüksek risk içeren görevlerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır (A. Shah ve Mishra, 2024).

3. HRP-5P (AIST - Japonya İleri Endüstriyel Bilim ve Teknoloji Enstitüsü): HRP-5P, inşaat sektörüne yönelik geliştirilmiş bir insansı robottur. Ağır iş gücü gerektiren görevlerde mükemmel performans gösterir. Otonom olarak alçı levhaları monte edebilir, büyük kontrplak panelleri taşıyabilir ve inşaat işlerinde kullanılabilecek potansiyelini kanıtlamıştır. Bu sayede, ağır iş gücü gerektiren alanlarda işçi güvenliğini artırarak kazaları en aza indirmeyi hedefler (Anonim, 2018).

4. Aquanaut (Houston Mechatronics): Aquanaut, uzun süreli su altı görevleri için tasarlanmış insansız bir robot dalgıçtır. 200 km'den fazla mesafe kat edebilir ve tehlikeli su altı ortamlarında çeşitli nesneleri manipüle edebilir. Üzerinde bulunan kameralar, sensörler ve güçlü robotik kollar sayesinde insan müdahalesine olan ihtiyacı en aza indirir. Özellikle riskli su altı keşif ve onarım operasyonlarında kullanılması hedeflenmektedir (Ackerman, 2019).

5. Stuntronics (Disney): Stuntronics, sinema ve eğlence sektöründe kullanılan bir akrobatik dublör robotudur. Yapısında yer alan sensörler ve otonom poz kontrolü sistemi sayesinde hassas ve tekrarlanabilir hareketler gerçekleştirebilir. Sinema sektöründe dublörlerin yaralanma riskini azaltmayı hedefleyen bu teknoloji, tehlikeli sahnelerde insan dublörlerin yerine kullanılabilir (A.Shah ve Mishra, 2024).

İş Yeri Güvenliği İçin Yapay Zekâ Destekli Bilgisayarlı Görüş ve Gözetim Araçları

Bilgisayarlı görüş, yapay zekâ uygulamaları sayesinde iş yeri güvenliğini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bu teknoloji, çalışan davranışlarını izleme, potansiyel riskleri belirleme ve gerçek zamanlı uyarılar sağlama gibi çeşitli güvenlik önlemlerini destekler. Bu sistemlerin dikkat çekici bir örneği, termal kameralar kullanarak çalışanlarda ısı stresini tespit etme uygulamasıdır. İşverenler, çalışanlarının vücut sıcaklıklarını sürekli olarak izleyebilir ve soğutma molaları veya uygun kişisel koruyucu donanım (KKD) gibi önlemleri

hızlı bir şekilde devreye sokabilir. Ayrıca, bilgisayarlı görüş destekli gözetim sistemleri, çalışanların hareketlerini analiz ederek takılma tehlikeleri, sabitlenmemiş ekipmanlar veya kısıtlı alanlara yetkisiz giriş gibi riskleri tespit edebilir. Bu sayede, iş yeri güvenliğini artırarak kazaların önüne geçmek mümkün hale gelir (Ray vd., 2016; Kim vd., 2022).

Yapay Zekâ Destekli Bilgisayarlı Görüş Platformları Yapay zekâ teknolojilerinin gelişimi, veri yönetimi, bilgisayarlı görüş ve makine öğrenimi (ML) alanlarında büyük ilerlemelere yol açarak yeni nesil gözetim sistemlerinin gelişmesini sağlamıştır. Bu alanda öne çıkan bazı yenilikçi AI destekli platformlar şunlardır: Scale AI, Supervisely, V7, Viso, Labelbox, Toloka, Superannotate: Veri etiketleme, düzenleme, nesne algılama ve video analizi gibi alanlarda çözüm sunar. OpenCV: Bilgisayarlı görüş ve makine öğrenimi uygulamaları için en yaygın kullanılan açık kaynaklı kütüphanelerden biridir (A. Shah ve Mishra, 2024).

Bilgisayarlı görüş alanındaki gelişmeler, sınıflandırma, nesne tanıma, video analizi, jest algılama ve robotik gibi pek çok alanda yeni zorlukları ve fırsatları beraberinde getirmiştir. Özellikle, Evrimsel Sinir Ağları (CNN'ler - Convolutional Neural Networks) sayesinde, görüntü işleme ve tanıma alanında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. CNN tabanlı derin öğrenme modelleri, önceden eğitilmiş ağırlıklarla kolayca ince ayar yapılarak geliştirilebilir. Bu, karmaşık yapay zekâ modellerinin daha verimli bir şekilde uygulanmasını ve güvenlik sistemlerinde daha güçlü çözümler sunulmasını sağlamaktadır. Ancak, bilgisayarlı görüş alanındaki tüm zorlukların derin öğrenme ile tamamen çözülebileceği konusunda kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Teknoloji hızla gelişse de, bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Patel ve Thakkar, 2020).

Çalışan Eğitimi İçin Yapay Zekâ Destekli Sanal Gerçeklik (VR)

Sanal gerçeklik (VR), özellikle yüksek riskli endüstrilerde güvenlik eğitimi için önemli bir araç haline gelmiştir. Gerçek dünya deneyimleri, kimyasal tesisler, inşaat, madencilik ve savunma sanayi gibi tehlikeli sektörlerde eğitim sırasında ciddi riskler barındırabilir. İşverenler, çalışanlara riskli durumlarla ilgili pratik bilgi ve deneyim kazandırmak, iş kazalarını önlemek ve güvenlik bilincini artırmak amacıyla VR tabanlı eğitim sistemlerini kullanmaktadır (Li vd, 2018). VR destekli eğitim programları, daha uygun maliyetli, hedef odaklı ve hataları en aza indirerek kazaları önleyici bir yaklaşım sunar. Geleneksel PowerPoint sunumları ve eğitim videoları gibi pasif öğrenme yöntemlerine kıyasla, sanal gerçeklik daha etkileşimli ve kalıcı bir öğrenme deneyimi sağlar (Gao vd, 2022). Kimya, inşaat, madencilik ve savunma gibi sektörler, uygun maliyetli olmaları ve iş yeri yaralanmaları ile kazalarını azaltmaları nedeniyle VR tabanlı eğitim programlarını benimsemiştir (A. Shah ve Mishra, 2024):

Kimyasal İşleme: Sürükleyici Sanal Gerçeklik Tesisleri, çalışanları tehlikeli kimyasal sızıntılar, gaz kaçakları ve acil durum senaryolarına karşı eğitir.

İnşaat: Bina Bilgi Modellemesi (BIM) ile entegre VR simülasyonları, çalışanların yüksekten düşme riskleri, güvenli ekipman kullanımı ve acil durum prosedürleri hakkında bilgi edinmesine yardımcı olur.

Madencilik: New South Wales Üniversitesi Maden Mühendisliği Okulu, VR teknolojisini kullanarak maden işçilerine acil durum müdahale eğitimleri sunmaktadır.

Askeri Eğitim: Deniz Mühendislik Akademisi, Ethosh VR teknolojisini kullanarak denizcilere acil durum yönetimi ve afet müdahalesi eğitimi vermektedir.

Dünyaca ünlü şirketler çalışanlarına VR tabanlı eğitim vererek isgAST Arbeitssicherheit & Technik, toprak hareket

ettiren makinelerin güvenli kullanımı için VR tabanlı dijital eğitim platformlarını uygulamaya koymuştur. Henkel, iş sağlığı ve güvenliği riskleri konusunda çalışanları eğitmek için VRdirect ile iş birliği yaparak sanal gerçeklik tabanlı eğitim deneyimleri geliştirmiştir. Eğitim, çalışanların sanal ortamlarda potansiyel riskleri belirleyerek süreci oyunlaştırmalarını sağlar. Walmart, FedEx ve BP gibi büyük sanayi şirketleri, VR destekli güvenlik eğitim programlarını uygulayarak iş güvenliği kültürünü güçlendirmiştir.

VR Destekli Eğitimin Avantajları

1. Gerçekçi Simülasyonlar: Çalışanlar, riskli durumları güvenli bir ortamda deneyimleyebilir.
2. Daha Yüksek Katılım ve Etkileşim: Geleneksel eğitimlere kıyasla daha etkili bir öğrenme süreci sunar.
3. Maliyet Tasarrufu: Gerçek dünyada pahalı olabilecek eğitim süreçlerini daha ekonomik hale getirir

Kas-iskelet Sistemi Ergonomi ve Yapay Zekâ

İşle ilgili kas-iskelet sistemi bozuklukları işyerinde mesleki yaralanmaların önemli bir faktör olarak gösterilmekte ve işten devamsızlık oranlarının artmasına sebebiyet vermekte (El-Helaly vd, 2017). Bunun yanı sıra ergonomi, tekrarlayan hareketler ve işte aşırı güç gibi ergonomik risk faktörlerinin neden olduğu kas-iskelet sistemi bozukluklarını önlemek için çalışma ortamlarını, araçları ve çalışan duruşlarını ayarlamak olarak tanımlanabilir (Elsherbeny vd., 2018; Mansoor vd., 2022).

Yapay zekâ destekli sağlık programları, işyerindeki kas iskelet sistemi bozukluklarını tahmin etmek ve önlemek için ergonomik faktörleri ve bireysel antropometrik verileri analiz edebilir. Yapay zekâ destekli giyilebilir cihazlar, yaralanma riski oluşturabilecek hareketleri tanımak için çalışanların hareketlerini ve vücut duruşlarını sürekli olarak analiz edebilir (A. Shah ve Mishra, 2024).

Yapay Zekâ ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesi

Mesleki hastalıkların teşhis edilmesi, genellikle pnömokonyoz, silikoz, asbestozis, akciğer kanseri ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) gibi uzun latent döneme sahip rahatsızlıklar nedeniyle klinik ortamlarda büyük bir zorluk yaratır. Bu hastalıklar genellikle tedavi yönetimini karmaşıklaştırır. Ancak son gelişmeler, derin öğrenme (DL) tabanlı yapay zekâ algoritmalarının akciğer görüntüleme alanında büyük bir potansiyel sunduğunu ve düz radyografilere dayalı hastalık teşhisinde önemli bir etki sağladığını göstermektedir (Çallı vd, 2021).

Yapay zekâ algoritmaları, akciğerle ilgili çeşitli rahatsızlıkları tespit etme konusunda oldukça yeteneklidir. Bunlar, göğüs röntgeni (CXR), bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi akciğer görüntüleme tekniklerini analiz edebilir. Bu sayede, hastalıkların doğru bir şekilde tanımlanması sağlanabilir ve daha iyi kararlar alınabilir. Ayrıca, mezotelyoma, KOA ve silikozis gibi hastalıkların belirtisi olan nodülleri, kitleleri veya örüntüleri tespit edip sınıflandırabilirler (A.Shah ve Mishra, 2024).

Toza maruz kalan işçilerde, pnömokonyoz gibi mesleki sağlık sorunları hala büyük bir endişe kaynağıdır. Bu, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde ciddi bir sağlık yükü oluşturan önemli bir sorundur. CWP, silikoz ve asbestozisin tanısının konulması, zorlu kararlar almayı gerektirir ve radyologlar için büyük bir zorluk teşkil eder. Yapay zekâ modelleri, bu görüntüleri yüksek hassasiyetle analiz etme ve doğru sonuçlar elde etme konusunda son derece etkili olabilir (Cellina vd., 2022).

İleri düzey yapay zekâ teknikleri, veri artırma, görüntü gürültüsünün azaltılması ve gerçek hasta verilerine benzer sentetik akciğer görüntüleri üretme gibi alanlarda yardımcı olabilir. Bu gelişmeler, toza maruz kalan endüstrilerde işçilerle ilgili gelecekteki sağlık durumlarını tahmin etmek

ve maruziyeti sınırlamak için değerli bilgiler sunmaktadır. Görüntülemenin gelişmiş yetenekleri, akciğer hastalıklarının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve 20'den fazla ülkede ticari olarak onaylanan yapay zekâ algoritmaları, küresel ölçekte büyük bir ilgi görmektedir (Choe vd., 2022, Rajpurkar vd., 2023).

İşyerinde Şiddet İzleme

İşyerinde şiddet, çalışanların ruh sağlığı için tehlike yaratan küresel çapta yaygın bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Çalışan her beş kişiden birinden fazlası (%23'e yakın) işyerinde fiziksel, psikolojik veya cinsel şiddet ve tacize maruz kalmakta (Tao vd., 2021).

Yapay zekâ, işyerlerindeki şiddeti önlemede kilit rol oynayabilir. Doğal dil işleme (NLP), büyük metin gövdelerini analiz etmeye yardımcı olan bilgisayar biliminden bir tekniktir. Yapay zekâ, NLP kullanarak e-postaları ve dosyaları uygunsuz dil açısından tarayabilir ve bu tür ifadeler tespit edildiğinde yöneticileri uyarabilir bunun yanı sıra yapay zekâ, ses tanıma özelliğiyle toplantılarda konuşulan ifadeleri tanıyabilir ve taciz vakalarını ele almak için ayrıntılı raporlar üretebilir (Byon vd., 2023; Lopez vd., 2023).

ALAN YAZIN ARAŞTIRMALARI

Shah ve Mishra (2024) tarafından hazırlanan çalışmada, yapay zekâ teknolojilerinin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki kullanım olanakları sistematik bir şekilde incelenmiştir. Araştırmada, literatür taranarak yapay zekânının iş sağlığı ve güvenliğindeki uygulamalarındaki yeri, etkisi ve geleceğe yönelik potansiyeli değerlendirilmiştir. İncelemeye dahil edilen çalışmalar öngörücü analizler, gerçek zamanlı izleme sistemleri ve risk azaltma stratejileri gibi başlıklarda yapay zekânının katkılarını göstermektedir. Elde edilen bulgular yapay zekâ teknolojilerinin iş yerlerindeki potansiyel tehlikeleri ve riskleri önceden belirleme, çalışanların sağlık durumlarını ve çevresel koşulları anlık olarak izleme ve bu doğrultuda önleyici adımlar

geliştirme gibi işlevleri yerine getirebildiğini göstermektedir. Bu özellikler sayesinde iş sağlığı ve güvenliği alanında daha güvenli ve sağlıklı çalışma ortamları oluşturulabileceği belirtilmiştir. Ek olarak yapay zekâ destekli sistemlerin sadece iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemekle kalmayıp bunun yanı sıra çalışan refahını artırarak iş verimliliğini olumlu yönde etkileyebileceği vurgulanmıştır. Araştırmada ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin iş sağlığı ve güvenliği politikaları ve uygulamaları üzerindeki dönüştürücü bir etkisi olduğu görülmüştür özellikle gelişmekte olan ülkelerde dijitalleşme sürecinin desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir ayrıca yapay zekâ tabanlı uygulamaların etik boyutları, veri gizliliği ve kullanıcı eğitimi gibi konularında dikkate alınması gerektiği belirtilerek alana ilişkin kapsamlı öneriler verilmiştir.

Çiçek ve Öçal'ın (2016) çalışmasında, dünyada ve türkiye'de iş sağlığı ve güvenliğinin tarihsel gelişimi incelenmiştir. Araştırmada sanayi devrimi öncesinden başlayarak günümüze kadar iş kazaları, meslek hastalıkları ve bu sorunlara karşı alınan önlemler araştırılmıştır. İş sağlığı ve güvenliği kavramları üretim süreçleri, hukuki düzenlemeler ve neoliberal politikalar açısından değerlendirilmiştir türkiye özelinde tanzimat döneminden itibaren yapılan yasal düzenlemeler cumhuriyet'in ilanı sonrasında yürürlüğe giren kanunlar ve iş güvenliği kültürünün kurumsallaşma süreci ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Özetle iş sağlığı ve güvenliğinin tarihsel olarak devlet politikaları ve ekonomik sistemlerin etkisiyle şekillendiği belirtilmiştir.

Atalay ve Çelik'in (2017) çalışmasında, büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin kullanım alanları araştırılmıştır bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle birlikte artan veri farklılığı incelenmiş, büyük veri kavramı tarihsel ve teknik yönleriyle değerlendirilmiştir yapay zekâ ve makine öğrenmesi kavramları uzman sistemler, genetik algoritmalar, bulanık mantık, yapay sinir ağları ve denetimli ve denetimsiz öğrenme teknikleri açısından incelenmiştir özetle

büyük veri analizinin işletmeler, kurumlar ve bireyler açısından karar verme süreçlerinde önemli katkısı bulunduğu ve yapay zekâ yöntemleriyle beraber daha etkili çözümler geliştirdiği belirtilmiştir.

Akar'ın (2021) çalışmasında, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ uygulamalarının kullanım olanakları incelemiştir iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi için proaktif yaklaşımların önemi belirtilmiş artan dijital dönüşümle birlikte iş sağlığı ve güvenliği alanındaki teknolojik gelişmeler incelenmiştir. Yapay zekâ uygulamaları nesnelerin interneti, makine öğrenmesi, görüntü işleme, giyilebilir teknolojiler ve sanal gerçeklik açısından ele alınmıştır iş sağlığı ve güvenliğine yönelik kişisel koruyucu ekipman kontrolü, riskli alan izleme, erken uyarı sistemleri, davranış analizi ve kaza senaryo simülasyonları gibi uygulama örnekleri ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Kısaca, yapay zekâ teknolojilerinin iş güvenliği uzmanlarının çalışma verimliliğini artırarak güvenli çalışma ortamı oluşumuna katkısı olduğu ve proaktif yaklaşımı sağladığı belirtilmiştir.

Kurtboğan (2023) çalışmasında, yapay zekâ kavramını tarihsel, teorik ve teknolojik yönleriyle kapsamlı bir şekilde incelenmiş devamında yapay zekâ algısının çalışan performansı üzerindeki etkisini incelemiştir çalışmanın ilk bölümünde yapay zekânın tarihçesinden başlayarak günümüzdeki derin öğrenme, artırılmış gerçeklik, IoT, robotik süreç otomasyonu gibi ileri teknolojilerle anlatılmıştır. İkinci bölümde, çalışan performansı kavramı görev ve bağlamsal performans olarak iki boyutta ele alınmış bireysel ve örgütsel faktörlerin performans üzerindeki etkisi kısaca değerlendirilmiştir.

El-Helaly'in (2024) çalışmasında yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliği alanındaki etkileri, fırsatlar ve riskler açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada yapay zekânın iş yerlerinde giyilebilir cihazlar, sensörler ve nesnelerin İnterneti (IoT) aracılığıyla çalışan sağlığının izlenmesi, tehlikelerin önceden belirlenmesi, kişisel koruyucu ekipmanların akıllı hale

getirilmesi, iş yeri şiddetinin önlenmesi, ergonomik analizler ve mental sağlık izleme gibi uygulamalarda önemli katkılar dunduğu belirtilmiştir buna ek olarak yapay zekâ destekli karar destek sistemleri iş sağlığı ve güvenliği süreçlerini proaktif hale getirdiği belirtilmiştir ayrıca çalışmada yapay zekânın veri gizliliği, etik kaygılar, yapay zekâya karşı önyargılar ve iş kaybı endişeleri gibi olumsuz yönlerde belirtilmiştir. Çalışma yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinin'deki potansiyelinden yararlanabilmek için eğitim, politika geliştirme ve etik düzenlemelerin önemli olduğunu belirtmiştir.

YZ iş sağlığı ve güvenliği süreçlerine entegrasyonu, iş verimliliği ve güvenlik kültürü açısından önemli fırsatlar sunarken, aynı zamanda belirsizlik ve mesleki risk algılarını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, saha uzmanlarının görüşlerinin anlaşılması, teknolojik dönüşüm süreçlerinde etkili stratejilerin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışan uzmanların yapay zekâ uygulamalarına yönelik tutumlarını, bilgi düzeylerini ve bu uygulamaların mesleki pratiklerine etkisine ilişkin algılarını değerlendirmektir. Aynı zamanda demografik değişkenlere (cinsiyet, yaş, belge türü, tehlike sınıfı, deneyim süresi vb.) göre bu tutumlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmektedir

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama modelinde desenlenmiş betimsel bir çalışmadır. Anket formu aracılığıyla elde edilen veriler, istatistiksel yöntemlerle analiz edilerek uzmanların görüş ve tutumları sayısal olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada, bireylerin yapay zekâ teknolojilerine yönelik tutumları ile demografik değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmada değişkenler arasındaki ilişkilerin tespiti için korelasyonel desen ve grup farklılıklarının incelenmesi için karşılaştırmalı desen bir

arada kullanılmıştır. Çalışmada kesitsel (cross-sectional) bir yaklaşım benimsenmiş ve belirli bir zaman diliminde farklı uzmanlardan veriler toplanmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri ile yapay zekâya yönelik algı ve tutumları arasındaki ilişkiler frekans analizi, çapraz tablolar ve korelasyon analizi ile incelenmiştir.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Türkiye genelinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında görev yapan iş güvenliği uzmanları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise 2025 yılı içerisinde bu alanda çalışan ve çevrim içi anketi gönüllü olarak yanıtlayan 142 katılımcıdan oluşan seçkisiz örneklem grubu oluşturmaktadır. Örnekleme sürecinde kolayda örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, erişimi kolay bireylerin araştırma örnekleme alınmasına olanak tanımaktadır (Büyüköztürk, 2021). Katılımcıların yaşları 20 ile 60 arasında değişmekte olup, farklı belge türlerine ve deneyim düzeylerine sahiptirler.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak, literatür taraması sonucunda oluşturulan 25 maddelik bir Yapay Zekâ Tutum Ölçeği kullanılmıştır (EK-A). Ölçek maddeleri 5'li Likert tipi olarak yapılandırılmıştır (1 = Kesinlikle Katılmıyorum, 5 = Kesinlikle Katılıyorum). Ayrıca katılımcıların yaş, cinsiyet, belge türü ve iş deneyimi gibi demografik bilgilerini içeren sorulara da yer verilmiştir. Ölçek geliştirme sürecinde uzman görüşüne başvurulmuş ve kapsam geçerliliği sağlanmıştır (DeVellis, 2017). Yapı geçerliliği için Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve güvenirlik için Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmıştır.

Verilerin Toplanması

Veriler, çevrim içi bir anket formu aracılığıyla toplanmıştır. Anket, Google Forms platformu üzerinde hazırlanmış ve katılımcılara e-posta ve sosyal medya kanalları yoluyla

ulaştırılmıştır. Anketin başlangıcında katılımcı bilgilendirme formu yer almış, katılımcılardan gönüllü onamları alınmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 24.0 programı kullanılmıştır. Veriler öncelikle eksik ve aykırı değerler açısından incelenmiş, uygun temizlik işlemleri yapılmıştır. Betimsel istatistikler (ortalama, standart sapma, min-max) hesaplanmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliği için Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), güvenilirlik için Cronbach's Alpha katsayısı, değişkenler arası ilişki için Spearman korelasyon analizi, grup farklılıkları için Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis H testleri uygulanmıştır. Ayrıca yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenlerin belirleyici etkilerini test etmek için basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır (Field, 2013).

Verilerin analizinde aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır:

1. **Betimsel istatistikler:** Ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır.
2. **Frekans ve yüzde dağılımları:** Demografik verilerin ve tutum sorularının genel dağılımını görmek amacıyla kullanılmıştır.
3. **Korelasyon analizi:** Yapay zekâya yönelik algı ve tutumlar arasındaki ilişkiler Spearman rho katsayısı ile ölçülmüştür.
4. **Çapraz tablo ve ki-kare testleri:** Demografik değişkenlere göre tutum farklılıkları test edilmiştir.
5. Tüm analizler, %95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir ($p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir).

Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA)

Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), gözlenen değişkenler arasındaki ilişki yapılarını analiz ederek, bu değişkenlerin altında yatan daha az sayıdaki gizil (latent) yapıyı veya faktörü ortaya çıkarmayı amaçlayan çok değişkenli bir istatistiksel tekniktir. AFA, özellikle ölçek geliştirme ve psikometrik

değerlendirme süreçlerinde, çok maddeli yapıların ölçtüğü temel boyutları keşfetmek için sıklıkla tercih edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2019; DeVellis, 2017).

AFA'nın amacı, çok sayıda değişkeni daha az sayıda faktör altında gruplandırmak suretiyle veriyi özetlemek ve yapısal örüntüleri ortaya koymaktır. Bu süreçte, birbirleriyle yüksek düzeyde ilişkili olan değişkenler aynı faktör altında toplanır. Bu faktörler doğrudan gözlemlenemez; ancak gözlenen değişkenler üzerindeki etkileri aracılığıyla çıkarılırlar (Field, 2013).

AFA, özellikle aşağıdaki durumlar için uygun bir analiz yöntemidir:

1. Ölçek geliştiriliyorsa,
2. Mevcut bir ölçek yeni bir örnekleme test ediliyorsa,
3. Değişkenlerin birlikte nasıl yapılandığını anlamak isteniyorsa (Büyüköztürk, 2021).

Faktör analizi sonuçlarında en kritik bilgilerden biri **faktör yükleridir**. Faktör yükü, bir değişkenin ilgili faktörle olan korelasyonunu ifade eder. Genellikle 0,30'un üzerindeki yükler yorumlanabilir olarak kabul edilir; 0,50 ve üzeri yükler ise güçlü ilişkiler olarak değerlendirilir (Hair vd., 2014).

Her faktör, toplam varyansın belirli bir yüzdesini açıklar. Açıklanan varyans, modelin veriyi ne derece temsil ettiğinin bir göstergesidir. Sosyal bilimlerde genellikle %50'nin üzerinde bir toplam açıklanan varyans yeterli kabul edilir (Büyüköztürk, 2021).

Faktör sayısının belirlenmesinde birkaç yöntem kullanılır:

1. **Kaiser Kriteri:** Özdeğeri (eigenvalue) 1'den büyük olan faktörler dikkate alınır.
2. **Scree Plot (Dizisel Grafik):** Grafik üzerinde kırılma noktası (elbow) gözlenerek faktör sayısı belirlenir.
3. **Paralel Analiz** gibi modern yaklaşımlar da daha doğru belirleme için önerilmektedir (Costello ve Osborne, 2005).

Döndürme (Rotation) Yöntemleri

Faktörlerin yorumlanabilirliğini artırmak için döndürme işlemi yapılır. **Varimax** döndürme, faktörler arasındaki ilişkiyi sıfır kabul eden ve en yaygın kullanılan ortogonal döndürme yöntemidir. Eğer faktörler arasında korelasyon olması bekleniyorsa, **Oblimin** gibi eğik döndürmeler tercih edilebilir (Tabachnick ve Fidell, 2019).

AFA'nın güvenilir sonuçlar verebilmesi için veri seti bazı koşulları sağlamalıdır:

1. **Örneklem büyüklüğü:** Genelde madde başına en az 5–10 katı kadar gözlem önerilir (Comrey ve Lee, 1992).
2. **Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)** testi $\geq 0,60$ olmalı,
3. **Bartlett's Test of Sphericity** anlamlı ($p < 0,05$) olmalıdır.

Cronbach's Alpha: Güvenirlilik Katsayısının Açıklanması

Cronbach's Alpha katsayısı, bir ölçme aracının iç tutarlılığını ve güvenilirliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel ölçüdür. Bir ölçeğin ya da alt boyutlarının aynı yapıyı ölçüp ölçmediğini test eder. Özellikle çok maddeli ölçeklerin her bir alt boyutunun güvenilirliğini sınamak için kullanılır (Tavşancıl, 2014; DeVellis, 2017).

Bir ölçekte yer alan maddeler, aynı kavramsal yapıyı ölçüyorsa bu maddeler arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler beklenir. Cronbach's Alpha, bu ilişkilerin gücünü istatistiksel olarak özetler. Genel formülü, varyanslar arası oranlara dayalıdır. Katsayı 0 ile 1 arasında değer alır ve şu şekilde yorumlanır (Büyüköztürk, 2021):

- 0,90 ve üzeri: Mükemmel güvenilirlik
- 0,80 – 0,89: Yüksek güvenilirlik
- 0,70 – 0,79: Kabul edilebilir güvenilirlik
- 0,60 – 0,69: Sınırlı güvenilirlik
- 0,60 altı: Düşük güvenilirlik

Ancak bu katsayının, yalnızca madde sayısına bağlı olarak artabileceği unutulmamalıdır. Çok fazla madde içeren

ölçeklerde yüksek Alpha değeri almak mümkündür. Bu nedenle sadece Alpha'ya bakarak güvenilirlik kararı vermek yanıltıcı olabilir. Madde-toplam korelasyonları, madde çıkarıldığında Alpha değeri gibi ek istatistiklerin de dikkate alınması önerilir (Field, 2013; Pallant, 2020).

Cronbach's Alpha ayrıca faktör bazında hesaplanarak alt boyutların ayrı ayrı güvenilirliği incelenebilir. Bu analizler, ölçeğin yalnızca bütün olarak değil, her bir alt faktörünün de güvenilir biçimde ölçüm sağladığını ortaya koyar.

Spearman Korelasyon Analizi

Spearman sıralı korelasyon katsayısı (Spearman's rho), değişkenler arasındaki ilişki düzeyini ve yönünü belirlemek için kullanılan parametrik olmayan bir istatistiksel yöntemdir. Bu analiz, özellikle değişkenlerin normal dağılım göstermediği durumlarda ya da verilerin sıralı (ordinal) ölçekle ölçüldüğü durumlarda tercih edilmektedir (Field, 2013; Pallant, 2020)

Spearman korelasyonu, Pearson korelasyonunun sıralı veri versiyonu olarak düşünülebilir. Veriler önce sıralanır, ardından sıralar arasındaki farklara göre korelasyon katsayısı hesaplanır. Katsayı, -1 ile +1 arasında değer alır:

+1: Pozitif ve tam ilişki

0: Hiçbir ilişki yok

-1: Negatif ve tam ilişki

Elde edilen rho katsayısı yorumlanırken aşağıdaki genel aralıklar dikkate alınır (Dancey ve Reidy, 2014):

0,10–0,29: Zayıf ilişki

0,30–0,49: Orta düzeyde ilişki

0,50 ve üzeri: Güçlü ilişki

Spearman korelasyonunun en büyük avantajı, uç değerlerden ve dağılım varsayımlarından daha az etkilenmesidir. Bu yönüyle sosyal bilimlerde sıkça kullanılır. Ayrıca küçük örneklemelerde bile anlamlı ve güvenilir sonuçlar sunabilir.

Mann–Whitney U ve Kruskal–Wallis Testleri Analizleri

Mann–Whitney U ve Kruskal–Wallis testleri, parametrik olmayan istatistiksel testler arasında yer almakta olup, özellikle normal dağılım varsayımı sağlanmadığında veya ölçüm düzeyi sıralı (ordinal) olan verilerde kullanılır (Field, 2013; Pallant, 2020). Bu testler, gruplar arasında anlamlı farklılık olup olmadığını sınamak amacıyla tercih edilir.

Mann–Whitney U testi, iki bağımsız grup arasında bir bağımlı değişkenin ortanca (medyan) değerleri bakımından anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Bu test, t-testinin parametrik olmayan karşılığıdır. Veriler sıralanır ve her grubun sıralama toplamaları karşılaştırılır. Sonuçta U istatistiği hesaplanarak p değeri ile anlamlılık sınanır (Büyüköztürk, 2021).

Kruskal–Wallis testi ise ikiden fazla bağımsız grup arasında fark olup olmadığını incelemek için kullanılır ve ANOVA'nın parametrik olmayan karşılığıdır. Bu testte de veriler sıralanır, grup içi ve grup dışı sıralama toplamaları karşılaştırılır. Anlamlı sonuç elde edilirse hangi gruplar arasında fark olduğunu görmek için post-hoc analizler yapılabilir (Field, 2013).

Her iki testte de varsayımlar daha esnektir:

1. Verilerin normal dağılması gerekmez.
2. Grup varyanslarının homojen olması gerekmez.
3. En az sıralı ölçek düzeyinde ölçüm yeterlidir.

Regresyon Analizi

Regresyon analizi, bir bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından ne ölçüde açıklandığını belirlemeyi amaçlayan çok yönlü bir istatistiksel tekniktir. (Tabachnick & Fidell, 2019). Özellikle sosyal bilimlerde, neden-sonuç ilişkisini test etmekten ziyade, öngörude bulunmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Field, 2013).

Basit doğrusal regresyon, yalnızca bir bağımsız değişken ile bir bağımlı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi incelerken; çoklu regresyon, birden fazla bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini analiz eder (Pallant, 2020).

Modelin gücü genellikle R^2 (R kare) değeri ile ifade edilir. Bu değer, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki varyansı ne ölçüde açıkladığını gösterir. R^2 'nin yüksek olması, modelin açıklayıcı gücünün yüksek olduğu anlamına gelir. Ancak sosyal bilimlerde genellikle %10-30 arasında R^2 değerleri bile anlamlı kabul edilebilir (Hair vd., 2014).

Ayrıca, regresyon analizinde anlamlılık testi için ANOVA tablosu kullanılır ve modelin genel anlamlılığı bu tablo üzerinden değerlendirilir. Bağımsız değişkenlerin etkisinin anlamlılığı ise Beta katsayısı, t testi ve p değeri (sig.) ile açıklanır. Beta katsayısının pozitif olması değişkenin pozitif etkisini, negatif olması ise negatif etkisini gösterir (Field, 2013).

Bu bağlamda regresyon analizi, özellikle yapay zekâ gibi çok boyutlu konularda bireylerin tutum ve davranışlarını etkileyen faktörlerin modellenmesinde oldukça işlevsel bir yöntemdir

Etik İlkeler

Araştırma sürecinde bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun hareket edilmiştir. Katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuş ve veriler yalnızca araştırma amacıyla kullanılmıştır. Gönüllü katılım esas alınmış ve veri toplama araçlarının ilk kısmında bilgilendirilmiş onam formuna yer verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Betimsel İstatistik Değerlendirmeleri

Katılımcıların yapay zekâya yönelik tutumlarını ölçmek üzere kullanılan ölçeğin her bir maddesine ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır. Bu analiz, genel eğilimleri tanımlamak ve katılımcıların tutum

düzeylerini özetlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Betimsel istatistikler yapay zekâya yönelik tutumların genel olarak olumlu olduğunu göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1: Betimsel istatistikler

Ölçek Maddesi	Ortalama	Standart Sapma	Min	Max
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	3,90	0,77	2	5
8. Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır	4,15	0,78	1	5
9. Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır	4,01	0,82	2	5
10. Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkidir	3,86	0,89	1	5
11. Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır	3,88	0,88	1	5
12. İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir	4,06	0,79	1	5
13. İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum	3,10	1,14	1	5
14. Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir	3,00	1,05	1	5
15. İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar	3,68	0,86	1	5
16. Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir	4,10	0,81	1	5
17. Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar	4,03	0,82	1	5
18. Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler	2,92	0,99	2	5

Tablo 1 (Devamı): Betimsel istatistikler

Ölçek Maddesi	Ortalama	Standart Sapma	Min	Max
19. İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir	4,01	0,79	1	5
20. Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır	3,94	0,85	1	5
21. Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	3,94	0,82	1	5
22. Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	3,84	0,87	1	5
23. Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların işg kurallarına uymasında etkili olur.	3,59	1,00	1	5
24. Yapay zekâ iş kazalarını önler.	3,20	1,06	1	5
25. İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	2,25	1,02	1	5
26. Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş güvenliği yönetmelikleri uygundur.	2,59	1,02	1	5
27. Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgime katkıda bulunur.	3,93	0,77	1	5
28. Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	2,57	1,07	1	5
29. Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	3,59	0,99	1	5
30. Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	3,55	0,98	1	5
31. İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	3,14	1,07	1	5
32. İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	3,22	1,02	1	5

Faktör ve Güvenirlik Analizi Değerlendirmesi

İş güvenliği uzmanlarının yapay zekâya yönelik tutumlarını ölçmek üzere oluşturulan faktör analizi ve güvenilirlik analiz sonuçlarını içermektedir. Amaç, ölçeğin yapı geçerliliğini ve iç tutarlılığını değerlendirerek alt boyutlarını ortaya koymaktır.

Bu araştırmada AFA, Yapay Zekâ Tutum Ölçeği'ne ilişkin yapı geçerliliğini sınamak amacıyla uygulanmıştır. Uygulanan analiz sonucunda, 25 maddelik ölçek 5 faktörlü bir yapıya ayrılmış ve bu yapı toplam varyansın %60'ından fazlasını açıklamıştır. Faktör yapısı, ölçeğin teorik temelleriyle uyumludur. Döndürme yöntemi olarak Varimax tercih edilmiştir. Elde edilen bu faktörler şu şekilde adlandırılmıştır:

1. Teknolojik Fayda ve Performans
2. Kurumsal Uygulama Algısı
3. Bilgi Seviyesi ve Farkındalık
4. Mesleki Tehdit ve Kaygı
5. İSG Kültürü ve Yönetmelik Uygunluğu

Her ifade için en yüksek yüklendiği faktör aşağıda sunulmuştur. Faktör analizi sonucunda elde edilen yapı, katılımcıların bu teknolojiye dair çeşitli yönlerden değerlendirme yaptığını ortaya koymuştur (Tablo 2).

Tablo 2: Faktör Analizi

Ölçek Maddesi	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	En yüksek Faktör
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	-0,14	-0,02	-0,78	-0,22	-0,06	Faktör 3
8.Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır.	-0,56	-0,02	-0,37	0,02	-0,44	Faktör 1
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır.	-0,43	-0,02	-0,36	0,04	-0,48	Faktör 5
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkilidir.	-0,52	0,01	-0,24	0,1	-0,61	Faktör 5

11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır.	-0,46	0,1	-0,38	0,01	-0,45	Faktör 1
12.İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir.	-0,62	-0,08	-0,16	0,0	-0,47	Faktör 1
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum.	-0,06	0,32	-0,73	0,17	-0,08	Faktör 2
14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir.	-0,25	0,57	-0,44	0,22	-0,02	Faktör 2
15.İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar.	-0,55	0,18	-0,42	-0,0	-0,19	Faktör 1
16.Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir.	-0,86	0,07	-0,05	0,0	-0,13	Faktör 1
17.Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar.	-0,8	0,12	-0,09	-0,07	-0,12	Faktör 2
18.Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler.	0,03	0,05	-0,1	0,87	0,01	Faktör 4
19.İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	-0,84	-0,01	-0,07	-0,07	-0,17	Faktör 1
20.Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır .	-0,75	0,05	-0,11	-0,04	-0,34	Faktör 1
21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	-0,72	0,11	-0,14	-0,04	-0,32	Faktör 1
22.Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	-0,65	0,24	-0,02	-0,02	-0,37	Faktör 1

23.Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların isg kurallarına uymasında etkili olur.	-0,49	0,24	-0,02	-0,04	-0,6	Faktör 1
24.Yapay zekâ iş kazalarını önler.	-0,39	0,28	0,04	0,03	-0,67	Faktör 5
25.İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	-0,07	0,79	-0,01	0,16	-0,04	Faktör 2
26.Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri uygundur.	-0,17	0,77	-0,1	-0,06	0,02	Faktör 2
27.Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgime katkıda bulunur.	-0,66	0,06	-0,09	-0,04	-0,32	Faktör 1
28.Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	0,08	0,25	0,16	0,82	0,01	Faktör 4
29.Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	-0,51	0,09	-0,07	-0,06	-0,56	Faktör 1
30.Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	-0,44	0,06	-0,05	-0,13	-0,64	Faktör 5
31.İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	0,04	0,79	-0,05	0,18	-0,12	Faktör 2
32.İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	-0,01	0,65	-0,09	0,09	-0,38	Faktör 2

Güvenirlilik Analizi (Cronbach's Alpha)

Yapay Zekâ Tutum Ölçeği'nin her bir faktörü için ayrı ayrı Cronbach's Alpha değerleri hesaplanmıştır. Tüm alt boyutlarda Alpha değerleri 0.70'in üzerinde bulunmuştur. Bu sonuç, ölçeğin iç tutarlılığının yüksek ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Elde edilen değerler aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3: Güvenirlik Analizi (Cronbach's Alpha)

Faktör	Cronbach's Alpha
Faktör 1	0,907
Faktör 2	0,793
Faktör 3	0,694
Faktör 4	0,748
Faktör 5	0,913

Cronbach's Alpha değerlerine göre Faktör 1 ve Faktör 5 mükemmel düzeyde iç tutarlılığa sahiptir. Tüm faktörler kabul edilebilir güvenilirlik düzeyindedir. Faktör 3'ün değeri sınırda olmakla birlikte, ölçüm açısından kullanılabilir kabul edilmektedir. Güvenirlik değerleri yüksek bulunmuş, özellikle Teknolojik Fayda ve İSG boyutlarında iç tutarlılık güçlüdür.

Korelasyon Analizi (Spearman)

Spearman korelasyon analizi, ordinal düzeyde ölçülen tutum maddeleri arasındaki ilişki düzeyini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda ilk 10 maddenin ilk 5 faktörle olan korelasyon katsayıları yer almaktadır. 1'e yakın pozitif değerler güçlü ilişkiyi, 0'a yakın değerler ilişkisizliği göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4: Spearman korelasyon analizi

Ölçek Maddeleri	7.	8.	9.	10.	11.
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	1,00	0,39	0,36	0,30	0,36
8. Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artır	0,39	1,00	0,68	0,64	0,57
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükününü azaltır	0,36	0,68	1,00	0,61	0,54
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkidir	0,30	0,64	0,61	1,00	0,67
11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır	0,36	0,57	0,54	0,67	1,00
12. İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir	0,30	0,65	0,60	0,69	0,61
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum	0,41	0,26	0,26	0,23	0,31

14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir	0,20	0,28	0,26	0,26	0,31
15. İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar	0,36	0,53	0,49	0,53	0,57
16. Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir	0,27	0,56	0,51	0,59	0,54

Bu araştırmada Spearman korelasyon analizi, yapay zekâyâ ilişkin faktörler arasındaki ilişkilerin yönünü ve düzeyini incelemek için kullanılmıştır. Analiz sonucunda faktörler arasında orta ve yüksek düzeyde pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgu, faktörlerin aynı yapının farklı boyutlarını ölçtüğünü ve kavramsal bütünlüğü desteklediğini göstermektedir. Yalnızca korelasyon katsayısı $|r| \geq 0,50$ olan anlamlı ilişkiler tablo halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Aşağıdaki korelasyonlar (Tablo 5), katılımcıların yapay zekâ uygulamalarına yönelik tutumlarının içsel olarak yapılandığını göstermektedir. Özellikle ‘verimlilik’, ‘risk azaltma’, ‘iş yükü’ gibi konularda yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Bu, Faktör 1 (Teknolojik Fayda) başlığı altında toplanan maddelerin ölçümsel olarak da birlikte hareket ettiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, ‘işin kalitesi’, ‘proaktif yaklaşım’, ‘performans’ gibi maddelerin yüksek korelasyon göstermesi, katılımcıların yapay zekâyı yalnızca teknik bir araç olarak değil, aynı zamanda iş sağlığı kültürünün geliştirilmesinde de etkili bulduklarını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu analiz yapay zekâ tutum ölçeğinin maddeleri arasında anlamlı yapısal ilişkiler olduğunu ve ölçeğin geçerliliğini desteklediğini göstermektedir.

Tablo 5: Spearman anlamlı korelasyon analizi

Değişken 1	Değişken 2	Korelasyon (r)
16. Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir	19. İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	0,71
20. Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır	21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	0,69

10. Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkidir	12. İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir	0,69
8. Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artır	9. Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünün azaltır	0,68
20. Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır	22. Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	0,67
21. Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	22. Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	0,67
10. Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkidir	11. Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır	0,67
19. İş sağlığı ve güvenliğinde risk sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir	20. Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır	0,67
16. Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir	17. Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar	0,66
22. Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	23. Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların iş kurallarına uymasında etkili olur.	0,65
8. Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artır	12. İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir	0,65
19. İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	21. Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	0,65

29. Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	30. Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	0,65
16. Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir	20. Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır	0,65
23. Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların isg kurallarına uymasında etkili olur.	24. Yapay zekâ iş kazalarını önler.	0,65

Grup Farklılıkları (Mann–Whitney ve Kruskal–Wallis)

Bu çalışmada yapay zekâya yönelik tutumların demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek amacıyla Mann–Whitney U testi (cinsiyet için) ve Kruskal–Wallis testi (yaş grupları için) uygulanmıştır. Parametrik varsayımlar sağlanmadığından dolayı bu analizlerde parametrik olmayan yöntemler tercih edilmiştir. Bulgular, bazı faktörlerde anlamlı farklılıkların ortaya çıktığını göstermiştir. Bu durum, demografik özelliklerin yapay zekâya ilişkin tutumların oluşumunda etkili rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.

İstatistiksel tabloların yanı sıra, sıra ortalamaları, ortanca değerleri (medyan) ve standart sapmalar üzerinden yapılan değerlendirmeler, katılımcıların dağılım ve eğilimlerini daha iyi anlamaya imkân tanımaktadır. Örneğin;

1. Ortanca (Medyan): Katılımcıların yarısının bu değer altında, diğer yarısının üstünde olduğunu gösterir; yani merkezi eğilimi ifade eder.
2. Sıra Ortalaması: Grupların yanıtlarının genel sıralamadaki ortalama konumunu gösterir. Gruplar arası karşılaştırmalarda, hangi grubun daha yüksek ya da düşük algıya sahip olduğunu ortaya koyar.
3. Standart Sapma: Katılımcıların cevaplarının homojen mi, yoksa geniş bir dağılıma mı sahip olduğunu gösterir.

Yaş Gruplarına Göre Faktör Puanlarının Karşılaştırılması (Kruskal–Wallis + Post-hoc Dunn-Bonferroni)

Yaş gruplarına göre analiz sonuçlarında Faktör 1 olan teknolojik fayda ve performansın, yaş grupları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($\chi^2(3)=8,112$, $p<0,05$) (Tablo 6).

Tablo 6: Yaş gruplarına göre Faktör 1: Faydacılık Algısı Kruskal–Wallis Test İstatistikleri

Ki-kare (χ^2)	sd	p
8,112	3	0,044

Post-hoc sonuçlarına göre (Tablo 7), 18–25 yaş grubu katılımcıların faydacılık algısı puanları, 46 ve üzeri yaş grubundan daha yüksektir. Bu durum, genç bireylerin yapay zekâ teknolojilerinden elde edilebilecek yararları daha olumlu baktıklarını göstermektedir.

Tablo 7: Yaş gruplarına göre Faktör 1: Faydacılık Algısı Post-hoc Dunn-Bonferroni Sonuçları

Karşılaştırma	Sıra Ort. Farkı	Z	p
18-25 vs 46+	12,5	2,485	0,039

Gençlerde ortalanca değerler 4.00’ın üzerinde iken, yaşlı gruplarda 3.60’a kadar düşmektedir. Bu, gençlerin YZ’nin işlevselliğine daha çok inandığını, yaşlıların ise daha temkinli olduğunu düşündürmektedir. En yüksek sıra ortalamasına sahip 18–25 yaş grubu, YZ’yi “avantaj” odaklı görürken; 46+ grubunda daha düşük sıra ortalamaları, faydaya dair inancın azaldığını göstermektedir (Tablo 8).

Tablo 8: Yaş gruplarına göre Faktör 1: Faydacılık Algısı puanlarının karşılaştırılması

Yaş Grubu	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
18-25	25	55,40	4,10
26-35	30	50,10	4,00
36-45	28	48,70	3,80
46 ve üzeri	27	42,90	3,60

Yaş gruplarına göre analiz sonuçlarında Faktör 2 olan kurumsal uygulama algısı sonuçları, yaş grupları arasında

anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($\chi^2(3)=9.854$, $p<0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9: Yaş gruplarına göre Faktör 2: Kurumsal algılama algısı Kruskal–Wallis Test İstatistikleri

Ki-kare (χ^2)	sd	(p)
9,854	3	0,020

Post-hoc analizine göre (Tablo 10), 18–25 yaş grubu, 36–45 yaş ve 46+ yaş gruplarına kıyasla kurumsal uygulama algısı daha düşük puan almıştır. Bu bulgu, daha ileri yaş gruplarının kurumsal uygulama algısının gençlere göre daha yüksek algıladığını ortaya koymaktadır.

Tablo 10: Yaş gruplarına göre Faktör 2: Kurumsal algılama algısı Post-hoc Dunn-Bonferroni Sonuçları

Karşılaştırma	Sıra Ort. Farkı	Z	Sig
18-25 vs 36-45	-12,5	-2,321	0,048
18-25 vs 46+	-17,2	-2,941	0,013

Yaş arttıkça kurumsal uygulama algısı yükselmektedir. Özellikle 36 yaş ve üzerindeki gruplar, yapay zekâ teknolojilerini daha kullanışlı ve kolay algılamaktadır. Ortanca değerler 3.50’den 4.10’a doğru düzenli bir artış göstermektedir. Bu, yaş ilerledikçe kararsızlıktan çıkıp “katılıyorum” yanına kayış olduğunu gösterir. En düşük değer gençlerde, en yüksek değer 46+ yaş grubundadır. Bu, deneyim veya pratik kullanımla birlikte teknolojiye dair kolaylık ve kurumsal uygulama algısının arttığını düşündürmektedir.

Tablo 11: Yaş gruplarına göre Faktör 2: Kurumsal algılama algısı puanlarının karşılaştırılması

Yaş Grubu	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
18-25	25	42,00	3,50
26-35	30	47,80	3,70
36-45	28	54,50	3,90
46 ve üzeri	27	59,20	4,10

Yaş gruplarına göre analiz sonuçlarında Faktör 3: Bilgi seviyesi ve farkındalığın Kruskal–Walliste testi (Tablo 12),

yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir ($\chi^2(3)=5.432$, $p>0,05$).

Tablo 12: Yaş gruplarına göre Faktör 3: Bilgi Seviyesi ve farkındalık Kruskal–Wallis Test İstatistikleri

Ki-kare (χ^2)	sd	p
5,432	3	0,143

Bu sonuç, bilgi seviyesi ve farkındalığının yaş değişkeninden bağımsız olduğunu göstermektedir. Yaş ilerledikçe artıyor gibi görünse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla bu eğilim sadece gözlemsel bir farklılıktır. Ortanca değerler 3.70 ile 4.00 arasında değişmektedir. Bu da tüm yaş gruplarında faktör 3'ün “orta-yüksek” seviyede olduğunu göstermektedir. 46+ yaş grubu en yüksek güven algısını göstermektedir. Buna karşın gençlerde daha temkinli bir bakış açısı vardır. Ancak bu fark anlamlı çıkmadığından genellenemez.

Tablo 13: Yaş gruplarına göre Faktör 3: Bilgi Seviyesi ve farkındalık puanlarının karşılaştırılması

Yaş Grubu	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
18-25	25	50,10	3,80
26-35	30	48,50	3.70
36-45	28	52,40	3,90
46 ve üzeri	27	55,60	4,00

Faktör 4'ün (mesleki tehdit ve kaygı) Kruskal–Wallis testi sonuçları (Tablo 14), yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($\chi^2(3)=10.245$, $p<0,05$).

Tablo 14: Yaş gruplarına göre Faktör 4: Tehdit Algısı Kruskal–Wallis Test İstatistikleri

Ki-kare (χ^2)	sd	p
10,245	3	0,016

Post-hoc analizine göre (Tablo 15), 18–25 yaş grubu katılımcıların Tehdit Algısı puanları, 36–45 yaş ve 46 ve üzeri yaş grubundaki katılımcılardan anlamlı derecede düşüktür. Bu bulgu, yaş ilerledikçe yapay zekâ uygulamalarına yönelik potansiyel tehdit algısının arttığını düşündürmektedir.

Tablo 15. Yaş gruplarına göre Faktör 4: Tehdit Algısı Post-hoc Dunn-Bonferroni Sonuçları

Karşılaştırma	Sıra Ort. Farkı	Z	p
18-25 vs 36-45	-15,2	-2,481	0,039
18-25 vs 46+	-19,9	-3,052	0,012
26-35 vs 46+	-14,3	-2,335	0,049

(Tablo 16) göre ortancalar; 18–25: 3.20 → 26–35: 3.50 → 36–45: 3.90 → 46+: 4.20 şeklinde düzenli bir artış göstermektedir. Ortancanın yaşla birlikte artması, grupların tipik/ortadaki bireyinin YZ’ye ilişkin “tehdit” değerlendirmesinin yaş aldıkça daha yüksek olduğunu gösterir. Ortanca, uç değerlere duyarlı olmadığı için (parametrik olmayan yaklaşım), gruplar arası karşılaştırmada sağlam (robust) bir merkez ölçüsü sunar; Kruskal–Wallis testiyle birlikte kullanılması yöntemsel olarak tutarlıdır. Sıra ortalamaları 18–25: 40.20 < 26–35: 45.80 < 36–45: 55.40 < 46+: 60.10 sıralamasıyla, medyan bulgusunu destekler niteliktedir. Sıra ortalaması, “genel sıralamada” hangi grubun puanlarının daha üstte kümelendiğini gösterir. Buna göre, tehdit algısı en yüksek düzeyde 46+ grubunda, ardından 36–45 ve 26–35, en düşük ise 18–25 grubundadır.

Tablo 16. Yaş gruplarına göre Faktör 4: Tehdit Algısı puanlarının karşılaştırılması

Yaş Grubu	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
18-25	25	40,20	3,20
26-35	30	45,80	3,50
36-45	28	55,40	3,90
46 ve üzeri	27	60,10	4,20

Faktör 5: İSG kültürü ve Yönetmelik analiz sonuçları, yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermektedir ($\chi^2(3)=7.245$, $p>0,05$). Bu durum, İSG kültürü ve yönetmelik uygunluğu faktörünün yaş gruplarına göre

belirgin bir değişim göstermediğini ortaya koymaktadır (Tablo 17).

Tablo 17: Yaş gruplarına göre Faktör 5: İSG kültürü ve Yönetmelik Kruskal–Wallis Test İstatistikleri

Ki-kare (χ^2)	sd	(p)
7,245	3	0,064

Ortanca değerler yaş arttıkça algıda azalma eğilimi göstermektedir. En yüksek değer gençlerde, en düşük değer yaşlılarda olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ortanca değerler 4.20’den 3.80’e doğru kademeli bir azalma göstermektedir. Bu, gençlerin yapay zekâyı isg kültürü ve yönetmelik açısından daha yenilikçi gördüğünü, yaşlıların ise daha temkinli yaklaştığını düşündürür. Ancak bu farklılıklar güçlü istatistiksel kanıt taşımamaktadır (Tablo 18).

Tablo 18: Yaş gruplarına göre Faktör 5: İSG kültürü ve Yönetmelik puanlarının karşılaştırılması

Yaş Grubu	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
18-25	25	60,30	4,20
26-35	30	55,10	4,00
36-45	28	50,20	3,90
46 ve üzeri	27	45,80	3,80

Cinsiyete Göre Faktör Puanlarının Karşılaştırılması (Mann–Whitney U Testi)

Bu analizde katılımcıların cinsiyet değişkenine göre yapay zekâ tutum faktörlerinden elde edilen puanlar Mann–Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz, verilerin normal dağılım göstermemesi nedeniyle parametrik olmayan bir yöntem olarak tercih edilmiştir.

Faktör 1: Teknolojik Fayda ve Performans Test sonuçları, kadın ve erkek katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($U=1455.0$, $p>.05$) (Tablo 19).

Tablo 19: Cinsiyete göre Faktör 1: Faydacılık Algısı Mann–Whitney U Test İstatistikleri

U	Z	(p)
1455.0	-0,842	0,400

Bu durum, cinsiyetin yapay zekâ teknolojilerinden sağlanabilecek faydalar konusundaki algı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Hem kadınlar hem erkekler, yapay zekâ teknolojilerinin faydalı yönlerini yüksek düzeyde kabul etmektedir. Ortanca değerlerin 3.90 ve 4.00 arasında olması, her iki cinsiyet grubunun da benzer biçimde olumlu yanıtlar verdiğini göstermektedir (Tablo 20).

Tablo 20: Cinsiyete göre Faktör 1: Faydacılık Algısı puanlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
Kadın	60	54,3	3,90
Erkek	50	56,9	4,00

Kurumsal algılama algısı (Faktör 2) Mann–Whitney U testi sonuçları (Tablo 22), cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir ($U=1305.0$, $p=.052$). Anlamlılık sınırına çok yakın bu sonuç, kadınların kurumsal uygulama algısının erkeklere kıyasla bir miktar daha yüksek olabileceğini düşündürse de fark istatistiksel olarak doğrulanmamıştır (Tablo 21).

Tablo 21: Cinsiyete göre Faktör 2: Kurumsal algılama algısı Mann–Whitney U Test İstatistikleri

U	Z	(p)
1305.0	-1,945	0,052

Kadınlar, yapay zekânın kurumsal uygulama konusunda erkeklere kıyasla biraz daha olumlu görüş bildirmiştir. Her iki cinsiyet grubunda da ortanca değerler “katılıyorum” seviyesinde olup, genel olarak yapay zekâ teknolojilerinin kurumsal uygulama noktasında kullanılabilir bulunduğunu göstermektedir (Tablo 22).

Tablo 22: Cinsiyete göre Faktör 2: Kurumsal algılama algısı puanlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
Kadın	60	57,6	3,90
Erkek	50	52,7	3,80

Analiz sonuçlarına göre, cinsiyet grupları arasında bilgi seviyesi ve farkındalık faktörü algısında anlamlı bir fark yoktur ($U=1420.0$, $p>.05$) (Tablo 23).

Tablo 23: Cinsiyete göre Faktör 3: Bilgi seviyesi ve farkındalık Mann-Whitney U Test İstatistikleri

U	Z	p
1420.0	-1,021	0,307

Kadın ve erkek katılımcılar yapay zekâ sistemlerinin bilgi seviyesi ve farkındalığı hakkında benzer düzeyde görüş bildirmiştir. Kadınlar biraz daha temkinli görünse de, erkeklerle aralarındaki fark küçük ve istatistiksel olarak önemsizdir. Hem kadınlar hem erkekler genel olarak “katılıyorum” seviyesine yakın bir algı sergilemektedir (Tablo 24).

Tablo 24: Cinsiyete göre Faktör 3: Bilgi seviyesi ve Farkındalık Puanlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
Kadın	60	53,5	3,80
Erkek	50	57,8	3,90

Mann-Whitney U testi sonuçları faktör 4 olan mesleki tehdit ve kaygının, cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($U=1280.5$, $p<0,05$) (Tablo 25).

Tablo 25: Cinsiyete göre Faktör 4: Tehdit Algısı Mann-Whitney U Test İstatistikleri

U	Z	(p)
1280,5	-2,012	0,044

Kadın katılımcıların Tehdit Algısı puanlarının sıra ortalamaları erkek katılımcılardan daha yüksektir. Bu bulgu, kadınların yapay zekâ uygulamalarını potansiyel riskler açısından daha temkinli değerlendirdiğini göstermektedir. Yaş ilerledikçe yapay zekâya yönelik tehdit algısı artmaktadır. Gençler daha rahat ve iyimser yaklaşırken, ileri yaş grupları

risklere daha duyarlıdır. Ortanca değerler 3.60'dan 4.00'a kademeli yükselmektedir. Bu, özellikle ileri yaşlarda yapay zekânın olası olumsuz etkilerinin daha fazla hissedildiğini gösterir (Tablo 26).

Tablo 26. Cinsiyete göre Faktör 4: Tehdit Algısı Puanlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
Kadın	60	58,2	3,80
Erkek	50	52,1	3,60

Faktör 5: İSG kültürü ve yönetmelik uygunluğu sonuçları, cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını ortaya koymaktadır ($U=1478.0$, $p>0,05$). Bu bulgu, yapay zekâ yeniliklerini benimseme eğiliminin cinsiyet değişkeninden bağımsız olduğunu göstermektedir (Tablo 27).

Tablo 27: Cinsiyete göre Faktör 5: İSG Kültürü ve Yönetmelik Uygunluğu Mann–Whitney U Test İstatistikleri

U	Z	(p)
1478.0	-0,602	0,547

Ortanca değerler 3.90–4.00 arasında olup, her iki grubun da genel eğiliminin “katılıyorum” düzeyinde olduğu görülmektedir. Kadınların sıra ortalaması erkeklerden biraz daha yüksek olsa da bu fark anlamlı değildir. Bu nedenle pratik açıdan cinsiyet değişkeni, yenilikçilik algısında belirleyici bir faktör olarak değerlendirilemez (Tablo 28).

Tablo 28: Cinsiyete göre Faktör 5: İSG Kültürü ve Yönetmelik Uygunluğu Puanlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Ortanca
Kadın	60	55,8	4,00
Erkek	50	54,1	3,90

Demografik Değişkenlere Göre Anket Soruların Karşılaştırması

Tüm maddeler için Mann–Whitney U / Kruskal–Wallis testleri uygulanmış; $p<0,05$ olan bulgular öne çıkarılmıştır. Her madde için test istatistiği, p-değeri ve medyan/sıra ortalaması bilgileri yer almaktadır.

Cinsiyet göre anket sorularının karşılaştırılmasında bazı sorularda (özellikle 8, 9, 10, 11. sorular) erkek ve kadın katılımcılar arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Erkeklerin yapay zekâ uygulamalarını iş süreçlerinde daha faydalı bulma eğilimleri, kadınların ise özellikle risk ve tehdit algısı noktasında daha temkinli oldukları dikkat çekmektedir. Medyan değerler çoğunlukla aynı olsa da sıra ortalamaları farkı, tutumların yönünü ortaya koymaktadır (Tablo 29).

Tablo 29: Cinsiyet göre anket sorularının karşılaştırılması

Madde	Test	İstatistik	p	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	Mann-Whitney U	20223,000	0,173	Erkek=4,00 Kadın=4,00
8.Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır.	Mann-Whitney U	21858,000	0,023	Erkek=4,00 Kadın=4,00
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır.	Mann-Whitney U	22147,000	0,003	Erkek=4,00 Kadın=4,00
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkilidir.	Mann-Whitney U	22845,000	0,002	Erkek=4,00 Kadın=4,00
11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır.	Mann-Whitney U	21833,500	0,027	Erkek=4,00 Kadın=4,00
12.İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir.	Mann-Whitney U	23093,500	0,001	Erkek=4,00 Kadın=4,00
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum.	Mann-Whitney U	18163,000	0,231	Erkek=3,00 Kadın=3,00
14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir.	Mann-Whitney U	18309,000	0,282	Erkek=3,00 Kadın=3,00
15.İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar.	Mann-Whitney U	21533,500	0,053	Erkek=4,00 Kadın=4,00
16.Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir.	Mann-Whitney U	21569,500	0,041	Erkek=4,00 Kadın=4,00
17.Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar.	Mann-Whitney U	20844,000	0,193	Erkek=4,00 Kadın=4,00

18.Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler.	Mann–Whitney U	15107,000	0,443	Erkek=3,00 Kadın=3,00
19.İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	Mann–Whitney U	21954,500	0,015	Erkek=4,00 Kadın=4,00
20.Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır .	Mann–Whitney U	22686,500	0,002	Erkek=4,00 Kadın=4,00
21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	Mann–Whitney U	22754,000	0,002	Erkek=4,00 Kadın=4,00
22.Yapay zekâli sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	Mann–Whitney U	21349,500	0,078	Erkek=4,00 Kadın=4,00
23.Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların isg kurallarına uymasında etkili olur.	Mann–Whitney U	20348,500	0,429	Erkek=4,00 Kadın=4,00
24.Yapay zekâ iş kazalarını önler.	Mann–Whitney U	21832,000	0,033	Erkek=3,00 Kadın=3,00
25.İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	Mann–Whitney U	18016,500	0,170	Erkek=2,00 Kadın=2,00
26.Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri uygundur.	Mann–Whitney U	18213,500	0,243	Erkek=2,00 Kadın=3,00
27.Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgime katkıda bulunur.	Mann–Whitney U	20726,500	0,212	Erkek=4,00 Kadın=4,00
28.Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	Mann–Whitney U	16392,500	0,005	Erkek=2,00 Kadın=3,00
29.Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	Mann–Whitney U	22563,500	0,003	Erkek=4,00 Kadın=4,00
30.Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	Mann–Whitney U	22073,500	0,011	Erkek=4,00 Kadın=4,00
31.İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	Mann–Whitney U	18267,000	0,254	Erkek=2,00 Kadın=2,00
32.İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	Mann–Whitney U	18993,000	0,653	Erkek=2,00 Kadın=3,00

Yaşa göre anket sorularının karşılaştırılmasında yaş grupları arasında genel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tüm yaş gruplarının yapay zekâya dair bilgi, fayda ve güvenlik boyutlarına benzer düzeylerde yanıt verdiği görülmektedir (Tablo 30).

Tablo 30: Yaşa göre anket sorularının karşılaştırılması

Madde	Test	İstatistik	P	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	Kruskal–Wallis	2,841	0,585	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
8.Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır.	Kruskal–Wallis	3,433	0,488	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır.	Kruskal–Wallis	4,602	0,331	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=3,50
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkilidir.	Kruskal–Wallis	2,028	0,731	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır.	Kruskal–Wallis	2,299	0,681	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
12.İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir.	Kruskal–Wallis	4,694	0,320	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum.	Kruskal–Wallis	11,595	0,021	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=3,00; 45-54 yaş arası=3,00; 55 ve üzeri=2,00

14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir.	Kruskal–Wallis	20,861	0,000	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=3,00; 45-54 yaş arası=3,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 25-34 yaş arası (p_adj=0,011, med:3,00-3,00); 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,005, med:3,00-3,00); 20-25 yaş arası vs 45-54 yaş arası (p_adj=0,003, med:3,00-3,00); 20-25 yaş arası vs 55 ve üzeri (p_adj=0,003, med:3,00-2,00)
15.İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar.	Kruskal–Wallis	1,336	0,855	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=3,50
16.Yapay zekâ'nın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir.	Kruskal–Wallis	5,751	0,218	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
17.Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar.	Kruskal–Wallis	3,489	0,480	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
18.Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler.	Kruskal–Wallis	7,988	0,092	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=3,00; 45-54 yaş arası=2,00; 55 ve üzeri=3,00
19.İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	Kruskal–Wallis	6,097	0,192	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00

Tablo 30 (Devamı): Yaşa göre anket sorularının karşılaştırılması

Madde	Test	İstatistik	P	Medyan / (Anlamlı Çifler)
20.Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır.	Kruskal–Wallis	3,265	0,515	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	Kruskal–Wallis	5,434	0,246	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=3,50
22.Yapay zekâli sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	Kruskal–Wallis	7,314	0,120	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
23.Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların işg kurallarına uymasında etkili olur.	Kruskal–Wallis	1,295	0,862	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
24.Yapay zekâ iş kazalarını önler.	Kruskal–Wallis	9,179	0,057	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=3,00; 55 ve üzeri=3,00
25.İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	Kruskal–Wallis	18,446	0,001	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=2,00; 35-44 yaş arası=2,00; 45-54 yaş arası=2,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 25-34 yaş arası (p_adj=0,002, med:3,00-2,00); 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,001, med:3,00-2,00)
26.Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri uygundur.	Kruskal–Wallis	12,148	0,016	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=2,00; 35-44 yaş arası=2,00; 45-54 yaş arası=3,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,037, med:3,00-2,00)

27.Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgime katkıda bulunur.	Kruskal–Wallis	8,289	0,082	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
28.Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	Kruskal–Wallis	16,751	0,002	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=2,00; 45-54 yaş arası=2,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,023, med:3,00-2,00); 20-25 yaş arası vs 45-54 yaş arası (p_adj=0,027, med:3,00-2,00)
29.Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	Kruskal–Wallis	6,473	0,167	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=3,50
30.Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	Kruskal–Wallis	7,596	0,108	20-25 yaş arası=4,00; 25-34 yaş arası=4,00; 35-44 yaş arası=4,00; 45-54 yaş arası=4,00; 55 ve üzeri=4,00
31.İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	Kruskal–Wallis	23,625	0,000	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=2,00; 35-44 yaş arası=2,00; 45-54 yaş arası=2,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 25-34 yaş arası (p_adj=0,001, med:3,00-2,00); 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,000, med:3,00-2,00); 20-25 yaş arası vs 45-54 yaş arası (p_adj=0,011, med:3,00-2,00); 20-25 yaş arası vs 55 ve üzeri (p_adj=0,040, med:3,00-2,00)
32.İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	Kruskal–Wallis	12,536	0,014	20-25 yaş arası=3,00; 25-34 yaş arası=3,00; 35-44 yaş arası=2,00; 45-54 yaş arası=2,00; 55 ve üzeri=2,00 20-25 yaş arası vs 35-44 yaş arası (p_adj=0,048, med:3,00-2,00)

Uzmanlık yılı arttıkça yapay zekâya dair tutumlarda farklılık gözlenmektedir. Özellikle 7. ve 8. sorularda (YZ bilgisi ve iş güvenliğine katkı) uzmanlığı 10 yıl ve üzeri olanların daha yüksek puanlar verdiği; 1–5 yıl deneyimi olanların ise daha temkinli olduğu görülmektedir. Bu bulgu, deneyim arttıkça yapay zekânın potansiyelinden daha fazla fayda beklenildiğini göstermektedir (Tablo 31).

Tablo 31: Uzmanlık Yılı

Madde	Test	İstatistik	p	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	Kruskal–Wallis	17,272	0,000	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 1-5 vs 10 ve üzeri (p_adj=0,000, med:4.00-4.00); 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,048, med:4.00-4.00)
8.Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır.	Kruskal–Wallis	8,781	0,012	1-5=4,00; 10 ve üzeri=5,00; 5-9=4,00 1-5 vs 10 ve üzeri (p_adj=0,013, med:4.00-5.00); 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,045, med:5.00-4.00)
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır.	Kruskal–Wallis	2,939	0,230	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkilidir.	Kruskal–Wallis	7,835	0,020	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,025, med:4.00-4.00)
11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır.	Kruskal–Wallis	12,071	0,002	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 1-5 vs 10 ve üzeri (p_adj=0,004, med:4.00-4.00); 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,006, med:4.00-4.00)
12.İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir.	Kruskal–Wallis	6,796	0,033	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,046, med:4.00-4.00)
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum.	Kruskal–Wallis	5,860	0,053	1-5=3,00; 10 ve üzeri=3,00; 5-9=3,00

14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir.	Kruskal–Wallis	0,859	0,651	1-5=3,00; 10 ve üzeri=3,00; 5-9=3,00
15.İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar.	Kruskal–Wallis	1,841	0,398	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
16.Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir.	Kruskal–Wallis	2,319	0,314	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
17.Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar.	Kruskal–Wallis	0,879	0,644	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
18.Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler.	Kruskal–Wallis	3,112	0,211	1-5=3,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=3,00
19.İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	Kruskal–Wallis	6,913	0,032	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 10 ve üzeri vs 5-9 (p_adj=0,049, med:4,00-4,00)
20.Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır .	Kruskal–Wallis	2,237	0,327	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	Kruskal–Wallis	3,416	0,181	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
22.Yapay zekâlı sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	Kruskal–Wallis	0,323	0,851	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
23.Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların işg kurallarına uymasında etkili olur.	Kruskal–Wallis	2,250	0,325	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00

Tablo 31 (Devamı): Uzmanlık Yılı

Madde	Test	İstatistik	p	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
24.Yapay zekâ iş kazalarını önler.	Kruskal-Wallis	3,477	0,176	1-5=3,00; 10 ve üzeri=3,00; 5-9=3,00
25.İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	Kruskal-Wallis	1,694	0,429	1-5=2,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=2,00
26.Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri uygundur.	Kruskal-Wallis	6,661	0,036	1-5=3,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=2,00 1-5 vs 10 ve üzeri (p _{adj} =0,030, med:3,00-2,00)
27.Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgime katkıda bulunur.	Kruskal-Wallis	2,948	0,229	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00
28.Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	Kruskal-Wallis	16,300	0,000	1-5=3,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=2,00 1-5 vs 10 ve üzeri (p _{adj} =0,000, med:3,00-2,00); 10 ve üzeri vs 5-9 (p _{adj} =0,050, med:2,00-2,00)
29.Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	Kruskal-Wallis	5,737	0,057	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 10 ve üzeri vs 5-9 (p _{adj} =0,049, med:4,00-4,00)
30.Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	Kruskal-Wallis	6,752	0,034	1-5=4,00; 10 ve üzeri=4,00; 5-9=4,00 10 ve üzeri vs 5-9 (p _{adj} =0,038, med:4,00-4,00)
31.İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	Kruskal-Wallis	1,990	0,370	1-5=2,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=2,00
32.İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	Kruskal-Wallis	6,868	0,032	1-5=3,00; 10 ve üzeri=2,00; 5-9=2,00 1-5 vs 5-9 (p _{adj} =0,029, med:3,00-2,00)

Sertifikaya (A-B-C) göre anket sorularının karşılaştırılmasında özellikle 7. soruda (YZ bilgisi) sertifika türüne göre anlamlı fark gözlenmiştir. A sınıfı sertifika sahipleri, yapay zekâ hakkında daha yüksek bilgi algısına sahiptir. Ancak diğer sorularda anlamlı farklar bulunmamış,

tüm sertifika gruplarının genel olarak benzer tutumlar gösterdiği görülmüştür.

Tablo 32: Sertifikaya (A-B-C) göre anket sorularının karşılaştırılması

Madde	Test	İstatistik	p	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
7.Yapay zekâ konusunda bilgi sahibiyim.	Kruskal-Wallis	11,666	0,003	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00 A sınıfı vs B sınıfı (p _{adj} =0,007, med:4,00-4,00); A sınıfı vs C sınıfı (p _{adj} =0,006, med:4,00-4,00)
8.Yapay zekâ destekli iş sağlığı ve güvenliği sistemleri verimliliği artırır.	Kruskal-Wallis	2,607	0,272	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
9.Yapay zekâ uygulamaları iş güvenliği uzmanlarının iş yükünü azaltır.	Kruskal-Wallis	0,037	0,982	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
10.Yapay zekâ kullanımı iş sağlığı ve güvenliği alanında riskleri azaltmada etkilidir.	Kruskal-Wallis	1,098	0,578	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
11.Yapay zekâ uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği alanında etkili kullanılır.	Kruskal-Wallis	3,221	0,200	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
12.İş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zekâ kullanımının artması önemlidir.	Kruskal-Wallis	3,385	0,184	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
13.İş güvenliği uzmanı olarak yapay zekâ konusunda eğitim düzeyimi yeterli buluyorum.	Kruskal-Wallis	3,312	0,191	A sınıfı=3,00; B sınıfı=3,00; C sınıfı=3,00
14.Yapay zekâ uygulamalarıyla iş sağlığı güvenliğinin birbiriyle olan etkileşimi yeterlidir.	Kruskal-Wallis	5,104	0,078	A sınıfı=3,00; B sınıfı=3,00; C sınıfı=3,00
15.İş sağlığı güvenliği ve yapay zekâ sistemleri birbiriyle kolayca etkileşim sağlar.	Kruskal-Wallis	0,087	0,958	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
16.Yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi gerekir.	Kruskal-Wallis	0,050	0,975	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00

17.Yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği uzmanlarının üretken olmasına katkı sağlar.	Kruskal–Wallis	0,265	0,876	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
18.Yapay zekâ uygulamalarının iş dünyasında kullanılması iş güvenliği uzmanlarının kariyerlerini olumsuz etkiler.	Kruskal–Wallis	5,216	0,074	A sınıfı=2,00; B sınıfı=3,00; C sınıfı=3,00
19.İş sağlığı ve güvenliğinde risk analiz sürecine, yapay zekâ sistemleri ve araçları dahil edilebilir.	Kruskal–Wallis	1,075	0,584	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
20.Yapay zekâ sistemleri, iş sağlığının ve işin kalitesini artırır .	Kruskal–Wallis	0,773	0,680	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
21.Yapay zekâ uygulamaları proaktif yaklaşımı artırır.	Kruskal–Wallis	6,679	0,035	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
22.Yapay zekâli sistemler çalışanların iş hayatında daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.	Kruskal–Wallis	1,087	0,581	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
23.Yapay zekâ uygulamaların iş yerinde kullanılması çalışanların işg kurallarına uymasında etkili olur.	Kruskal–Wallis	0,454	0,797	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
24.Yapay zekâ iş kazalarını önler.	Kruskal–Wallis	1,398	0,497	A sınıfı=3,00; B sınıfı=3,00; C sınıfı=3,00
25.İş sahalarında yapay zekâ uygulamalarının kullanımı yeterlidir.	Kruskal–Wallis	8,570	0,014	A sınıfı=2,00; B sınıfı=2,00; C sınıfı=2,00 B sınıfı vs C sınıfı (p_adj=0,041, med:2,00-2,00)
26.Yapay zekâ uygulamaları için mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri uygundur.	Kruskal–Wallis	9,443	0,009	A sınıfı=2,00; B sınıfı=2,00; C sınıfı=3,00 A sınıfı vs C sınıfı (p_adj=0,012, med:2,00-3,00)
27.Yapay zekâ uygulamalarının iş yerinde kullanılması mesleki bilgiye katkıda bulunur.	Kruskal–Wallis	0,013	0,994	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00

Tablo 32: (Devamı) Sertifikaya (A-B-C) göre anket sorularının karşılaştırılması

Madde	Test	İstatistik	p	Medyan / (Anlamlı Çiftler)
28.Yapay zekânın iş yerlerinde yaygınlaşması işimi kaybetmeme sebebiyet verir.	Kruskal-Wallis	16,959	0,000	A sınıfı=2,00; B sınıfı=2,00; C sınıfı=3,00 A sınıfı vs C sınıfı (p _{adj} =0,001 ,med:2,00-3,00); B sınıfı vs C sınıfı (p _{adj} =0,006, med:2,00-3,00)
29.Yapay zekâ uygulamalarının kullanılması iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına destek sunar.	Kruskal-Wallis	0,494	0,781	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
30.Yapay zekâ uygulamalarıyla işyerlerinde çalışanların iş takibi süreci çok daha sağlıklı olur.	Kruskal-Wallis	1,150	0,563	A sınıfı=4,00; B sınıfı=4,00; C sınıfı=4,00
31.İşyerlerindeki yapay zekâ uygulamaları oldukça yeterlidir.	Kruskal-Wallis	12,266	0,002	A sınıfı=2,00; B sınıfı=2,00; C sınıfı=2,00 A sınıfı vs C sınıfı (p _{adj} =0,010, med:2,00-2,00); B sınıfı vs C sınıfı (p _{adj} =0,012, med:2,00-2,00)
32.İşverenler iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanır.	Kruskal-Wallis	5,740	0,057	A sınıfı=2,00; B sınıfı=2,00; C sınıfı=3,00

Regresyon Analizi

Bu bölümde yaş değişkeninin yapay zekâ tutumuna ilişkin faktörler üzerindeki etkisini değerlendiren basit doğrusal regresyon analizinin sonuçları sunulmaktadır.

Modelin genel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F(1,98) = 10.462$, $p < 0,01$). Regresyon modeli, yaş değişkeninin yapay zekâ tutumunun belirli bir faktörü (örneğin, Tehdit Algısı) üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğunu göstermektedir. Beta katsayısı -0.291 olarak bulunmuştur ve bu, yaş arttıkça tehlide yönelik tutumların daha düşük seviyelerde seyrettiğini göstermektedir. Modelin açıklayıcılığı %8.5 olup, bu değer

sosyal bilimler açısından düşük-orta düzeyde abul edilebilecek bir etkiye işaret etmektedir. Bulgular yaş faktörünün, yapay zekâya yönelik bireysel tutumları etkileyen anlamlı bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 33: Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Hata
1	0,291	0,085	0,077	0,6245

Tablo 34: Anova Sonuçları

Model	Kareler Toplamı	Sd	Ort. Kare	F	Sig.
1	5,721	1	5,721	10,462	.002

Tablo 35: Regresyon Katsayıları (Coefficients)

Model	B	Std. Hata	Beta	t	Sig.
(Sabit) / Yaş	1.234 / -0,036	0,216 / 0,011	- / -0,291	5,713 / -3,233	.000 / .002

TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Tartışma

Bulgular, genel olarak yapay zekâya (YZ) yönelik tutumların olumlu olduğunu ve teknolojinin İSG süreçlerine entegrasyonu konusunda yüksek bir potansiyel algısı bulunduğunu göstermektedir.

Faktör analizinde ortaya çıkan “Teknolojik Fayda”, “Kurumsal Uygulama”, “Bilgi ve Farkındalık”, “Tehdit Algısı” ve “İSG Kültürü” boyutları, YZ’nin farklı yönlerden nasıl algılandığını ortaya koymaktadır. Katılımcıların YZ’nin verimlilik artırıcı etkisine ve karar süreçlerini destekleyici yönüne yüksek oranda katıldıkları görülmektedir. Bu sonuçlar, Zhou vd. (2020) ve Brougham ve Haar (2018) tarafından ortaya konan, YZ’nin iş süreçlerine katkısına ilişkin literatürle uyumludur.

Ancak, özellikle bilgi seviyesi ve mesleki tehdit algısı boyutlarında görece daha düşük güvenilirlik ve ortalama düzeyler tespit edilmiştir. Bu durum, literatürde de sıkça dile getirilen teknolojik belirsizlik algısına paraleldir (Parasuraman

ve Riley, 1997). Yani, bireyler YZ'ye güven duysa da teknik bilgi eksikliği ve iş kaybı korkusu hâlâ etkisini sürdürmektedir.

Regresyon ve grup farklılık testleri, yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenlerin YZ'ye yönelik tutumlar üzerinde sınırlı etkili olduğunu göstermiştir. Bu durum, YZ'nin toplumsal olarak daha homojen ve kapsayıcı bir teknoloji olarak algılandığını düşündürmektedir. Bu bulgu, Ebert vd. (2021) çalışmasında yer alan “YZ'nin kuşaklar arası adaptasyon potansiyeli” yorumunu desteklemektedir.

Yaş gruplarına göre faktör analizlerin kıyaslanmasında tehdit faktörünün iş güvenliği uzmanları arasında yaş aldıkça arttığı görülmüştür tespit edilen durumla alakalı benzer bir çalışma Gerlich (2024) yılında yaptığı çalışmada da saptanmıştır. Farklı yaş gruplarının yapay zekâ ve robotik teknolojilere yönelik algı, kabul ve tehdit değerlendirmelerindeki farklılıkları açısından özellikle yaşlı bireylerin gençlere kıyasla bu teknolojilere ve yapay zekâya tehditkâr baktığını belirlenmiştir. Yaşla beraber artan tehdit algısının nedenleri araştırılıp çözüm yolları bulunması gerekmektedir. İSG açısından yapılması atılması gereken adımlar yaş olarak daha büyük olan uzmanlara yönelik eğitim ve bilgilendirme programlarının oluşturulması, uzmanlara yapay zekânın karar verici değil daha çok destekleyici bir araç olduğunun açıklanması vb. çözüm yolları geliştirilebilir.

Yaş gruplarına göre faktör gruplarının kıyaslamasında göze çarpan diğer bir unsur kullanım kolaylığı faktörünün yaş artıkça daha olumlu görüş bildirmesi Lee vd. (2025) “AI Literacy Education for Older Adults” başlıklı çalışmalarında yaşlı bireylerin (50 yaş üstü) yapay zekâyı öğrenme motivasyonu oldukça yüksek, ancak nereden başlayacaklarını bilemedikleri ve uygulamalı öğrenime ihtiyaç duyduklarını vurgulamakta. Hem gençlerde hemde yaş almış uzmanlarının daha detaylı ve kullanım kolaylığı açısından yapılması gereken adımlardan biri yapay zekâ okuryazarlığı artırılması olarak öne çıkmaktadır.

Yaş gruplarına göre faktör gruplarının kıyaslamasında elde edilen bulgular arasında fayda faktörünün genç uzmanlar açısından yaşlı uzmanlara göre daha olumlu oldu görülmüştür, benzer durumlara toplum bakımından da rastlanmıştır yapay zekâ algısının önemli ölçüde yaş ve sosyoekonomik statüye göre farklılaştığını göstermektedir. Yapay Zekâ Politikaları Derneği (AIPA) tarafından 2021 yılında gerçekleştirilen “Toplumda Yapay Zekâ Algısı” araştırmasına göre, 35–44 yaş grubunun yapay zekâ konusunda öğrenme, işini kaybetme, sosyal kaygı ve yapay zekânın yapılandırılması gibi konularda diğer yaş gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek endişe taşıdığı görülmüştür. AIPA araştırması ayrıca, katılımcıların önemli bir kısmının yapay zekâyı “robot” kavramıyla açıkladığı ve bu algının özellikle 35–44 yaş grubunda belirgin olduğunu belirlemiştir. Bu durum, yapay zekânın teknik ve sosyal boyutlarına ilişkin yetersiz bilgi düzeyinin, endişe ve olumsuz algıyı yükselttiğini göstermiştir. Sonuç olarak sadece isg uzmanları değil aynı zamanda toplumun diğer kesimlerinde de benzer sıkıntıların olduğu saptanmıştır isg uzmanları açısından fayda faktörünün artırmak için bilinçli bir yapay zekânının kabulünü artırmak ve kaygıları azaltmak için özellikle orta yaş ve üstü isg uzmanlarına hedeflenmiş eğitim, bilinçlendirme ve iletişim stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca, yapay zekânın etik, hukuki ve toplumsal sorumluluklarına ilişkin farkındalığın artırılması, isg uzmanlarının yapay zekâya olan bakış açısını değiştirebilir.

Cinsiyete göre faktör puanların karşılaştırılması testinde ortaya çıkan sonuçlara göre kadın iş güvenliği uzmanlarının, erkek uzmanlara kıyasla yapay zekâya tehdit algısının daha anlamlı olduğu görülmüştür Armutat vd. (2024) yılında yaptıkları “Yapay Zekâ- Algı, Anlama ve Eğitim İlgisinde Toplumsal Cinsiyette Özgü Farklılıklar” çalışmasında cinsiyete bağlı faktör puanların karşılaştırılması testinde ortaya çıkan sonuçlarla paralellik olduğu görülmüştür. Armutat vd. (2024) kadınların böyle düşünmesi altında yatan nedenleri 5 ana başlıkta aşağıdaki gibi sıralamıştır

1. Bilgi eksikliği ve kısır döngü
2. Olumsuz ve çarpıtılmış algı
3. Eğitim sisteminde ve sosyalleşmede ayrımcılık ve kalıpyargılar
4. İletişim biçiminin etkisi
5. Şeffalık eksikliği ve kontrol kaybı korkusu

İSG açısından bu algının terse çevirilmesi için toplumsal cinsiyet eşitliğini gözeten eğitimlerin verilmesi özellikle eğitimlerde kadın uzmanların deneyimlerine yer verilebilir, bunu yanı sıra kadın uzmanların teknoloji uygulamalarına katılımının artırılması sağlanabilir ayrıca kadın uzmanların iş sektöründe yapay zekâ ile dışlanmayacağına dair net politikalar geliştirilmesi sağlıklı olacaktır.

Bulunan bulgular arasında göze çarpan durumlardan biride uzmanlık yılı artıkça ve sertifika sınıfı yükseldikçe yapay zekânın iş yerlerinde kullanılması işini kaybetme korkusunu daha az bulurken 1-5 yıl arası uzmanlık yapan kişilerde işini kaybetme korkusu diğer gruplara göre daha baskın görünmekte literatür taramasında bu mevcut durumla alakalı yapılan çalışmalarda iş yaşamına yeni katılan veya tecrübesiz çalışanların yapay zekâya yönelik algısı ise daha çok iş güvencesi kaygısı ve öğrenme yükü olarak şekillenmektedir. Stanford Üniversitesi'nin (2025) çalışmasında, yapay zekânın giriş seviyesi istihdamı %13 oranında azalttığı ve bu durumun özellikle genç çalışanlarda kaygıyı artırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde LinkedIn (2025) araştırması, genç profesyonellerin yapay zekâ becerilerini edinmeyi ek bir iş yükü olarak gördüklerini ortaya koymaktadır. Ortaya çıkan bu sonuçlar, iş tecrübesi az olan çalışanların Yapay zekâya karşı daha kırılğan bir algı geliştirdiklerini göstermektedir.

Bulgular içerisinde diğer önemli noktalardan biri, mevcut isg yönetmeliklerinin yapay zekâ uygulamaları için uygun olup olmadığı noktasında öne çıkmaktadır isg uzmanlarının genel algısının yönetmeliklerin yeterince uygun olmadığı

yönünde yapılan diğer çalışmalara göre, iş yerlerinde yapay zekâ kullanımının iş sağlığı ve güvenliği açısından potansiyel faydaları ve riskleri içerdikidir. Becker vd (2021) çalışmasında, yapay zekâ sistemlerinin iş yerlerinde güvenlik ve ayrımcılık risklerini azaltmak için teknik standartlarla uyumlu olarak geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Araştırmada, mevcut yasal düzenlemelerin yapay zekâ uygulamalarını yeterince kapsamadığı, bu nedenle teknik standartların belirlenmesinin önemli olduğu. Ayrıca, avrupa ve almanya örnekleri üzerinden, yapay zekânın güvenlik yönetimi süreçlerinde nasıl entegre edilebileceğine dair değerlendirmeler yapılmıştır. Bu bulgular, iş yerlerinde yapay zekâ uygulamalarının etkinliği ve güvenliği artırma potansiyelini göstermektedir ancak yasal çerçevelerin ve standartların güncel ve uygulanabilir olması kritik bir faktördür.

Yapılan anket çalışmasında, iş güvenliği uzmanlarının önemli bir kısmı, “Yapay zekâ konusunda eğitim düzeyini yeterli buluyor musunuz?” sorusuna “kararsızım” yanıtını vermiştir. Bu durum, uzmanların bu alandaki bilgi ve deneyim seviyeleri konusunda kesin bir görüşe sahip olmadıklarını göstermektedir. Kararsızlık seviyesinin yüksek olması, yapay zekâ uygulamalarının iş güvenliği alanında yeni ve hızla gelişen bir konu olmasından kaynaklanabilir. Yapılan literatürde taramasında, Wolters Kluwer tarafından gerçekleştirilen bir ankette, çevre, sağlık ve güvenlik profesyonellerinin yalnızca %28’inin mevcut işlerinde yapay zekâ kullandığı belirtilmiştir. Buna ek olarak, bu profesyonellerin %25’inin yapay zekâ konusunda hiç deneyim sahibi olmadığı ve %61’inin ise başlangıç seviyesinde olduğu belirtilmiştir (Wolters Kluwer, 2025). Buna paralel olarak Gallup tarafından yapılan bir araştırmada, ABD’li çalışanların yalnızca %6’sı işyerlerinde yapay zekâ teknolojilerinin güvenlik iyileştirmelerine katkı sağladığını belirtmiştir (Gallup, 2024). Elde edilen veriler, bulgular kısmında gözlenen kararsızlık oranının sadece bireysel algılardan değil, mesleki eğitim programlarının

yetersizliği, uygulamadaki standart eksikliği ve teknolojik adaptasyon sürecindeki belirsizliklerden de kaynaklandığını göstermektedir. Buna ek olarak uzmanların kararsız yanıt vermesi, işyerlerinde yapay zekâ uygulamalarının halen yaygın olmaması, somut örneklerin yeterli olmaması ve güvenlik uygulamalarına entegrasyon süreçlerinin belirsizliği faktörlerle ilişkilendirilebilir. Bu durum, yapay zekâ konusunda eğitim ve farkındalığın artırılması gerektiğini, eğitim programlarının hem teorik hem de uygulamalarla güçlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Anket bulgularında göz öne çıkan diğer bir konu uzmanların yüksek oranda yapay zekânın risk analiz süreçlerine dahil edilmeli yönünde görüş bildirmesidir. Bu sonuç, literatürdeki güncel çalışmalarla paralellik göstermektedir. Shah (2024) yapay zekâ'nın iş sağlığı ve güvenliği alanında tahmine dayalı bakım, gerçek zamanlı tehlike tespiti ve büyük veri analizi yoluyla riskleri azaltma potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir. (Rudol vd. 2025) ise insan-yapay zekâ etkileşimini inceleyerek yapay zekânın en etkili kullanımının insan uzman gözetimiyle çalışan hibrit modeller olduğunu tam otomasyonun riskli olabileceğini ortaya koymuştur. Uzmanların yapay zekâ'yı risk analiz süreçlerine dahil etme eğilimlerinin altında yatan nedenler şu şekilde sıralanabilir:

1. Erken uyarı ve tahmin avantajı: Yapay zekâ'nın kazaları ve tehlikeleri önceden öngörme yeteneği
2. Büyük veri ve modelleme kapasitesi: Karmaşık iş sahalarının analiz edebilmesi,
3. İnsan hatasını azaltma: Standart protokollere bağlı kalarak tutarlılık sağlama,
4. Eğitim ve farkındalık eksikliği: Bazı uzmanların yapay zekâyı kullanma noktasında çekinceli yaklaşması,
5. Etik ve şeffaflık kaygıları

Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği açısından yapay zekâ'nın risk analiz süreçlerine entegrasyonunda dikkatli ve kademeli

bir yaklaşım gerektirdiğini göstermektedir. Önerilen stratejiler arasında, yapay zekânın uygulamalarında insan uzman gözetiminin sürdürülmesi, kullanıcı eğitimlerinin artırılması, veri kalitesinin iyileştirilmesi ve şeffaflık ile etik rehberlerin oluşturulması yer almaktadır. Bu sayede, hem yapay zekâ'nın potansiyel avantajlarından faydalanılabilir hem de uygulamada ortaya çıkabilecek riskler minimize edilebilir (Shah, 2024; Fiegler-Rudol vd., 2025; Jetha vd., 2025).

Bulgular arasında dikkat çeken durumlardan biri iş güvenliği alanında çalışan uzmanların, işverenlerin işyerlerinde yapay zekâ uygulamalarını verimli bir şekilde kullanıp kullanmadığı konusunda genellikle olumsuz görüş mevcuttur. Bu gözlemler, Kikuchi (2025) tarafından yapılan akademik bir çalışmayla desteklenmektedir yapılan araştırmada Japonya'daki çeşitli sektörlerden toplanan veriler analiz edilerek yöneticilerin demografik özellikleri ile yapay zekâ yatırımı ve uygulama verimliliği arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma bulgularında, daha yaşlı ve kıdemli yöneticilerin yapay zekâ teknolojilerini benimsemede daha dikkatli davrandığını ve bu temkinliliğin iş süreçlerine yapay zekâyı entegre etmede sınırlamalara yol açtığını göstermektedir. Bu durum, çalışan uzmanların gözlemlediği gibi, işverenlerin yapay zekâyı işyerinde etkin ve verimli bir biçimde kullanma kapasitesinin, yöneticilerin yaş, deneyim ve teknolojiye yatkınlık düzeylerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, işverenlerin yapay zekâ uygulamalarını verimli kullanabilmesi için yalnızca teknolojik altyapının geliştirilmesi değil, aynı zamanda yöneticilerin teknolojiye yönelik algı, bilgi ve eğitim düzeylerinin de artırılması gerekmektedir.

Araştırma bulgularına göre, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında benimsenme düzeyi yüksektir. Katılımcılar, bu teknolojilerin iş süreçlerinde kolaylık, hız ve güvenlik sağladığını ifade etmektedir.

Yapılan Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), ölçeğin beş boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ve özellikle "Teknolojik

Fayda” boyutunun en güçlü faktör olduğunu ortaya koymuştur. Güvenirlilik analizleri (Cronbach’s Alpha) ise ölçeğin psikometrik açıdan yeterli olduğunu desteklemektedir.

Korelasyon analizleri, tutum bileşenleri arasında kavramsal bir bütünlük bulunduğunu, yani faktörlerin birbiriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Regresyon analizleri ve grup farklılık testleri (Mann–Whitney U, Kruskal–Wallis), bireysel değişkenlerin (cinsiyet, meslek, eğitim vb.) etkisinin genel olarak sınırlı olduğunu, ancak yaş değişkeninin özellikle bazı alt boyutlarda anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir.

Cinsiyet ve uzmanlık yılı, yapay zekâya yönelik tutumlarda belirgin fark yaratan faktörlerdir. Yaş ve sertifika türü ise daha sınırlı bir etkiye sahiptir. Katılımcıların büyük çoğunluğu, yapay zekânın iş sağlığı ve güvenliği süreçlerinde önemli katkılar sağlayacağı konusunda hemfikirdir; ancak risk algısı özellikle kadın katılımcılarda daha yüksek çıkmıştır.

Genç İSG uzmanlarının yapay zekâ teknolojilerini daha faydalı gördüğünü, yaş ilerledikçe ise fayda algısının azaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, gençlerin teknolojiye daha aşina ve adapte olmaya istekli olmalarıyla açıklanabilir. Yapay zekâya duyulan güven, yaşa göre değişim göstermemektedir. Tüm gruplar benzer bir güven seviyesinde buluşmaktadır. Bu da güven algısının bireylerin yaşından çok, teknolojiye yönelik kişisel deneyimleri, eğitimleri ve iş ortamındaki uygulamalara bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

Kullanım kolaylığı algısı yaşla birlikte artmaktadır. Genç katılımcılar daha temkinli, orta yaş ve üzeri katılımcılar ise daha olumlu bakmaktadır. Bu durum, yaşlı grupların mesleki deneyimlerinden dolayı yapay zekâyı iş süreçlerine entegre etme ve pratikte kullanabilme becerilerinin daha yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir. Tüm yaş grupları yapay zekâyı yenilikçi bulmaktadır. Ancak genç katılımcılar, yenilikçilik vurgusunu daha güçlü hissetmektedir. Yaş ilerledikçe daha temkinli bir yaklaşım oluşmakta, fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamaktadır.

Genel olarak, YZ teknolojileri İSG süreçlerinin iyileştirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Bununla birlikte, bilgi eksiklikleri ve kaygılar, bazı alanlarda benimsemeyi sınırlamaktadır. Bu nedenle, YZ'nin İSG'de etkili ve güvenli biçimde kullanılabilmesi için destekleyici eğitim programları ve kurumsal dönüşüm süreçlerinin planlanması önerilmektedir.

Öneriler

1. Eğitim Programları Geliştirilmeli: Bilgi ve farkındalık boyutundaki görece düşük skorlar göz önüne alındığında, çalışanlara yönelik yapay zekâ okuryazarlığı ve dijital güvenlik farkındalığı eğitimleri planlanmalıdır.

2. Katılımcı Uygulama Modelleri: Kurumsal YZ entegrasyonları yalnızca teknik değil, aynı zamanda kültürel dönüşüm olarak da ele alınmalı ve çalışanların sürece aktif katılımı sağlanmalıdır.

3. Mesleki Gelecek Kaygılarını Gidermek İçin Politika Desteği: Tehdit algısının azaltılması için kurumsal güvenceler, yeniden beceri kazandırma programları ve çalışan haklarını koruyacak hukuki düzenlemeler geliştirilmelidir.

4. Yönetmelik Entegrasyonu: YZ sistemlerinin İSG yönetmeliklerine entegre edilmesi, mevzuat uyumu ve etik sorumluluklar açısından yeniden gözden geçirilmelidir.

5. Gelecek Araştırmalar: Farklı sektörlerde karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalı; aynı ölçek, başka örneklerle test edilerek geçerlik-genellenebilirlik artırılmalıdır. Ayrıca niteliksel veri toplama yöntemleri ile bu tutumların arka planı daha derinlemesine araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- 6331 Sayılı Kanun, 2012. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 28339 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Ackerman E. (2019) Meet aquanaut, the underwater transformer. IEEE Spectr. <https://spectrum.ieee.org/meet-aquanaut-the-underwater-transformer> (Erişim Tarihi 02.04.2025).
- Agarwal, M., and Goel, S. (2014). Expert system and it's requirement engineering process. IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014), May 09-11, 2014, Jaipur, India.
- Ağırhan, M. (2020). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Farkındalık ve Uygulanabilirlik Araştırması, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19(37), 57-68.
- Ajunwa, I., and Greene, D. (2019). Platforms at work: Automated hiring platforms and other new intermediaries in the organization of work. In Work and labor in the digital age. Emerald Publishing Limited.
- Akar, Ö. (2021). İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yapay Zekâ Uygulamaları. 1st International Congress on Artificial Intelligence and Data Science Proceeding Book, (ss. 244). İzmir: İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi. ISBN: 978-605-70737-3-0.
- Aksu, M. (2019). Mobil cihazlarda BIM – sanal gerçeklik (VR) görselleştirme entegrasyonu ve uygulamaları. Yapı Bilgi Modelleme, 1(2), 74-86.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17, 2347-2376.
- Arıcı, K. (1999). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Dersleri. Ankara: TES-İŞ Eğitim Yayınları.

- Arıtan, A. E. ve Ataman, M. (2017). Kaza Oranları Hesaplamalarıyla İş Kazası Analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1), 239-246.
- Armağan, Y. (2019). Mobilya tasarımında yapay zekâ: Tasarım ve ar-ge merkezleri üzerinden bir değerlendirme. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Armutat, S., Wattenberg, M., and Mauritz, N. (2024). Artificial Intelligence – Gender-Specific Differences in Perception, Understanding, and Training Interest. In Proceedings of the 7th International Conference on Gender Research (Vol. 7, No. 1, pp. 36-43). Academic Conferences International Ltd.
- Aslan, S. (2021). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının sosyal bilgiler dersinde öğrencilerin ders başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Arslan, K. ve Kırbaş, İ. (2016). Nesnelerin interneti uygulamaları için algılayıcı/eyleyici kablosuz düğüm ilk örneği geliştirme. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1, 35-43
- Atalay, M., and Çelik, E. (2017). Artificial intelligence and machine learning applications in big data analysis. Mehmet Akif Ersoy University Journal of Social Sciences Institute, 9(22), 155-172.
- Balaban, M. E. ve Kartal, E. (2015). Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Baran, M. (2017). İşletmelerin rekabet avantajı elde etmesinde büyük veri, bilgi yönetimi ve iş zekâsı. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Baykal N. ve Beyan T. (2004). Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bebon J. (2023) Using robotics to improve workplace safety. EHS Administration, Technology and Innovation.

- Becker, N., Junginger, P., Martinez, L., Krupka, D., and Beining, L. (2021). AI at Work: Mitigating Safety and Discriminatory Risk with Technical Standards. arXiv. 1-12.
- Bilici, F. (2015). Pazarlamada artırılmış gerçeklik ve karekod teknolojileri: Tüketicilerin artırılmış gerçeklik teknoloji algılamaları üzerine bir alan araştırması. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bonato, P. (2005). Advances in wearable technology and applications in physical medicine and rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2(1), 2.
- Boston_Dynamics_eBook_Robotics_In_Public_Safety. pdf<https://share.google/XjIcMurfp00ibMQO> (Erişim Tarihi 21.03.2025).
- Bozkurt, C. (2024). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi İçin Bulanık Tabanlı Çok Kriterli Model Önerisi Yüksek Lisans Tezi. Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı.
- Bozoğlu, U. (2021). Ortaokulda İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarına İlişkin Okul Müdürlerinin Görüşleri (Muğla İli Menteşe İlçesi Örneği). Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Brougham, D., and Haar, J. (2018). Smart technology, artificial intelligence, robotics, and algorithms (STARA): Employees' perceptions of our future workplace. *Journal of Management & Organization*, 24(2), 239–257.
- Büyüköztürk, Ş. (2021). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (28. baskı). Pegem Akademi.
- Byon, H. D, Harris, C., Crandall., M, Song, J., and Topaz M., (2023) Identifying Type II workplace violence from clinical notes using natural language processing. *Work place Health* S.71(10)., 484-490.
- Cellina, M., Cè, M., Irmici, G., Ascenti, V., Khenkina, N., Toto-Brocchi, M., and Carrafiello, G. (2022). Artificial

- intelligence in lung cancer imaging: unfolding the future. *Diagnostics*, 12(11), 2644.
- Chanal, P. M., and Kakkasageri, M. S. (2020). Security and Privacy in IoT: A Survey. *Wireless Personal Communications*, 115(2), 1667-1693.
- Choe, J., Lee, S. M., Hwang, H. J., Yun, J., Kim, N., and Seo, J. B. (2022). Artificial intelligence in lung imaging. In *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. Thieme Medical Publishers, Inc, (Vol. 43, No. 06, pp. 946-960).
- Comrey, A. L., and Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed.). Psychology Press.
- Costello, A. B., and Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research& Evaluation*, 10(7), 1–9.
- Çallı, E., Sogancioglu, E., Van Ginneken, B., Van Leeuwen, K. G., and Murphy, K. (2021). Deep learning for chest X-ray analysis: A survey. *Medical image analysis*, 72, 102125.
- Çavaş, B., Çavaş, P., ve Can, B., (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-117.
- Çiçek, Ö., ve Öçal, M. (2016). Dünyada ve Türkiye’de iş sağlığı ve iş güvenliğinin tarihsel gelişimi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 5(11), 106-129.
- Dancey, C. P., and Reidy, J. (2014). *Statistics without maths for psychology* (6th ed.). Pearson Education.
- Dereli, T. (2020). Birey ve toplum güvenliği, yapay zekâ ve insanlık. *Bilişim Teknolojileri ve İletişim Dergisi*, 113-130.
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (Vol. 26, 4th ed.). Sage Publications.
- Ebert, T., Hučková, M., and Rousová, A. (2021). Digital literacy and artificial intelligence Acceptance among older

- adults: A mediation model. *Computers in Human Behavior*, 117, 106630.
- Eğilmez, E. (2015). The role of episodic memory in artificial intelligence. Middle East Technical University, Unpublished Master Thesis. (Olaysal belleğin yapay zekâ içindeki rolü).
- Ekiçi, M. (2021). Bilişim teknolojilerinin kullanılabilmesinde öğretmenlerin eğitilmesine yönelik bir model denemesi: artırılmış gerçeklik uygulaması örneği. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- El-Helaly, M. (2024). Artificial Intelligence and Occupational Health and Safety, Benefits and Drawbacks. *Medicina del Lavoro*, 115(2), e2024014.
- El-Helaly, M., Balkhy, H. H., and Vallenius L. (2017). Carpal tunnel syndrome among laboratory technicians in relation to personal and ergonomic factors at work. *J Occup Health*. 59(6), 513-520.
- El-Helaly, M., Elsherbeny, E., Haji, A., Assiri, M., and Fadlemula A. (2018) Reported musculoskeletal symptoms among laboratory workers, in relation to individual and work related physical factors. *Egy J Occup Med*. 2018;42: 79-92.
- Elmas, Ç. (2011). Yapay Zekâ uygulamaları. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Elmas, Ç. (2018). Yapay zekâ uygulamaları: Yapay sinir ağları, makine öğrenmesi, derin öğrenme, derin ağlar, bulanık mantık, sinirsel bulanık mantık, genetik algoritma. Seçkin Yayıncılık (4. Baskı).
- Erl, T., Wajid K., and Paul, B. (2016). Big data fundamentals, concepts, drivers & techniques. Indiana: Arcitura Education Inc.
- Fiegler-Rudol, J., Lau, K., and Kasperczyk, J. (2025). Exploring Human–AI Dynamics in Enhancing Workplace Health and Safety: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 199.

- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage Publications.
- Gallup. (2024). AI's impact on workplace safety remains limited, survey says. *Occupational Health & Safety Online*. <https://ohsonline.com/articles/2024/10/21/ais> (Erişim Tarihi 07.10.2025).
- Gao, Y., González, V. A., Yiu, T. W., Cabrera-Guerrero, G., Li, N., Baghouz, A., and Rahouti, A. (2022). Immersive virtual reality as an empirical research tool: exploring the capability of a machine learning model for predicting construction workers' safety behaviour. *Virtual Reality*, 26(1), 361-383.
- GEREK, N. H. (2008). *İş Sağlığı ve İş Güvenliği*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi AÖF Yayınları.
- Gerlich, M. (2024). Public anxieties about AI: Implications for corporate strategy and societal impact. *Administrative Sciences*, 14(11), 1-25.
- Gupta, I., Nagpal, G., (2020). *Artificial Intelligence and Expert Systems*. Mercury Learning and Information, Stylus Publishing, LLC.
- Hair, J. F Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.) Pearson Education.
- Han, C., Jornet, J. M., Fadel, E., ve Akyildiz, I. F. (2013). A cross-layer communication module for the internet of things. *Computer Networks*. 57(3), 622–633.
- Horozoğlu, K. (2017). İş Kazalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Analizi, *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 265-281.
- Howard J. (2019). Artificial intelligence: implications for the future of work. *Am J Ind Med*, (11), 917-926.
- Huh, C., and Singh, A. J. (2007). Families travelling with a disabled member: analysing the potential of an emerging niche market segment. *Tourism and Hospitality Research*, 7(3/4), 212–229.

- Improving Jobsite Productivity and Safety with Smart Helmets
<https://www.conexpoconagg.com/news/improving-jobsite-productivity-and-safety-with-sma> (Erişim Tarihi 20.03.2025).
- Jetha, A., Bakhtari, H., Smith, P. M., and Smith, P. (2025). Do occupational health and safety tools that utilize artificial intelligence have a measurable impact on worker injury or illness? Findings from a systematic review. *Systematic Reviews*, 14(1), 1-15.
- Karataş, S. (2021). Yapay zekâ ve açık inovasyon etkileşiminin işletmeler üzerine etkileri. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Karatay, A. (2015). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ve müze içi eser bilgilendirme ve tanıtımlarının artırılmış gerçeklik teknolojisi yöntemiyle yapılması. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya, M. S. (2021). Nesnelerin interneti uygulamaları için güvenli bir haberleşme gerçekleştirilmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *TOJET*, 4(3), 151-158.
- Kayapa, N. and Tong, T. (2011). Sanal gerçeklik ortamında algı. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 3(2), 348-354.
- Keçeci, Ş. (2019). 2010- 2016 Yılları Arasında Türkiye’de Beklenen ve Tespit Edilen Meslek Hastalıkları Sayılarının Karşılaştırılması, *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 18(2), 52-60.
- Kikuchi, T. (2025). AI Investment and Firm Productivity: How Executive Demographics Drive Technology Adoption and Performance in Japanese Enterprises.
- Kim, Y., and Choi, Y. (2022). Smart helmet-based proximity warning system to improve occupational safety on the road using image sensor and artificial intelligence. *International*

- journal of environmental research and public health, 19(23), 16312.
- Kocatepe, S., and Parlak, Z. (2021). The effects of psychosocial factors on occupational accidents: A cross-sectional study in the manufacturing industry in Turkey. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4), 2574-2581.
- Kuruüzümcü, R. (2007). Bir dijital ortam ve sanat formu olarak sanal gerçeklik. *Sanat Dergisi*, 12, 93-96.
- Kurtboğan, H. (2023). Yeni Dünyada Yapay Zekâ Metaforu ve Yapay Zekanın Çalışan Performansına Etkisi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Küçükşabanoglu, Z., Kiliç, V., ve Özdemir, Ş. (2021). AIPA Gelecek Araştırması: Toplumda Yapay Zekâ Algısı kanıttıcılıf araştırma raporu. Yapay Zekâ Politikaları Derneği (AIPA), Kuantum Araştırma.
- Lamers, E. P., and Zelik, K. E. (2021). Design, modeling, and demonstration of a new dual-mode back-assist exosuit with extension mechanism. *Wearable Technologies*, 2, e1.
- Lee, H., Kim, Y., and Park, J. (2025). AI literacy education for older adults: Motivations, challenges, and preferences. <https://arxiv.org/abs/2504.14649> (Erişim Tarihi 07.08.2025).
- Lewis, T., 2014. A brief history of artificial intelligence. LiveScience. <https://www.livescience.com/2377-history-artificial-intelligence.html> (Erişim Tarihi 01.04.2025).
- Li, X., Yi, W., Chi, H. L., Wang, X., and Chan, A. P. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in construction*, 86, 150-162.
- LinkedIn. (2025). AI skills and the workplace survey. <https://www.axios.com/2025/08/28/ai-skills-wall-street-invest-linked-in> (Erişim Tarihi 28.08.2025).

- Makal, A. (1997). Osmanlı İmparatorluğu'nda Çalışma İlişkileri: 1850 – 1920 Türkiye Çalışma İlişkileri Tarihi, Ankara: İmge Kitabevi.
- Mansoor S., Al Arabia DH, and Rathore FA (2022). Ergonomics and musculoskeletal disorders among health care professionals: Prevention is better than cure. J Pak Med Assoc. ,72(6), 1243-1245.
- Meslek hastalıkları Rehberi, ÇSGB ve İSGGM, Ankara: Matsa Yayınevi, 2011.
- Morabito, V. (2015). Big data and analytics: Strategic and Organisational Impacts. Springer.
- Moradi, H., Kawamura, K., Prassler, E., Muscato, G., Fiorini, P., Sato, T., and Rusu, R. (2013). Service robotics (the rise and bloom of service robots)[tc spotlight]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 20(3), 22-24.
- Moshayedi, A. J., Xu, G., Liao, L., and Kolahdooz, A. (2021). Gentle survey on MIR industrial service robots: review & design. J. Mod. Process. Manuf. Prod, 10(1), 31-50.
- Murat, İ. (2024). Çalışanlara Uzaktan ve Yüz Yüze Olarak Verilen Temel İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin Etkinliğinin Değerlendirilmesi (Konya Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı Örneği). Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalı, Konya.
- National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) . Development of a humanoid robot prototype, HRP-5P, capable of heavy labor. 2018. https://www.aist.go.jp/aist_e/list/latest_research/2018/20181116/en20181116.html (Erişim Tarihi 22.03.2025).
- Öner, S. (2014). İş Sağlığı, İş Güvenliği ve Sağlık Çalışanları. Yüksek Lisans Tezi Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Özçelik, H. (2021). Türkiye'deki işletmelerde nesnelerin interneti: Uygulamadaki zorluklar ve başarısızlık faktörleri

- üzerine bir çalışma. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS (7th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Parasuraman, R., and Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, 39(2), 230–253.
- Patel, P., ve Thakkar, A. (2020). Bilgisayarlı görüntüleme uygulamaları için derin öğrenmenin yükselişi. *Uluslararası Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Dergisi*, 10(1), 538.
- Rajpurkar, P., and Lungren, M. P. (2023). The current and future state of AI interpretation of medical images. *New England Journal of Medicine*, 388(21), 1981-1990.
- Ray, S. J., and Teizer, J. (2016). Dynamic blindspots measurement for construction equipment operators. *Safety science*, 85, 139-151.
- Sawicki, G. S., Beck, O. N., Kang, I., and Young, A. J. (2020). The exoskeleton expansion: improving walking and running economy. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 17(1), 1-12.
- Say, C. (2018). 50 soruda yapay zekâ, bilim ve gelecek kitaplığı. Renk Basım.
- Shah, I. A., and Mishra, S. (2024). Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: an encapsulation of developments. *Journal of occupational health*, 66(1), 1-12.
- Söğüt, E., ve Erdem, O. A. (2017). Günümüzün vazgeçilmez sistemleri: nesnelerin haberleşmesi ve kullanılan teknolojiler. AB 2017 Akademik Bilişim Konferansları, Aksaray.

- Stanford University. (2025). AI is destroying entry-level jobs for young Americans. Times of India. <https://timesofindia.indiatimes.com/technology/tech-news/ai-is-destroying-entry-level-jobs-for-young-americans-and-how-its-only-getting-worse-stanford-study-reveals/articleshow/123558176.cms> (Erişim Tarihi 29.08.2025).
- Swaminathan, A., Lopez, I., and Mar RAG. (2023) Natural language processing system for rapid detection and intervention of mental health crisis chat messages. NPJ Digit Med. 6(1), 213. 1-10.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics (7th ed.). Pearson.
- Tao, H., Rahman, M.A., Al-Saffar, A. (2021) Security robot for the prevention of workplace violence using the Non linear Adaptive Heuristic Mathematical Model. Work. 68(3), 853-861.
- Tavşancıl, E. (2014). Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi (5. baskı). Nobel Yayıncılık.
- Tekin, H. (2006). Yapay zekâ. Journal of Yasar University, 1(1), 81-93.
- Tepe, T., Kaleci, D., and Tüzün, H, (2016). Eğitim teknolojilerinde yeni eğilimler: sanal gerçeklik uygulamalar. 10. International Computer and Instructional Technologies Symposium (ICITS), 16-18 May 2016, Rize, 547-555.
- Tokol, A. (2005). Türk Endüstri İlişkileri Sistemi, Ankara: Nobel Yayınları.
- Tülü, M., ve Yılmaz, M. (2012). Iphone ile artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında kullanılması. Akademik Bilişim Konferansı, 183-186.
- Vishnevskaya, E. V., Klimova, T. B., Slinkoya, O. K., and Glumova, Y. G. (2017). The influence of virtual information spaces on tourism development. Revista Espacios, 38(49), 22-29.

- Watson, D. P., and Scheidt, D. H. (2005). Autonomous systems. Johns Hopkins APL technical digest, 26(4), 368-376.
- Wolters Kluwer. (2025). New survey from Wolters Kluwer unveils AI adoption and investment trends in EHS. <https://www.wolterskluwer.com/en/news> (Erişim Tarihi 29.09.2025).
- Yaman, Y. ve Coşkun, A. (2020). Sosyal Güvenlik Bağlamında Türkiye ve Almanya’da Meslek Hastalığı, Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 7(3), 27-38.
- Yang, S., Zhong, Y., Feng, D., Li, R. Y. M., Shao, X. F., and Liu, W. (2022). Robot application and occupational injuries: are robots necessarily safer?. *Safety science*, 147, 105623.
- Yaşar, G. (2015). Meslek Hastalıkları. Ankara: Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi.
- Yenilmez, K. (2001). Bulanık Doğrusal Programlama Problemleri için Yeni Çözüm Yaklaşımları ve Duyarlılık Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi.
- Yıldız, B. (2019). Sensör birleştirme teknikleri kullanılarak otonom robotik bir sistemin geliştirilmesi. Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yiğit, A. (2011). İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı (2. Basım), Bursa: Alfa Aktüel Yayınları.
- Yiğit, A. (2013). İş Güvenliği, (2. Basım), Bursa: Dora Yayıncılık.
- Zhou, Y., Zhang, Q., and Zhang, T. (2020). Artificial intelligence in occupational safety and health: A literature review. *Safety Science*, 131, 104909.