

**İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Kullanılan Yapay Zeka
Teknolojilerine İlişkin İnceleme**

*A Review of Artificial Intelligence Technologies Used in the Field of
Occupational Health and Safety*

Burak AYAN

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
Center for Labour and Social Security Training and Research
burak.ayan@csgb.gov.tr

Serhat TAŞCI

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
Center for Labour and Social Security Training and Research
serhat.tasci@csgb.gov.tr

Enes Bin Malik KÖKSAL

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
Center for Labour and Social Security Training and Research
enesbinmalik.koksal@csgb.gov.tr

Temmuz 2024, Cilt 15, Sayı 2, Sayfa: 20-33
July 2024, Volume 15, Number 2, Page: 20-33

P-ISSN: 2146-0000
E-ISSN: 2146-7854

©2010-2024

www.dergipark.org.tr/cider

İMTİYAZ SAHİBİ / OWNER OF THE JOURNAL

Prof. Dr. Elif GÖKÇEARSLAN
(ÇASGEM Adına / On Behalf of the ÇASGEM)

EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

Dr. Elif ÇELİK

EDİTÖR YARDIMCISI/ASSOCIATE EDITOR

Dr. Berna YAZAR ASLAN
Esra TAŞÇI

YAYIN TÜRÜ / TYPE of PUBLICATION

PERIODICAL - ULUSLARARASI SÜRELİ YAYIN
YAYIN ARALIĞI / FREQUENCY of PUBLICATION
6 AYLIK - TWICE A YEAR
DİLİ / LANGUAGE
TÜRKÇE ve İNGİLİZCE - TURKISH and ENGLISH

PRINT ISSN

2146 - 0000

E - ISSN

2146 - 7854

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. Mustafa Necmi İLHAN – Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Özlem ÇAKIR – Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Merve ÖZAYDIN- Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Nergis DAMA – Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Dr. Elif ÇELİK – ÇASGEM

ULUSLARARASI DANIŞMA KURULU / INTERNATIONAL ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Yener ALTUNBAŞ *Bangor University - UK*
Prof. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ *University of Sheffield – UK*
Prof. Dr. Shahrokh Waleck DALPOUR *University of Maine – USA*
Prof. Dr. Tayo FASOYIN *Cornell University - USA*
Prof. Dr. Paul Leonard GALLINA *Université Bishop's University – CA*
Prof. Dr. Douglas L. KRUSE *Rutgers, The State University of New Jersey - USA*
Prof. Dr. Özay MEHMET *University of Carleton - CA*
Prof. Dr. Theo NICHOLS *University of Cardiff - UK*
Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM *Syracuse University - USA*
Doç. Dr. Kevin FARNSWORTH *University of Sheffield - UK*
Doç. Dr. Alper KARA *University of Hull - UK*
Dr. Sürhan ÇAM *University of Cardiff - UK*

ULUSAL DANIŞMA KURULU / NATIONAL ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ahmet Cevat ACAR *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi*
Prof. Dr. Cihangir AKIN *Yalova Üniversitesi*
Prof. Dr. Yusuf ALPER *Uludağ Üniversitesi*
Prof. Dr. Onur Ender ASLAN *Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi*
Prof. Dr. İbrahim AYDINLI *Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi*
Prof. Dr. Mustafa AYKAÇ *Kırklareli Üniversitesi*
Prof. Dr. Mehmet BARCA *Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi*
Prof. Dr. Aydın BAŞBUĞ *İstanbul Gelişim Üniversitesi*
Prof. Dr. Eyüp BEDİR YÖK
Prof. Dr. Erdal ÇELİK YÖK
Prof. Dr. Toker DERELİ *Işık Üniversitesi*
Prof. Dr. Gonca BAYRAKTAR DURGUN *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi*
Prof. Dr. E. Murat ENGİN *Galatasaray Üniversitesi*
Prof. Dr. Bülent ERDEM *Cumhuriyet Üniversitesi*
Prof. Dr. Nihat ERDOĞMUŞ *Yıldız Teknik Üniversitesi*
Prof. Dr. Halis Yunus ERSÖZ *Gençlik ve Spor Bakanlığı*
Prof. Dr. Seyfettin GÜRSEL *Bahçeşehir Üniversitesi*
Prof. Dr. Nükhet HOTAR *Dokuz Eylül Üniversitesi*
Prof. Dr. Erdal Tanas KARAGÖL *Yıldırım Beyazıt Üniversitesi*
Prof. Dr. Aşkın KESER *Uludağ Üniversitesi*
Prof. Dr. Muharrem KILIÇ *Yıldırım Beyazıt Üniversitesi*
Prof. Dr. Tamer KOÇEL *İstanbul Kültür Üniversitesi*
Prof. Dr. Metin KUTAL *Gedik Üniversitesi*
Prof. Dr. Adnan MAHİROĞULLARI *Cumhuriyet Üniversitesi*
Prof. Dr. Ahmet MAKAL *Ankara Üniversitesi*
Prof. Dr. Hamdi MOLLAMAHMUTOĞLU *Çankaya Üniversitesi*
Prof. Dr. Sedat MURAT *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*
Prof. Dr. Süleyman ÖZDEMİR *Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi*
Prof. Dr. Ahmet SELAMOĞLU *Fenerbahçe Üniversitesi*
Prof. Dr. Haluk Hadi SÜMER *Selçuk Üniversitesi*
Prof. Dr. Dilaver TENGİLİMOĞLU *Atılım Üniversitesi*
Prof. Dr. İnsan TUNALI *Boğaziçi Üniversitesi*
Prof. Dr. Fatih UŞAN *Yıldırım Beyazıt Üniversitesi*
Prof. Dr. Cavide Bedia UYARGİL *İstanbul Üniversitesi*
Prof. Dr. Recep VARÇIN *Ankara Üniversitesi*

Prof. Dr. Erinç YELDAN İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi
Prof. Dr. Kemalettin AYDIN Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Prof. Dr. Yücel UYANIK Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr. Erdiñ YAZICI Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr. Oğuz KARADENİZ Pamukkale Üniversitesi
Dr. Gökçe OK İçişleri Bakanlığı

**Dergide yayınlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazar(lar)ına aittir.
Yayınlanan eserlerde yer alan tüm içerik kaynak gösterilmeden kullanılamaz.**

*All the opinions written in articles are under responsibilities of the authors.
The published contents in the articles cannot be used without being cited.*

İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Kullanılan Yapay Zeka Teknolojilerine İlişkin İnceleme

A Review of Artificial Intelligence Technologies Used in the Field of Occupational Health and Safety

Burak Ayan¹

Serhat Taşçı²

Enes Bin Malik Köksal³

Öz

Gelişen endüstri ve giderek karmaşıklaşan üretim süreçleri iş sağlığı ve güvenliği açısından yeni riskleri ortaya çıkarmaktadır. Buna bağlı olarak tehlikelerin tespiti ve risklerin ortadan kaldırılması için çalışma sahasının teknolojinin getirdiği yeniliklerden faydalanıp daha etkin yöntemlerle daha sık denetiminin yapılarak kazaların önüne geçilebileceği görülmektedir. Kazaların büyük bir kısmının insan faktöründen kaynaklandığını göz önünde bulundurursak sahayı denetleyen ve tehlikeleri tespit ederek ortadan kaldıran iş güvenliği profesyonelleri de kazalara giden yoldaki insan faktöründen bir tanesidir. Yapay zeka ile hem çalışanlarca tehlikeli olabilecek işlerin uzman sistemlerle yapılması, hem de sahadan toplanan verilere bağlı olarak saha analizi, risklerin değerlendirilmesi ve tehlikelerin tespiti, çalışma ortamı gözetimi, kök neden analizi gibi uygulamalarının giderek daha çok alanda kullanıldığı görülmektedir. Böylece insan faktörüne bağlı oluşabilecek kazaların önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada, literatürde yer alan iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanılan yapay zeka araçları incelenmiştir. Yapılan uygulamalarda, çalışma alanlarında verimliliği arttırdığı, kısa zamanlarda pratik çözümlerin elde edildiği görülmektedir. Ancak çözümlenmesi istenilen problemlerde sürecin, tamamen yapay zeka kontrolünde olmaması gerektiği de vurgulanmaktadır. Yapay zeka gelişmelerinin hızı dikkate alındığında, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki uygulamalarının da gün geçtikçe sayı ve niteliklerinin artacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, İş Sağlığı, Meslek Hastalığı, Yapay Zeka, Büyük Dil Modelleri

¹ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, burak.ayan@csgb.gov.tr, ORCID: 0009-0003-1852-3459

² Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, serhat.tasci@csgb.gov.tr, ORCID: 0009-0005-8594-9761

³ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, enesbinmalik.koksal@csgb.gov.tr, ORCID: 0009-0002-3232-2832

Atıf: Ayan, B., Taşçı, S. ve Köksal, E. B. M. (2024). İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Kullanılan Yapay Zeka Teknolojilerine İlişkin İnceleme. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, Cilt 15, Sayı 2, 20-33.

Başvuru Tarihi: 05.06.2024
Yayına Kabul Tarihi: 31.07.2024

Abstract

The developing industry and increasingly complex production processes pose new risks in terms of occupational health and safety. Accordingly, it is seen that accidents can be prevented by using innovations brought by technology and performing more frequent inspections with more effective methods in order to detect and eliminate hazards. Considering that a large portion of accidents are caused by the human factor, occupational safety professionals who inspect the field and detect and eliminate hazards are also one of the human factors on the way to accidents. With artificial intelligence, it is seen that both the work that can be dangerous by employees is done with expert systems and field analysis, risk assessment and detection of hazards, work environment surveillance, root cause analysis, etc. are increasingly used in many areas depending on the data collected from the field. Thus, it is aimed to prevent accidents that may occur due to the human factor. In this study, artificial intelligence tools used in the field of occupational health and safety in the literature are examined. In the applications made, it is seen that it increases efficiency in work areas and practical solutions are obtained in a short time. However, it is also emphasized that the process should not be completely under the control of artificial intelligence in the problems that are desired to be solved. Considering the speed of artificial intelligence developments, it is thought that the number and quality of its applications in the field of occupational health and safety will increase day by day.

Keywords: Occupational Safety, Occupational Health, Occupational Disease, Artificial Intelligence, Large Language Models

GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), işyerinde ortaya çıkabilecek ve çalışanların sağlık ve refahını olumsuz etkileyebilecek tehlikelerin öngörülmesi, tanınması, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesi bilimi olarak tanımlanır. Bu tanım, toplumun ve çevre üzerindeki olası etkileri de dikkate alır (Alli, 2008).

Yapay zeka, şu anda işgücüne yönelik en büyük tehditlerden biri olarak anlaşılmaktadır; ancak, yeterince tasarlanması, uygulanması, yönetilmesi ve düzenlenmesi halinde kullanımı prensipte işçilerin güvenliğini ve sağlığını iyileştirmede yararlı olabilir. Endüstri 4.0, yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT) ve akıllı cihazlar gibi dijital devrimi kullanarak işyerlerinin iyileştirilmesini ifade eder (Badri, BoudreauTrudel ve Souissi, 2018).

Yapay zeka, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak bilinen çalışma dünyasındaki mevcut paradigma değişimini karakterize eden “Siber-Fiziksel Sistemlerin” gelişiminin merkezinde yer almaktadır, Bu nedenle, yapay zekanın çalışanların sağlığı, güvenliği ve refahı üzerindeki etkisini anlamak, iş güvenliği ve sağlığı alanı için çok önemlidir (Fisher, Flynn, Pratap ve Vietas, 2023).

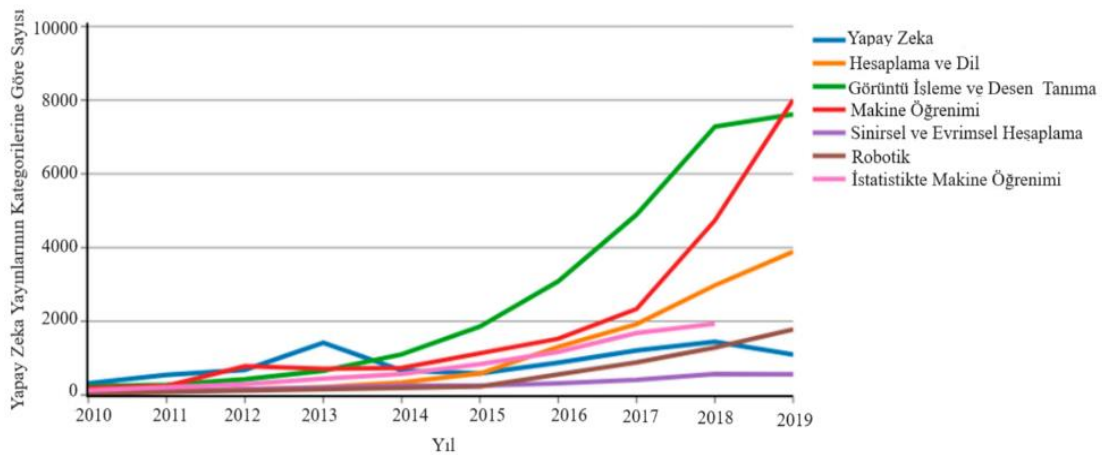
Türk Dil Kurumuna göre yapay zeka; bir bilgisayarın, bilgisayar kontrolündeki bir robotun veya programlanabilir bir aygıtın insana benzer biçimde algılama, öğrenme, fikir yürütme, karar verme, sorun çözme, iletişim kurma vb. işlevleri sergileyebilme

yeteneğidir (TDK, 2024). Yapay zeka kavramı ilk olarak 1955 yılında John McCarthy tarafından kullanıldığı kabul edilmektedir. John McCarthy, Marvin L. Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude E. Shannon “Yapay Zekâ Üzerine Dartmouth Yaz Araştırma Projesi İçin Bir Öneri” isimli çalışmada prensipte zeka o kadar kesin bir şekilde tanımlanabilir ki onu simüle edecek bir makine yapılabilir demişlerdir ve makinelerin dili kullanma biçimlerine, soyutlamalar ve kavramlar oluşturabilmelerine, insanlara mahsus olan sorunları çözme yöntemlerine ve kendilerini nasıl geliştirebileceklerini bulmaya yönelik çalışma yapmışlardır (McCarthy, Minsky, Rochester ve Shannon, 1955).

Yapay zeka evreninin dikkat çeken özelliklerinden biri, doğasını tanımlamanın oldukça zor olmasıdır. “Yapay” kelimesi ön görülebileceği gibi doğal yani biyolojik veya evrimsel bir etkinin sonucundan değil, insan yapımı ve kabiliyetlerinin bir ürünü olarak ortaya çıkmasından dolayı kullanılmaktadır. Yapay zeka, belli bir süreç sonucunda, zekaya sahip olan tasarımlardır (Fetzer, 1990). Günümüzde yapay zeka, karmaşık engellerin üstesinden gelmek için yeni konseptler ve yeni çözümler üreten bir mühendislik dalı olarak kabul ediliyor (Hamet ve Tremblay, 2017).

Yapay zeka, çalışanları izlemek ve maruziyetten kaynaklı riskleri belirlemek için gerçek zamanlı veri toplanmasına olanak tanır. Çevresel sensörler ve biyosensörler biyolojik, fiziksel veya kimyasal değişikliklere ilişkin verileri toplar ve bunları mesleki hastalıklarının bir göstergesi olup olmadığı konusunda ipuçları verir. Diğer endüstrilerin yanı sıra imalat, sağlık, ulaşım ve lojistikteki robotik, insan temasını tehlikeli veya riskli iş görevlerinden uzaklaştırmak için yapay zeka ve sensör teknolojileri kullanılmaktadır (Quentic, 2023).

Yapay zekanın hızla ilerlediği bu dönemde çok sayıda alanda, yapay zeka teknolojileri benimsemekte ve yapay zeka odaklı çözümlerin önemli etkisi ve potansiyeli ortaya koyulmaktadır (Hu, Li, Huang, Liu ve Che, 2023). Şekil 1’de yıllara göre yayınlanan yapay zeka makalelerinin sayılarına yer verilmiştir. Stanford’un “2019 Yapay Zeka Endeksi Raporları” tarafından sağlanan verilere göre son yıllarda hızla artan yayın sayısı dikkat çekmektedir (Perrault, 2019).



Şekil 1: Yıllara Göre Yapay Zeka Makalelerinin Sayısı

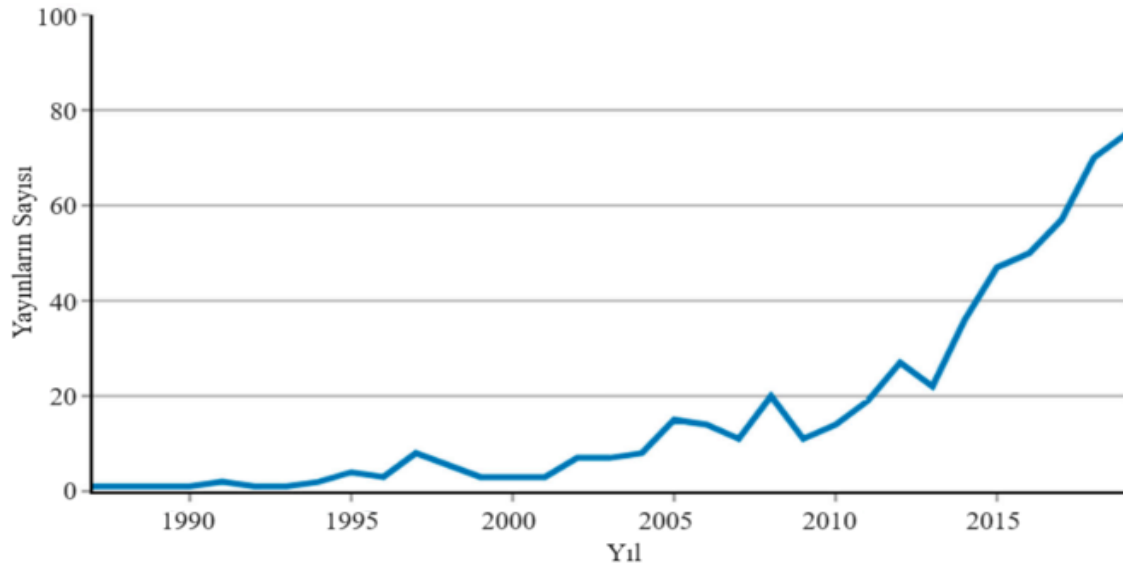
Kaynak: Perrault, 2019

1. İş Güvenliği Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

Çeşitli yayınlarda çeşitli endüstrilerde İSG'de yapay zekanın uygulanması gözden geçirilmiştir. Bu yayınlar, İSG'deki yapay zeka uygulamalarının tamamını içermemekte ancak genel bir bakış açısı sunmaktadır. İşyerindeki yapay zeka uygulamalarının sayısı gün geçtikçe arttıkça, yapay zeka yöntemlerinin ve bunların işçi sağlığı ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına yönelik hayati bir ihtiyaç ortaya çıkıyor.

Şekil 2'de yıllara göre (1986-2019) İSG alanında yapay zeka kullanımını gösteren makale sayılarına yer verilmiştir (Perrault, 2019). Şekil 1'de verilen yapay zeka kullanımına benzer şekilde, son yıllarda artan makale sayısı dikkat çekmektedir.

Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) tarafından robotik ve yapay zekanın çalışma ortamında işçi güvenliği, sağlığı ve refahı üzerindeki etkisini değerlendirmek için Mesleki Robotik Araştırma Merkezi(CORR) kuruldu (Pishgar, Issa, Sietsema, Pratap ve Darabi, 2022). Benzer şekilde, Avrupa Sağlık ve Güvenlik Ajansı da yapay zeka destekli araçların ve uygulamaların işyerlerinde kullanımını inceleyerek bunların nerede ve nasıl çalıştıklarını ve çalışanların iş güvenliği ve sağlığı üzerindeki etkilerinin neler olduğunu inceledi (Pishgar ve ark., 2022).



Şekil 2: 1986'dan 2019'a kadar İSG Alanında Yapay Zeka Kullanımını Gösteren Yayınların Sayısı

Kaynak : Pishgar ve ark., 2022

1.1. Büyük Dil Modellerinin Kullanımı

ChatGPT-3 ve BERT gibi Büyük Dil Modelleri (LLM'ler) olarak adlandırılan modeller, metin belgelerinin ve görüntülerin işlenmesi ve oluşturulmasında dikkate değer yetenekler göstermiştir. Yapay zeka alanındaki, özellikle de büyük dil modelleri (LLM) alanındaki son gelişmeler göz önüne alındığında, yapay zekanın uzmanlık gerektiren alanlarda ve mühendislik süreçlerinde kullanımının araştırılmasına yönelik çalışmalar

artmaktadır. Tehlikelerin ortadan kaldırılması için sahada İSG profesyonelleri tarafından tehlikelerin tespiti, analizi süreçlerinde büyük dil modellerinin faydalı olabildiği görülmektedir (Diemert ve Weber, 2023).

Tehlike analizi yöntemleri, bir olay veya sürecin nasıl bir kayıp olayıyla sonuçlanabileceği hakkında niteliksel veya niceliksel olarak akıl yürütmeye yönelik bütüncül bir yaklaşım sağlar. Tehlike analizi yöntemleri, analistlerin muhakemesine ve tecrübelerine dayanan bir tür beyin fırtınası sürecidir. Analistin deneyim düzeyi, dikkatlilik düzeyi, analitik düşünme becerisi ve sistemin altında yatan teknik ilkelere ve yönetime ilişkin bilgisi, tehlike analizinin önemli unsurlarıdır. Yeterli bir tehlike analizinin gerçekleştirilmemesi, tespit edilemeyen tehlikelerden kaynaklanan riskin artmasına neden olabilir.

Büyük dil modellerinin rolü tehlike analizi açısından iş güvenliği profesyonellerinin yerini almak değildir. Keza yapay zekanın her zaman "doğru" yanıtlar vermesi, beklenen bir durum değil. Bununla birlikte gözden kaçabilecek belirsizlikleri ortadan kaldırarak analiste yardımcı olmak, tehlike analizi sürecini hızlandırmak gibi faydaları göz önünde bulundurulduğunda yapay zekanın tehlike analizi sürecine değer katabilecek bir araç olduğu görülmektedir. Yapay zeka, büyük güvenlik veri kümelerini analiz ederek kalıpları belirler ve potansiyel tehlikeleri tahmin eder (Warrick, 2024).

Üretken yapay zeka destekli teknolojilerin etik bir şekilde kullanılması, eğitimde daha fazla eşitlik, erişim ve kaliteli öğrenimi teşvik edebileceğine dair giderek daha fazla veri bulunmaktadır (Cacicio ve Riggs, 2023). Üretken yapay zekanın yetişkinlerin öğrenme sonuçları üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar yeni ortaya çıkmaya başlıyor. Bir pil endüstrisinde yapılan çalışmaya göre profesyonel eğitimden hazırlanan eğitim içerikleriyle yapay zeka tarafından hazırlanan eğitim içeriklerinin etkinliğinin karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma yapılmıştır. Sonuçlar, geleneksel olarak bir eğitimden hazırlanan eğitim içerikleriyle AI tarafından oluşturulan videoyu izleyenler arasında, öğrenme öncesi ve sonrası değerlendirmelerde önemli bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Öğrenme kazanımları açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, AI tarafından oluşturulan öğrenme videolarının çevrimiçi eğitim ortamlarında etkili bir alternatif olabileceğini önermektedir (Leiker, Gyllen, Eldesouky ve Cukurova, 2023).

Birleşmiş Milletler UNESCO-UNEVOC tarafından hazırlanan bir rapor, YZ'nin işçi eğitiminde yenilikçi yöntemlerin benimsenmesine katkı sağladığını belirtmektedir. Bu rapor, YZ'nin işçi eğitim programlarına entegrasyonunun çalışanların bilgi ve becerilerini güncel tutmada önemli rol oynayabileceğini öne sürüyor. İçerik üretiminin yanı sıra çalışanın eğitim ihtiyacının tespitinde, çalışana özel eğitim içeriği hazırlanmasında ve eğitim sonu değerlendirilmelerinde yapay zekanın kullanıldığına dair örnekler yer almaktadır. İstenilen becerilere sahip çalışanın seçiminde yapay zeka araçlarının kullanıldığına dair çalışmada raporda belirtilmiştir. Bu da tehlikelere karşı istenilen eğitim düzeyine sahip çalışanın seçiminde yardımcı bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir (UNESCO-UNEVOC, 2021).

1.2. Uzman Sistemler ve Yapay Zeka

Endüstrinin gelişmesine paralel olarak çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehdit eden risklerin de arttığı görülmektedir. Gelişen teknolojilerle birlikte işyerinde kullanımı artan Yapay zeka, gelişmiş robotlar, büyük veri, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zeka tabanlı izleme vs. daha bir çok gelişme fırsatlarla birlikte yanında getirdiği riskleri de barındırmaktadır. Bu durum çalışanlar için risklerin ortadan kaldırıldığı güvenli bir çalışma ortamı oluşturmayı zorlaştırmaktadır. Risk çeşitliliğinin artması yapılan işlerin her geçen gün daha karmaşık hale gelmesi iş sağlığı ve güvenliğinde önleyici yaklaşımın önemini artırmaktadır. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği alanında geniş bilgiye sahip profesyonellere ihtiyaç artmaktadır. Ancak yeterli sayıda yetişmiş insan kaynağı bulmak ve her zaman ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu durum iş sağlığı ve güvenliğinde “Yapay Zeka” ve “Uzman Sistemler” kullanılmasının önemini artırmaktadır (EU-OSHA, 2019).

Uzman sistemler belirli bir konuda uzmanlaşmış ve tecrübe sahibi olmuş bir insanın muhakeme ve davranışını taklit ederek sorunları çözmeye çalışan sisteme denir. Yazılım dilleri kullanılarak geliştirilen uzman sistemler “bilgi tabanı ve çıkarım katmanları” yoluyla esnek ve değişken bilgiyi kullanıcıya sunar. Uzman sistemler hasta teşhisi, finansal tahmin ve iş sağlığı ve güvenliği gibi alanlarda kullanılabilir (Gupta ve Nagpal, 2020).

Yapay zeka ve Uzman Sistemler hemen her sektörde olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği sektöründe de iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin işlerini kolaylaştırıcı olup, hataları en aza indirmeye yaramaktadır. Yapay zeka ve uzman sistemler aracılığıyla risklerin önceden tespit edilebilmesi mümkün hale gelebilmektedir (Taçgın ve Sağır, 2020). Bu durum iş sağlığı ve güvenliği alanında yapay zeka ve uzman sistemlerin kullanılmasını gerekli hale getirerek her geçen gün kullanımı artacaktır. Böylelikle yazılımsal alt yapı kullanılarak bilimsel ve sistemli çalışmalar sayesinde daha güvenli işyeri ortamları oluşturulacak ve önleyici yaklaşımla birlikte iş kazalarının ve meslek hastalıklarının oluşması engellenebilecektir (Alaeddinoğlu, 2015).

Yapay zeka ve uzman sistemlerin iş sağlığı ve güvenliğinde son yıllarda kullanan çok sayıda örnekleri vardır. Yapay sinir ağları kullanılarak risk analizinde iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerine karar almada yardımcı olmak ve bilgi altyapı desteği vermek üzerine bir çalışma Atatürk Üniversitesi tarafından yapılmıştır. Bu sistemde bilgisayara risklerin zararını en aza indirmek üzere karar vermeyi destekleyici bir sistem öğretilmiştir. Sistem geçmişte yapılan risk analizi ve değerlendirmelerinden faydalanarak kararlar vermekte, alınan kararlar ve sonuçlarıyla birlikte her geçen gün daha doğru kararlar vermektedir (Alaeddinoğlu, 2015). Başka bir çalışmada ise endüstriyel kaza kayıtlarının bilgisayar destekli risk analizi ve değerlendirmesi şeklindedir. Doğrudan uzman sistemlerin kullanıldığı bu yöntem Bilgisayar Destekli Süreç Planlama sistemi olan SYSKLASS programı ile işletilmektedir. Bu program Hata Ağacı Analizi Yöntemi (FMEA) ve Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP) Analizi yöntemini kullanmaktadır (Baron, Brazda, Dobransky ve Kocisko, 2012). Bir çalışmada geçmiş kaza örneklerini Akıllı Bilgi Tabanı adını verdikleri programa yükleyerek kazaların nedenlerinin tahminin yüksek oranda doğru bulabilen bir program geliştirilmiştir (Taçgın ve Sağır, 2020). Bu saydığımız örneklerin dışında daha birçok çalışma yapıldı ve yapılmaya devam ediyor. Bu durum göstermektedir ki yapay zeka ve uzman sistemler iş sağlığı ve güvenliği alanında kazaların önlenmesi risklerin tespiti ve iş

sağlığının gelişmesi açısından yaygın olarak kullanılacaktır. Yapılan çalışmaların ortak noktası İSG profesyonellerinin işlerini kolaylaştıran, kişisel riskleri azaltan ve kaza ve riskleri azaltma noktasında faydalı olduğu yönündedir. Bu durumda işyerleri için hem zaman hem de maliyet açısından avantaj sağlamaktadır.

1.3. Gerçek Zamanlı İşyeri İzleme Araçları

Yapay zeka aynı zamanda çalışanları izlemenin ve yönetmenin yeni biçimlerinin ortaya çıkmasını da kolaylaştırdı. Dijital, yapay zeka tabanlı teknolojiler, işçilere ilişkin büyük miktarda gerçek zamanlı verinin toplanmasına dayalı yeni, yaygın, sürekli ve daha düşük maliyetli işçi izleme ve yönetim biçimlerine olanak tanır (Policy Brief, 2021). İş yeri güvenliği için izleme ve gözetleme araçlarında yapay zeka bilgisayar görüşü, yapay zeka uygulamaları aracılığıyla iş yeri güvenliğinin artırılması konusunda büyük umut vaat ediyor (Policy Brief, 2021).

Yapay zeka tabanlı izleme, kanıta dayalı önlemeyi, gelişmiş işyeri risk değerlendirmesini ve daha verimli, risk tabanlı, hedefe yönelik İSG denetimlerini destekleyebilir. Bilgiler, kuruluşlar tarafından psikososyal riskler de dahil olmak üzere İSG sorunlarını ve kurumsal düzeyde İSG müdahalelerinin gerekli olduğu yerleri belirlemek için kullanılabilir (Policy Brief, 2021).

Yapay zeka, güvenlik verilerini gerçek zamanlı olarak izlemek ve analiz etmek, potansiyel tehlikeleri kazalarla sonuçlanmadan önce tespit etmek ve düzeltici eylemler önermek için kullanılabilir. Güvenlik yönetimine yönelik bu proaktif yaklaşım, şantiyelerin OSHA standartlarıyla uyumlu kalmasına ve maliyetli ihlallerin önlenmesine yardımcı olabilir (Longinos ve Widlund, 2024).

Yapay zeka algoritmaları, proje planları, gerçek zamanlı saha görüntüleri ve geçmiş kaza raporları dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen verileri analiz ederek olası güvenlik ihlallerini gerçekleşmeden önce tahmin edebilir. Bu proaktif yaklaşım, düzeltici önlemlerin zamanında uygulanmasına olanak tanıyarak kaza ve uyumsuzluk riskini önemli ölçüde azaltır (Longinos ve Widlund, 2024).

1.4. Yapay Zeka ve Meslek Hastalıkları Teşhisi

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununa göre meslek hastalıkları; “Sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özrürlük halleri” olarak tanımlanmaktadır (T. C. Resmî Gazete., 2006).

Bir üniversite hastanesi mesleki hastalıklar polikliniğindeki 2016-2021 yılları arası kayıtlardan elde edilen verilere göre; başvuruların %62,5’i meslek hastalığı olarak değerlendirilmiş olup en çok tanı konulan hastalıklar sırasıyla kas iskelet sistemi (%40,8), işitme kaybı (%28,9) ve mesleki solunum sistemlerine (%17,9) ait rahatsızlıklar olduğu görülmektedir (Türk ve ark., 2023). Uluslararası İş örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) raporuna göre 2000 ve 2016 yılları arasında meslek hastalıklarının

arttığı, özellikle iş ile ilgili solunum yolu ile edinilen hastalıkların önemli oranlarda ölümle sonuçlandığı görülmektedir (WHO ve ILO, 2021).

1950'li yıllarda kendinden söz ettirmeye başlayan yapay zeka, 1960'larda Ulusal Tıp Kütüphanesi tarafından Tıbbi Literatür Analizi ve web tabanlı arama motoru olarak kullanılan PubMed'in geliştirilmesi ile yapay zeka biyotıp alanında da hızla ilerleme kaydetti. PubMed önemli bir dijital kaynak haline geldi. (Kulikowski, 2019).

1971 yılında Rutgers Üniversitesi'nde Saul Amarel ile bio tıp alanında bilgisayarlar üzerinden kaynakların araştırılması üzerine atılan adımlar, 1973 yılında Stanford Üniversitesi'nde yeni gelişmelere neden oldu. İlgili enstitüler vasıtasıyla araştırmacılar eş zamanlı olarak tıp alanındaki tecrübelerini paylaşması için bir ağ oluşturuldu. 2 yıl sonra da Rutgers Üniversitesi'nde, ilk tıpta yapay zeka çalışmayı gerçekleştirdi (Kaul, Enslin ve Gross, 2020; Kulikowski, 2015). Glokom için gerçekleştirilen konsültasyon programının yapay zekanın tıp alanındaki uygulamalarında ilk prototip olduğu ifade edilmektedir. CASNET olarak ifade edilen model, sürdürülebilir veri tabanından beslenerek belirli bir hastalık hakkındaki bilgileri bireysel hastalara uygulayabilir ve doktorlara hasta yönetimi konusunda tavsiyelerde bulunabilir (Shortliffe ve ark., 1975).

Aynı yıllarda yine MYCIN adı verilen yapay zeka sistemi ile hasta tecrübesi ve yaklaşık 600 kuraldan oluşan bilgi tabanına dayanarak, potansiyel bakteriyel patojenlerin bir listesini sunabilen ve ardından hastanın vücut ağırlığına uygun şekilde ayarlanmış antibiyotik tedavi seçeneklerini önerilebildi. Sonrasında geliştirilen EMYCIN ve INTERNIST-1 gibi yapay zeka sistemleri ile tanı koyma ve tedavi sunmada tıp sistemi bir adım daha öteye gitti (Kulikowski, 2019; Shortliffe ve ark., 1975).

Yapay zeka alanındaki gelişmelerin hızında 1970 ve 1980'li yılların sonlarında, sürdürülebilirliğinde yaşanan zorluklar, maliyet ve ilginin az olmasından kaynaklanan nedenlerden dolayı azalma olduğu görülmektedir. Bu dönemler "yapay zeka kışı" olarak ifade edilebilmektedir (Greenhill ve Edmunds, 2020).

1988'de DXplain ile, girilen semptomlara göre tanı oluşturan karar destek sistemi geliştirildi. DXplain ilk etapta 500 hastalık hakkında bilgi verebilirken bu sayı kullanımının da yayılması ile günümüzde 2600'e kadar çıktı (Dxplain, 2024). Yapay zekanın tıpta katettiği bu gelişmeler 2000'li yıllara doğru makine öğrenimine olan ilgiyi artırdı ve modern tıbbı zemin hazırladı (Kaul, Enslin ve Gross, 2020).

2007 yılında ise IBM, Watson adında soru-cevap sistemini geliştirdi. Öyle ki bu sistem, 2011 yılında, rakiplerinin insan olduğu bir tv programı yarışmasında 1. oldu. Sistemde kullanılan DeepQA teknolojisidir. Bu teknoloji, öncesinde kullanılan ileri veya geriye doğru kuralları takip ederek akıl yürütme gibi geleneksel yöntemleri kullanmamaktadır. Olası yanıtlar üretmek amacıyla, yapılandırılmamış içeriklere ait verileri analiz etmek için doğal dil işleme ve çeşitli aramaları kullanmaktadır. Üstelik kullanımı kolay ve maliyeti uygundur (Ferrucci, Levas, Bagchi, Gondek ve Mueller, 2013). 2017'de yapılan bir çalışmada amyotrofik lateral sklerozda değişikliğe uğrayan yeni RNA bağlayıcı proteinleri tanımlamak için IBM Watson'ın kullandığı görülmektedir (Bakkar, ve ark., 2017).

Doğal dil işleme ile sohbet robotları, yüzeysel iletişimden anlamlı konuşmaya dayalı arayüzlere dönüştü. Bunların ilk örnekleri ve bilinenleri "Siri" ve "Alexa" dır. Gelişen yapay zeka tıp dünyasına da doğrudan yansımaktadır. 2015 yılında geliştirilen sohbet robotu Pharmabot, pediatrik hastalar ve ebeveynlerinin ilaç eğitimine yardımcı oldu. 2017'de geliştirilen Mandy ise birinci basamak muayenehanesi için otomatik hasta kabul

süreci yürüten bir sohbet robotudur (Kaul, Enslin ve Gross, 2020) (Comendador, Francisco, Medenilla, Nacion ve Serac, 2015; Ni, Lu ve Liu, 2017). Geçtiğimiz yıllarda geliştirilen Tempus vb. gibi yapay zeka uygulamaları, bugün karaciğer, akciğer ve kardiyovasküler görüntüleri, göğüs ve kas-iskelet sistemi röntgen görüntüleri, kontrastsız kafa BT görüntüleri kısa bir süre içinde derin öğrenme ile analiz edilebilmektedir. Yapay zeka uygulamaları, lezyonları tespit etmede, ayırıcı tanıları koyma ve otomatik tıbbi raporlar oluşturmada ümit vaat etmektedir (Tempus Corporation, 2024).

Tıbbi metinlerin karmaşıklığı, yüksek uyumluluk kaynaklı gruplandırma zorluğu gibi nedenler geliştirilmiş yapay zeka analizleri ile artık aşılabilmekte, özellikle kanser gibi tıbbi dokümanlar sınıflandırılabilir (Che, Hu, Zhao, Li ve Lin, 2023). Çalışanın genlerini inceledikten sonra bir çalışanın gelecekteki potansiyel hastalığını veya mesleki bir hastalığın ortaya çıkmasını değerlendirmek de yapay zekanın kullanıldığı yeni hedeflere bir örnektir (Flaherty, 2009) (Jarota, 2023).

1.5. Yapay Zeka Tabanlı İşçi Yönetimi

Yapay zekanın karar verme görevlerini yürütme kapasitesi orta düzey yönetim tarafından yürütülen işlerin yerini alma potansiyeline sahiptir. Bu dönüşüm üst düzey yöneticilerin otoritesini bile sarsmaktadır. Aynı zamanda çalışanlar ile yönetim arasındaki insani ilişkilerin kaybolmasına neden olmaktadır. Bu durum yönetim seviyesinde çalışanlar için işinden olma riski gösterirken alt kademede çalışanların ise insani ilişkiden soyutlanmış bir yönetici ile karşı karşıya kalmasına sebep olmaktadır (EU-OSHA, 2024).

İşin nicelik boyutundan baktığımızda işyeri için oldukça verimli bir durum ortaya çıkmaktadır. Ancak işin niteliksel boyutunda aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı "Yapay zeka tabanlı işçi yönetimi" teknolojileri ile ilgili aşağıdaki konuları ele almaktadır.

- "Bu teknolojilerin gelişimini yönlendirenler ve kilit aktörler kimlerdir?"
- "Yapay zeka tabanlı işçi yönetimi teknolojilerinin benimsenmesi belirli vaka çalışmalarının ötesine geçerek çeşitli sektörlerde ne ölçüde yayılıyor?"
- "Bu teknolojilerin işgücü ile ilgili olarak hangi spesifik işlevleri yerine getirmesi amaçlanıyor?"
- "Bu teknolojilerin işçiler açısından, özellikle de güvenlik ve sağlık açısından etkileri nelerdir?" (EU-OSHA, 2024)

Yapay zeka tabanlı işçi yönetimi EU-OSHA tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır; "İşçileri yönetmek için kullanılan yapay zeka araçlarına, işçi yönetimine kolaylık sağlayan yapay zeka tabanlı işçi yönetimi adı verilebilir. Çalışma alanından, çalışanlardan, yaptıkları işten ve işleri için kullandıkları (dijital) araçlardan genellikle gerçek zamanlı olarak veri toplar. Daha sonra otomatik veya yarı otomatik kararlar veren yapay zeka tabanlı bir sistemle beslenen sistem veya karar vericilere (İK

yöneticileri, işverenler, bazen işçiler gibi) işçi yönetimiyle ilgili sorular hakkında bilgi sağlar” şeklinde tanımlamaktadır (EU-OSHA, 2022a).

Yapay zeka tarafından yönetilen çalışma ortamlarında, güvenlik ve sağlık açısından kaygılar ortaya çıkmaktadır. EU-OSHA tarafından yapılan çalışmalar neticesinde en sık bahsedilen risk, genellikle otomatik algoritmalar tarafından yönlendirilen ve hızlandırılmış çalışma tempoları altında daha da kötüleşen işle ilgili strestir (EU-OSHA, 2022b). Örnek olarak otomatik teslimat programlarına uymaya çalışan kargo çalışanlarının trafik kazaları geçirmesi, performans izlemenin neden olduğu işle ilgili stresin bir sonucudur (EU-OSHA, 2024). Çalışanları makine gibi çalışmaya zorlayarak özerkliğin, bilişsel becerinin ve eleştirel düşüncenin azalmasına, ayrıca çalışanların katılımını azaltarak bireyselleşmeye neden olur. Bu durumda işle ilgili psikososyal riskleri artırır ve iş tatminini azaltır. Bunlarla birlikte bir diğer konu ise yapay zeka ile çalışanların izlenmesi etik açısından da endişe uyandırmaktadır. Kişisel verilerin korunmasına yönelik ihlaller, iş ve kişisel yaşam dengesinin ihlali çalışanların üstündeki kaygıyı artırmaktadır. Bu durum çalışanların algoritmaların karşısında farklı davranmasına sebep olabilmekte ve kişiliklerinin değişmesine kadar uzanabilmektedir. Tüm bunlar çalışanlarda stres ve kaygı artışına sebep olmaktadır (EU-OSHA, 2022b).

Yapay zeka tabanlı işçi yönetiminin iş sağlığı ve güvenliği açısından faydalı olması elbetteki mümkündür. Olası risklerin en aza indirilmesi, çalışanların hataların izlenmesi ve kazaların önlenmesi için algoritmalarından destek alınabilir. Yapay zeka algoritmaları risk faktörleri ihlal edildiğinde erken uyarılar vererek ve işyerindeki iş sağlığı güvenliği risk analizine katkı sağlayarak faydalı bir hal alabilir. Ancak uygulamalara baktığımızda yapay zeka algoritmaların iş sağlığı ve güvenliği odaklı insan iyiliğinin ön planda olmadığı daha çok çalışanların verimliliği üzerine kurulu bir sistemle çalışmaktadır (EU-OSHA, 2022b).

SONUÇ

Yapay zekada sensörlerin, robotların ve makine öğrenimi algoritmalarının kullanımı yoluyla yapılan yeniliklerin, üretkenliği artırdığı ve işyerindeki çalışanların güvenliğini ve sağlığını iyileştirebileceğine yönelik çalışmaların sayısı artmaktadır.

Yapay zeka, tüm sektörlerde işyerinde, çalışanların sağlık ve güvenliğini iyileştirmek amacıyla tehlikeli olayları ve ortamları tespit etmek, değerlendirmek ve tahmin etmek için kullanılabilir. İşletmelerin risk değerlendirmesi ve acil durum gibi dokümanlarının oluşturulmasında İSG profesyonellerinin işlerini hızlandırıp kolaylaştırabileceği gibi eğitim içeriği oluşturulması, işletmeye özgü tasarımlarla poster, video gibi içeriklerle İSG’ye dair içerik üretilmesine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Yapay zeka alanındaki son yıllarda büyük dil modellerindeki hızlı gelişmeler, iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerine yeni fırsatlar sunmakta, tehlike analizi, risk değerlendirmesi, iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri gibi içerik üretimine ihtiyaç duyulan alanlarda üretken yapay zeka, faydalı bir araç olarak değerlendirilebilir.

Gelişmeler, yapay zeka sistemlerinin, insanlarda görülen hastalıklar için tanı koyma ve tedavi sunmada önemli ilerlemeler kaydettiğini göstermektedir. Bu durum rahatsızlıkların takibi sürecinde sağlık çalışanlarına yardımcı olabilmekte, birçok hastalığın erken teşhisi ve tedavisi için zaman kazandırabileceğini göstermektedir.

Çalışma ortamındaki olağandışı durumların tespiti için işletmelerin saha gözetimi ve denetimi için kullanılan yapay zeka destekli izleme araçlarının kullanımı çok yaygın olmamakla birlikte ve bu araçların kullanıcısı ve kabiliyetleri gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde işletmelerin mevcut kameralarına uygulanan yapay zeka entegrasyonu ile kurulan takip ve izleme sistemlerinin anlık veri sunması avantajı ile acil durum ve erken müdahale açısından kritik rol oynayacağı açıktır.

Yapay zekanın işyerlerinde uygulanması son birkaç yılda arttığından, yapay zeka yöntemlerinin ve bu yöntemlerin çalışanlar ve işyerleri üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması çok önemlidir. Çalışanların karar verme süreçlerine destek olarak üretkenliğini artırabileceği gibi sebep olacağı riskler de dikkate alınmalıdır. Çalışanların bilişsel becerilerinin, özgün ve eleştirel yaklaşımlarla sürece katkısının azalması söz konusu olabilir. Yapay zeka destekli izleme araçlarının çalışanların mahremiyeti üzerindeki etkisi de tartışma konusu olup, bireyler üzerinde neden olabileceği kaygı ve stres gibi psikolojik etkileri değerlendirilmelidir.

Yapay zeka uygulamalarındaki gelişmelere paralel olarak, çalışanların sağlığını, güvenliğini korumak amacıyla İSG'deki yapay zeka uygulamalarından daha fazla faydalanmak ve yeni kullanım alanlarını keşfetmek için İSG paydaşları, kanun koyucular ve firmalar arasında işbirliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynakça

- Alaeddinoğlu, M., Sincar, S. ve Naralan, A. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizi ve Değerlendirmesi İçin Geliştirilmiş Bir Karar Destek Sistemi (Yapay Sinir Ağı)-Atatürk Üniversitesi Örneği. *nde Risk Analizi ve Değerlendirmesi İçin Geliştirilmiş Bir Karar Destek Sistemi (Yapay Sinir Ağı)-Atatürk Üniversitesi Örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 275, 290-291.
- Alli, B. O. (2008). *Fundamental Principles of Occupational Health and Safety*. Geneva: ILO, s. 8.
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B. ve Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, 109(2), s. 403-411.
- Bakkar, N., Kovalik, T., Lorenzini, I., Spangler, S., Lacoste, A., Sponaugle, K. ve Bowser, R. (2017). Artificial intelligence in neurodegenerative disease research: use of IBM Watson to identify additional RNA-binding proteins altered in amyotrophic lateral sclerosis. *Acta Neuropathologica*, 227-247.
- Baron, P., Brazda, P., Dobransky, J. ve Kocisko, M. (2012). *Expert System Approach to Safety Management*. In *Risk Analysis VIII*. WIT Press.
- Cacicio, S. ve Riggs, R. (2023). Bridging resource gaps in adult education: The role of generative AI. *Adult Literacy Education*, 5(3), s. 80-86.
- Che, C., Hu, H., Zhao, X., Li, S. ve Lin, Q. (2023). Advancing cancer document classification with random forest. *Academic Journal of Science and Technology*, 8(1), 278-280.

- Comendador, B. E., Francisco, B. M., Medenilla, J. S., Nacion, S. M. ve Serac, T. B. (2015). Pharmabot: A pediatric generic medicine consultant chatbot. *Journal of Automation and Control Engineering*, 3(2), 137-140.
- Diemert, S. ve Weber, J. H. (2023). Can Large Language Models assist in Hazard Analysis? Arxiv, s. 1-13.
- EU-OSHA. (2019, November 9). Retrieved April 3, 2024 from YouTube: Home: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fbab9f56-3035-11ea-af81-01aa75ed71a1>
- EU-OSHA. (2022, June 23). *Artificial intelligence for worker management: an overview | Safety and health at work EU-OSHA*. Retrieved March 29, 2024 from EU-OSHA: <https://osha.europa.eu/en/publications/artificial-intelligence-worker-management-overview>
- EU-OSHA. (2022a, June 23). *Artificial intelligence for worker management: mapping definitions, uses and implications | Safety and health at work EU-OSHA*. Retrieved March 29, 2024 from EU-OSHA: <https://osha.europa.eu/en/publications/artificial-intelligence-worker-management-mapping-definitions-uses-and-implications>
- EU-OSHA. (2022b, August 10). *Artificial intelligence for worker management: implications for occupational safety and health | Safety and health at work EU-OSHA*. Retrieved March 29, 2024 from EU-OSHA: <https://osha.europa.eu/en/publications/artificial-intelligence-worker-management-implications-occupational-safety-and-health>
- EU-OSHA. (2024, March 19). *Worker management through AI - From technology development to the impacts on workers and their safety and health | Safety and health at work EU-OSHA*. Retrieved March 27, 2024 from EU-OSHA: <https://osha.europa.eu/en/publications/worker-management-through-ai-technology-development-impacts-workers-and-their-safety-and-health>
- Ferrucci, D. L., Levas, A., Bagchi, S., Gondek, D. ve Mueller, E. T. (2013). Watson: Beyond Jeopardy! *Artificial Intelligence*, 93-105.
- Fetzer, J. H. (1990). What is Artificial Intelligence? In *Artificial Intelligence: Its Scope and Limits*. Springer. From https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-1900-6_1
- Fisher, E., Flynn, M. A., Pratap, P. ve Vietas, J. A. (2023, 6 24). Occupational Safety and Health Equity Impacts of Artificial Intelligence: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*, 20(6221), 28. From <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10340692/pdf/ijerph-20-06221.pdf>
- Flaherty, J. E. (2009). Toxicogenomics and workers' compensation: A reworking of the "bargain"? *Journal of Health Care Law and Policy*, 12(2), 267-294.
- Greenhill, A. T. ve Edmunds, B. R. (2020). A primer of artificial intelligence in medicine. *Techniques and Innovations in Gastrointestinal Endoscopy*, 22(2), 85-89.
- Gupta, I. ve Nagpal, G. (2020). *Artificial Intelligence and Expert Systems*. Mercury Learning & Information.

- Hamet, P. ve Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, s. 36-40.
- Jarota, M. (2023). Artificial intelligence in the work process. A reflection on the proposed European Union regulations on artificial intelligence from an occupational health and safety perspective. *Computer Law ve Security Review*, 49.
- Kaul, V., Enslin, S. ve Gross, S. A. (n.d.). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy*, 92(4), 807-812.
- Kulikowski, C. A. (2019). An Opening Chapter of the First Generation of Artificial Intelligence in Medicine: The First Rutgers AIM Workshop, June 1975. *IMIA and Schattauer GmbH*, 227-233.
- Laboratory of Computer Science. (2024). *Dxplain*. From <https://www.mghlcs.org/projects/dxplain>
- Leiker, D., Gyllen, A., Eldesouky, I. ve Cukurova, M. (2023, Haziran). Generative AI for learning: Investigating the potential of learning videos with synthetic virtual instructors. *Artificial Intelligence in Education*, 523-529. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_81
- Longinos, M. ve Widlund, J. (2024, March 6). *How AI can be used for OSHA regulations*. Retrieved April 15, 2024 from Civils.ai: <https://civils.ai/blog/ai-for-osha-regulations>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. ve Shannon, C. E. (1955, 08 31). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12. From <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Ni, L., Lu, C. ve Liu, N. L. (2017). MANDY: Towards a Smart Primary Care Chatbot Application. *International Symposium on Knowledge and Systems Sciences*, 38-52.
- Perrault, R. (2019). *Artificial Intelligence Index Report*. Stanford University. From https://hai.stanford.edu/sites/default/files/ai_index_2019_report.pdf
- Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsema, M., Pratap, P. ve Darabi, H. (2022, 6 22). REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6705), 42.
- Policy Brief. (2021). Retrieved April 15, 2024 from EU-OSHA: https://osha.europa.eu/sites/default/files/Policy-brief-Impact-AI-OSH_EN.pdf
- Quentic. (2023, August 7). *Artificial intelligence in risk and safety management*. Retrieved May 27, 2024 from Quentic: <https://www.quentic.com/articles/ai-in-risk-and-safety-management/>
- Shortliffe, E. H., Davis, R., Axline, S. G., Buchanan, B. G., Green, C. ve Cohen, S. N. (1975). Computer-based consultations in clinical therapeutics: Explanation and rule acquisition capabilities of the MYCIN system. *Computers and Biomedical Research*, 8(4), 303-320.
- T. C. Resmî Gazete. (2006, Mayıs 31). 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu.

- Taçgın, E. ve Sağır, Z. (2020). Development of an intelligent knowledge base for identification of accident causes based on Fu et al.'s model. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. From <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33034272/>
- Tempus Corporation. (2024). Tempus Technology. Tempus : <https://www.tempus.com/about-us/tempus-tech/>
- TDK. (2024). Retrieved March 21, 2024 from Türk Dil Kurumu: <http://www.tdk.gov.tr>
- Türk, M., Kendirlihan, Ş. E., Gölgeçen, D., Şak, D., Karapaça, G. U., Hasanlı, Y. S. ve Güngördü, N. (2023). Bir üniversite hastanesi meslek hastalıkları polikliniğinin altı yıllık deneyimi. *Ege Tıp Dergisi*, 62(2), 211-223.
- UNESCO-UNEVOC. (2021). *Understanding the impact of artificial intelligence on skills development*. France-Germany: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; International Centre for Technical and Vocational Education and Training.
- Warrick, B. L. (2024, March 21). *The Role of Artificial Intelligence in Occupational Safety and Health Practices (OSH)*. Retrieved April 15, 2024 from University of South Florida: <https://www.usf.edu/health/public-health/news/2024/ai-in-osh-practices.aspx>
- WHO/ILO. (2021). *Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000–2016*. WHO/ILO.