



Yapay Zekânın İş Güvenliği Uygulamalarındaki Kullanımına Yönelik Bibliyometrik Analiz

A Bibliometric Analysis of the Use of Artificial Intelligence in Occupational Safety Applications.

Esra AKTAŞ¹

İbrahim IRMAK²

Öz

Tarih boyunca çeşitli biçimlerde var olan iş güvenliği, Sanayi Devrimi ile birlikte daha kapsamlı ve sistematik bir şekilde incelenmeye başlanmış olup, günümüzde de hâlâ en önemli disiplinlerden biri olmaya devam etmektedir. Hızla değişen dünya ile birlikte kurum kültürleri ve dolayısıyla güvenlik kültürü de değişmekte ve iş güvenliğine yönelik yapılan değişimler teknoloji ile birleşmektedir. Yapay zekânın ve yapay zekânın alt disiplinleri olan makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme tekniklerinin iş güvenliği uygulamalarında kullanımı buna örnek verilebilmektedir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, yapay zekânın iş güvenliği uygulamalarındaki kullanımına yönelik bir bibliyometrik analiz yapmak olarak belirlenmiştir. Analiz kapsamında veriler; 2 Nisan 2025 tarihinde Web of Science veri tabanından, yayın tarihi ve dil kısıtlaması olmaksızın, yalnızca araştırma makaleleri, konferans bildirileri, kitaplar ve kitap bölümleri yayın türü olarak seçilerek elde edilmiştir. Çalışmada belirlenen anahtar kelimeler doğrultusunda, 1519 bilimsel çalışma incelenmiş; yayın çıktısı ve büyüme eğilimleri, coğrafi dağılım, kurum, yazar, atıf ve anahtar kelime analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, iş güvenliğinde yapay zekânın kullanımına yönelik bir rapor sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, Derin Öğrenme, Doğal Dil İşleme, İş Güvenliği, Makine Öğrenmesi, Yapay Zekâ

ABSTRACT

Occupational safety, which has existed in many forms throughout history, began to be studied more fully and methodically with the industrial revolution, and it remains one of the most significant disciplines today. With the quickly changing globe, corporate cultures and, by extension, security cultures are changing, and changes to occupational safety are being coupled with technology. The use of artificial intelligence and its sub-disciplines, such as machine learning, deep learning and natural language processing techniques, in occupational safety applications can be given as an example. In this context, the study's goal was to undertake a bibliometric analysis on the usage of artificial intelligence in occupational safety applications. Within the scope of the analysis, data were obtained from the Web of Science database on April 2, 2025, without any restrictions on publication date or language, by choosing only research articles, conference proceedings, books and book chapters as publication types. In accordance with the study's keywords, 1519 scientific studies were reviewed, and publishing output and growth trends, geographical distribution and institution analysis, author analysis, citation analysis, and keyword analysis were conducted. As a result, a paper was presented on the use of artificial intelligence in occupational safety.

Keywords: Artificial Intelligence, Bibliometric Analysis, Deep Learning, Machine Learning, Natural Language Processing, Occupational Safety

¹ Corresponding Author: Arş. Gör. Esra AKTAŞ, Gümüşhane Üniversitesi, esra.aktas@gumushane.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6064-6485

² Arş. Gör. Dr. İbrahim IRMAK, Gümüşhane Üniversitesi, ibrahim.irmak@gumushane.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9202-8195



GİRİŞ

İş güvenliği; Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından “Çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden en yüksek sağlık düzeyine ulaşmalarını ve bunu sürdürmelerini sağlamak, çalışma koşullarından kaynaklanan sağlık risklerini önlemek, çalışanların güvenli bir ortamda çalışmasını temin etmek amacıyla geliştirilen uygulamalar, politika ve prosedürler bütünüdür.” olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda, çalışanların sağlığını korumak ve geliştirmek, iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek, iş yerlerinde sağlık ve güvenliği tehdit eden riskleri belirleyip kontrol altına almak ve çalışma ortamının güvenli hale getirilmesi için yapılan çalışmaların bütünü iş güvenliğini uygulamalarını oluşturmaktadır. Sanayileşme süreciyle birlikte iş gücü üzerindeki fiziksel ve psikolojik yükler artmış, bu durum iş kazaları ve meslek hastalıklarını önemli bir toplumsal sorun haline getirmiştir. Modern çalışma hayatında iş kazalarının yalnızca bireysel değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve hukuki sonuçları da dikkate alındığında, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının önemi her geçen gün daha da ortaya çıkmaktadır (Alli, 2008).

Gelişen teknoloji ile birlikte sanayi, ekonomi ve toplum tarafından sıkça kullanılmaya başlanan yapay zekâ, temel olarak makinelerin insan zekâsını taklit edebilme yetisidir. Yapay zekâ ve yapay zekânın alt dalları olan makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme gibi teknolojiler sayesinde iş süreçleri ve dolayısıyla iş güvenliğine yönelik önlemler de değişmeye başlamıştır.

Bu sebeple bu çalışmada, yapay zekânın iş güvenliği uygulamalarındaki kullanımını ve gelişim sürecini anlamaya yönelik olarak bir bibliyometrik analiz yapılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında kuramsal temeller olan iş güvenliği, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme kavramları açıklanmış, ikinci kısımda çalışmanın yöntemi verilmiştir. Daha sonra ise yapılan büyüme eğilimi ve yayın çıktısı, yazar, atıf, anahtar kelime ve terim analizlerinin bulgularından bahsedilmiş ve yapay zekânın iş güvenliğinde kullanımına yönelik genel bir çerçeve sunulmuştur.

1. İş Güvenliği

İş güvenliği, kısaca iş yerlerindeki işin yürütümü sırasında insan ve tesis kaynaklarını muhafaza etmek ve korumak ile ilgilenen sistematik ve multidisipliner bir bilim dalıdır (Friend & Kohn, 2007). İş güvenliği kavramı, tarih boyunca çeşitli biçimlerde var olsa da asıl ortaya çıktığı sürecin sanayileşme ile olduğu bilinmektedir. Sanayileşme ile birlikte makineleşme ve seri üretim sürecinde ağırlaşan çalışma koşulları iş kazalarını artırmış, çalışanların sağlığı ciddi tehlike altına girmiştir. Bu sebeple iş güvenliği giderek önem kazanmış ve sistematik bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda İngiltere’de, 1833 yılında çocuk işçiler için mesai saatlerine sınırlama ve denetim getiren Fabrika Yasası (Factory Act) önemli yasal düzenlemelerden biri sayılmaktadır (Çiçek & Öçal, 2016). Daha sonraki yıllarda, Amerika’da maden ve fabrikaların çalışma koşullarını düzenleyen yasaların çıkması da iş güvenliğinin temelini atılmasına destek olmuştur (Baradan, 2006). Türkiye’de ise ilk kapsamlı düzenleme, 1930 yılında toplumsal düzenin ve sağlığın korunmasına yönelik olarak çıkarılan Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ise 1971 yılında çıkarılmış olan 1475 sayılı İş Kanunu ve 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu en kapsamlı yasal düzenlemelerdir (Bilir, 2021).

ILO’nun Kasım 2023’te açıkladığı tahminlere göre, her yıl yaklaşık üç milyon kişi meslek hastalıkları ve iş kazaları sebebiyle hayatını kaybetmektedir. Dünya çapında ise 395 milyon insan, ölümcül olmayan iş kazasına ve yaralanmaya maruz kalmaktadır (ILO, 2023). Bu sebeple, iş yerlerinde güvenli çalışma ortamının sağlanabilmesi, güvenlik kültürünün oluşturulabilmesi için sadece yasal düzenlemelere uygun hareket etmek yeterli olmamakta, işveren ve çalışanların birlikte sorumluluk alması gerekmektedir.

1.1 Yapay Zekâ

Yapay zekâ, verilerden ve deneyimlerden öğrenerek, anlama, algılama, akıl yürütme, karar verme ve problem çözme gibi işlevler ile insan zekâsını taklit edebilmesi için algoritma geliştirme ve bilgisayar sistemleri oluşturma bilimidir. Luger (2025) yapay zekâyı, “Akıllı davranışların otomasyonu ile ilgilenen bilgisayar bilimi dalı” olarak tanımlanmaktadır (Luger, 2025).

Yapay zekâ, bir bilim dalı olarak ilk kez Dartmouth çalıştayında farklı disiplinlerden 10 bilim insanının katılması ile ortaya çıkmıştır. Çalışmada öğrenmenin ve zekânın herhangi bir özelliğinin prensipte kesin bir şekilde tanımlanacağı varsayılarak, bir makinenin bunu simüle edebileceği söylenmektedir (McCarthy et al., 2006). “Bir makine düşünebilir mi?” sorusunun felsefi belirsizliğinden kaçınmak için Alan Turing 1950 yılında, bilgisayarın zeki olup olmadığını anlamaya yarayan Turing Testi’ni tasarlamıştır. Teste göre bir bilgisayarın testi geçebilmesi, insan dilini anlayarak iletişim kurabilmesi için doğal dil işleme (natural language processing), duyduklarını ve bildiklerini depolayabilmek için bir bilgi temsili (knowledge representation), soruları cevaplayabilmek ve çıkarımlar yapabilmek için otomatik akıl yürütme (automated reasoning) ve yeni durumlara uyum sağlayabilmek ve algılayıp genelleme yapabilmek için makine öğrenmesi (machine learning) özelliklerine sahip olmasına bağlıdır. Turing, fiziksel bir simülasyonun zekâyı göstermek için gerekli olmadığını savunsa da diğer araştırmacılar dünyadaki nesneler ve insanlar ile de etkileşim gerektiğini savunarak Tam Turing Testi (Total Turing Test)’ni önermişlerdir. Tam Turing Testi’ni geçebilmek için ise, bir makinenin dünyayı algılayabilmek için bilgisayarlı görü ve konuşma tanıma (computer vision and speech recognition) ve nesneleri manipüle edebilmek ve hareket edebilmek için robotik (robotic) özelliklerine sahip olması gerekmektedir (Russel & Norvig, 2022). Russel ve Norvig (2025)’e göre bahsedilen altı disiplin, yapay zekânın bileşenlerinin büyük kısmını oluşturmaktadır (Russel & Norvig, 2022).

1.2 Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme

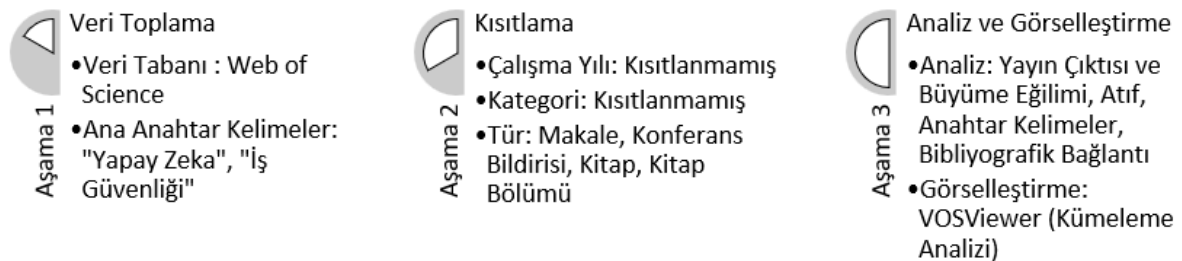
Makine öğrenmesi kısaca, veriden öğrenmeyi (veya performansını artırmayı) sağlayan, bu öğrenmeden karmaşık örüntüleri çıkaran ve bu örüntüye dayalı zeki kararlar alabilen yapay zekânın bir alt dalıdır (Ha et al., 2011). Makine öğrenmesi denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, yarı denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme olmak üzere temelde dört sınıfa ayrılmaktadır. Denetimli öğrenmede etiketli veri kullanılmaktadır, bu sebeple sınıflandırma ve regresyon problemleri olarak da nitelendirilmektedir. Denetimsiz öğrenmede ise, etiketsiz veri kullanılmaktadır ve genelde kümeleme problemlerini içermektedir. Yarı denetimli öğrenme hem etiketli hem etiketsiz verileri içermektedir ve amaç maksimum öğrenmeyi sağlamaktır. Pekiştirmeli öğrenmede ise, kullanıcı bir ajan aracılığı ile aktif rol oynamakta, ödül ve ceza sistemi kullanılarak maksimum ödülü sağlayacak politika geliştirilmek hedeflenmektedir (Badillo et al., 2020; Ha et al., 2011; Russel & Norvig, 2022; Zhou, 2021). Derin öğrenme, makine öğrenmesinin bir alt dalıdır ve yapay sinir ağlarını kullanarak daha karmaşık ve zor problemlerin çözümünde rol oynamaktadır (He & Tao, 2024).

1.3 Doğal Dil İşleme

Doğal dil işleme (NLP), 1950’lerde insan dillerinin anlaşılması, işlenmesi ve manipüle edilmesi ile ilgilenmek için dil bilim ve yapay zekânın bir kesişimi olarak ortaya çıkmıştır (Pillai & Tedesco, 2023). NLP, anlam ve bilgi bağlamında temel felsefi kavramları, kelime anlamı bağlamında psikolojiyi, ifadelerin ve cümlelerin bağlamında dil bilimini, dil modelleri bağlamında ise hesaplamalı bilimlerini incelemektedir. Bu sebeple felsefe, psikoloji, dil bilim ve hesaplamalı bilimler gibi birçok farklı disiplini içeren disiplinler arası bir alandır (Lee, 2024).

2. Metot

Bibliyometrik analiz, belirli bir konu veya alandaki tüm yayınların incelenerek önemli araştırmaların veya yazarların ve ilişkilerinin belirlenmesine yardımcı olan bilimsel ve bilgisayar destekli bir inceleme metodolojisidir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen bibliyometrik analiz; 2 Nisan 2025'te "Artificial Intelligence (Yapay Zekâ)", "AI", "Machine Learning (Makine Öğrenmesi)", "Deep Learning (Derin Öğrenme)", "Natural Language Processing (Doğal Dil İşleme)", "NLP", "Computer Vision (Bilgisayarlı Görü)", "Image Processing (Görüntü İşleme)", "Computational Intelligence (Hesaplamalı Zekâ)", "Supervised Learning (Denetimli Öğrenme)", "Unsupervised Learning (Denetimsiz Öğrenme)", "Reinforcement Learning (Pekiştirmeli Öğrenme)", "Classification Algorithms (Sınıflandırma Algoritmaları)", "Regression Algorithms (Regresyon Algoritmaları)", "Clustering Algorithms (Kümeleme Algoritmaları)", "Neural Networks (Yapay Sinir Ağları)", "Recurrent Neural Networks (Tekrarlayan Sinir Ağları)", "Long Short-Term Memory (Uzun Kısa Süreli Bellek)", "Text Mining (Metin Madenciliği)", "Sentiment Analysis (Duygu Analizi)", "Occupational Safety (İş Güvenliği)", "Occupational Health and Safety (İş Sağlığı ve Güvenliği)", "Workplace Safety (İş Yeri Güvenliği)", "Safety Management (Güvenlik Yönetimi)", "Industrial Safety (Endüstriyel Güvenlik)", "Safety Risk Assessment (Güvenlik Risk Değerlendirmesi)", "Safety Culture (Güvenlik Kültürü)" ve "Safety Inspection (Güvenlik Denetimi)" anahtar kelimeleri kullanılarak Web of Science veri tabanından çıkarılan veriler ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 1, çalışmanın farklı aşamalarını ve akış şemasını göstermektedir. Veriler; başlangıçta belirtilen veri tabanından çıkarılmış ve zaman, çalışma alanı veya dil açısından kısıtlanmamıştır. Çalışma türleri; araştırma makaleleri, konferans bildirileri, kitaplar ve kitap bölümleriyle sınırlı tutulmuştur ve çalışma için toplam 1519 bilimsel çalışmaya ulaşılmıştır. Bu bağlamda çalışma, yapay zekânın iş güvenliği alanında kullanımına yönelik bibliyometrik analizini sunmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, yayın çıktısı ve büyüme eğilimleri, yazarlar, dergiler, ülkeler, atıflar ve konular analiz edilmiştir. Analiz ve görselleştirme Microsoft Excel ve VOSViewer (vosviewer.com) paket programları kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışmanın Akış Şeması

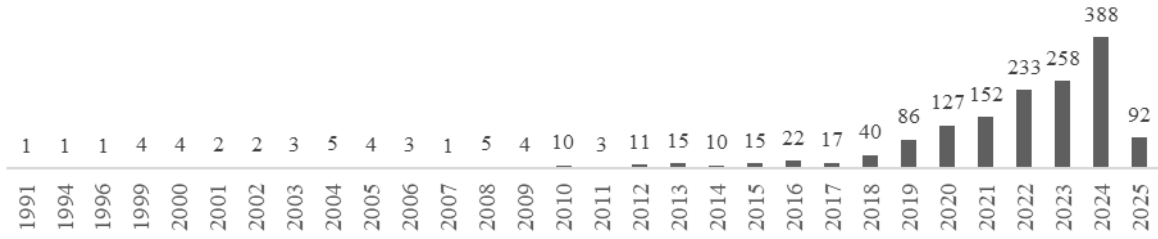
3. Bulgular

Çalışma sonucunda yayın çıktıları ve büyüme eğilimi, yazar ve kurum analizi, yayıncı analizi, coğrafi ve kurumsal dağılım ve iş birlikleri analizi, atıf analizi, konu kategorileri, anahtar kelime ve terim analizi çıktılarına ulaşılmıştır.

3.1. Yayın Çıktıları ve Büyüme Eğilimi Analizi

Şekil 2'de 1991 ve 2025 yılları arasında yapay zekânın iş güvenliği alanında kullanımına yönelik olarak yapılmış olan 1519 bilimsel çalışmanın yıllara göre dağılımı gösterilmektedir. Şekil 3'te ise çalışmaların türleri gösterilmektedir. 1519 çalışmanın 1191'i makale, 325'i konferans bildirisi ve 3'ü ise kitap bölümü türündedir. 2025 yılı henüz bitmemesine rağmen, 92 çalışma içerdiğinden kapsam dışı bırakılmamıştır. Grafiğe göre yapay zekânın iş güvenliği alanındaki kullanımı 1991 yılında başlamış olarak görülmektedir. Takala vd. (1991) tarafından yapılan çalışma kapsamında, çeşitli dillerde var olan yüz binlerce Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS)'nin bilgisinden faydalanabilmek adına yaklaşık 45000

veri üzerinden bilgi sayfalarını otomatik İngilizce'ye çeviren bir çeviri sistemi geliştirilmiştir. İlk 1000 sayfanın işlenmesinden sonra dil sınırlı olmasına rağmen çeviride yapay zekânın kullanımı, fikri devrim niteliğinde olarak değerlendirilmiştir. Proje ILO'ya bağlı Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Merkezi (CIS) ve Finlandiya SITRA Vakfı'na bağlı Kielikone Projesi tarafından ortaklaşa yürütülmüştür (Takala et al., 1991). Yapay zekânın iş güvenliği alanındaki kullanımı 1990'ların başından itibaren devam etse de asıl yönelişin 2018 yılından itibaren olduğu görülmektedir. 2024 yılında ise, 2023 yılına oranla bilimsel çalışma sayısında yaklaşık 1.5 katlık bir artış mevcuttur. 2025 yılının henüz yalnızca ilk üç ayında 92 çalışmanın yapılmış olması da yapay zekânın artık iş güvenliği kültürüne dahil edildiği ve etkinliğinin arttığını göstermektedir. Şekil 4'te yapılan bilimsel çalışmaların yayın dilleri gösterilmektedir. 1501 çalışma ile en çok yayın İngilizce dilinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. 1991-2025 Yılları Arasındaki Bilimsel Çalışma Sayıları



Şekil 3. 1991-2025 Yılları Arasındaki Bilimsel Çalışma Türleri



Şekil 4. 1991-2025 Yılları Arasındaki Bilimsel Çalışma Yazım Dilleri

3.2. Yazar ve Kurum Analizi

1519 bilimsel çalışma toplam 4901 yazar tarafından yapılmıştır. Yazarların %16,93'ü ($n = 830/4901$) konu ile ilgili en az iki yayın yapmışken, yazarların %5,84'ü ($n = 239/4091$) en az üç yayın yapmıştır. 16 ($n = 16/1519$, %1,053) çalışma ile en çok yayın yapan yazar Li, Heng olmuştur. Tablo 1'de en çok yayın yapan ilk on yazar gösterilmektedir.

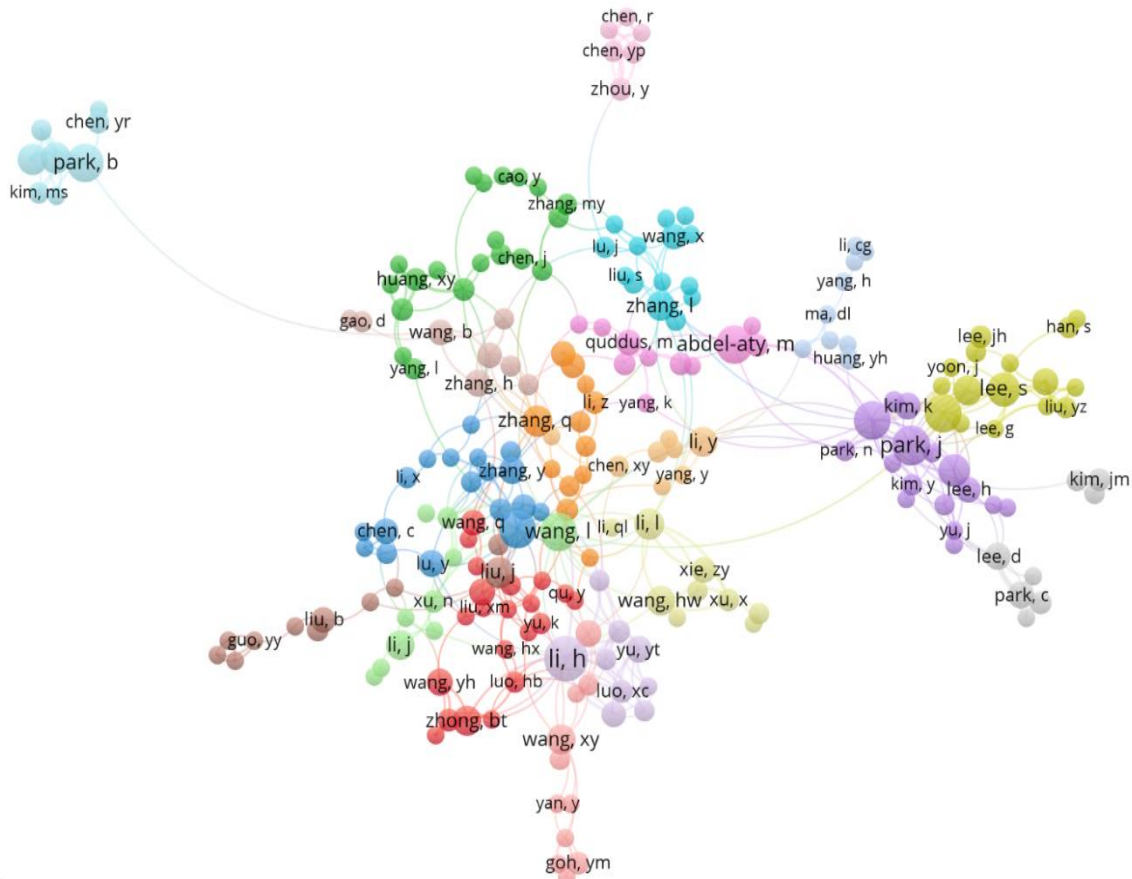
Ayrıca, VosViewer uygulaması kullanılarak en az üç yayını olan araştırmacılar için yazar iş birliği analizi yapılmıştır. Analiz sırasında kümeleme analizi kullanılmış ve yazarlar için 20 küme oluşturulmuştur. Şekil 5, bu yazarların iş birliği ağının sonuçlarını göstermektedir. Şekilde dairenin boyutu yayın miktarını, yaylar ise ilişkileri temsil etmektedir. Diğer yazarlar ile iş birliği olmayan yazarlar ise, analize dahil edilmemiştir. Buna göre birincil yazarlar Li, H., Abdel-Aty, M., Park, J., ve Park, B. olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Yazar Analizi

Yazar	Çalışma Sayısı	Oran (n = 1519)
Li, Heng	16	1,053%
Abdel-Aty, Mohamed	10	0,658%
Windham, W	9	0,592%
Lawrence, K.	9	0,592%
Zhong, Botao	8	0,527%
Koc, Kerim	8	0,527%
Jebelli, Houtan	7	0,461%
Maiti, Jhareswar	7	0,461%
Park, B.	6	0,395%
Gurgun, Asli Pelin	6	0,395%

3.3. Yayıncı Analizi

Toplamda 1519 yayın, 201 dergi ve 138 yayıncı tarafından yayımlanmıştır. Bu da yapay zekânın iş güvenliği alanında kullanımının çok geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu ve çok disiplinli bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Automation in Construction ve Safety Science dergileri %3,094 (n = 47/1519) yayın oranı ile en çok yayına sahip olan dergilerdir. Daha sonra %2,567 (n = 39/1519) yayın oranı ile IEEE Access ve %2,436 (n = 37/1519) ile Applied Sciences Basel gelmektedir. Tablo 2 iş güvenliği ve yapay zekâ ile ilgili en çok yayını basan ilk on bilimsel dergiyi, Tablo 3 ise yayıncıyı göstermektedir. Elsevier 428 yayın ile en çok basım yapan yayınevi iken, IEEE Access 237 yayın ile ikinci sırada ve MDPI 231 yayın ile üçüncü sırada yer almaktadır.

**Şekil 5.** Yazar ve İş Birlikleri Analizi**Tablo 2.** Dergi Analizi

Dergi Adı	Alan	Dizin	Çeyreklik	Yayın Sayısı	Yüzde (%)
Automation in Construction	İnşaat Mühendisliği	SCI-E	Q1	47	3,094%

Safety Science	Endüstri Mühendisliği	SCI-E	Q1	47	3,094%
IEEE Access	Bilgisayar Bilimleri	SCI-E	Q2	39	2,567%
Applied Sciences Basel	Mühendislik	SCI-E	Q1	37	2,436%
Sensors	Kimya	SCI-E	Q2	34	2,238%
Journal of Construction Engineering and Management	İnşaat Mühendisliği	SCI-E	Q1	33	2,172%
Buildings	İnşaat Mühendisliği	SCI-E	Q2	32	2,107%
Sustainability	Çevre Bilimleri	SCI-E	Q2	26	1,712%
Accident Analysis and Prevention	Ergonomi, Halk Sağlığı	SSCI	Q1	24	1,580%
Expert Systems with Applications	Bilgisayar Bilimleri	SCI-E	Q1	22	1,448%

Tablo 3. Yayıncı Analizi

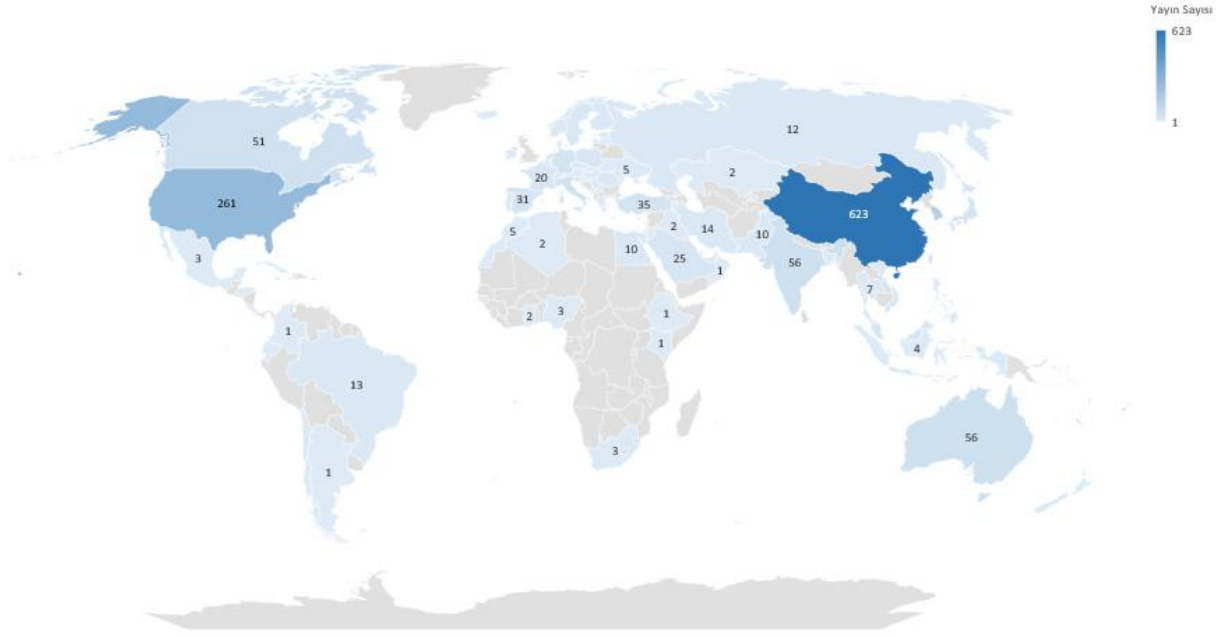
Yayıncı	Sayı
Elsevier	428
IEEE	237
MDPI	231
Springer Nature	103
Asce-Amer Soc Civil Engineers	56
Wiley	47
Taylor & Francis	38
Amer Soc Civil Engineers	37
Emerald Group Publishing	26
Sage	24

3.4. Coğrafi ve Kurumsal Dağılım ile İş Birlikleri Analizi

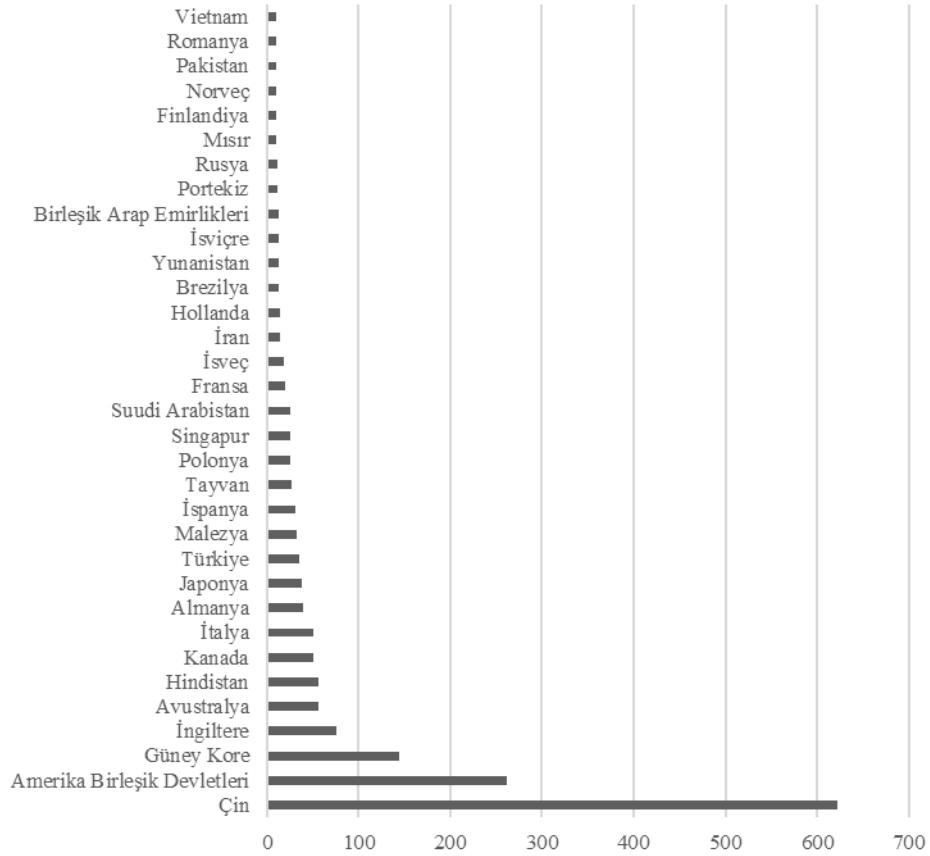
Toplam 1519 yayın, 201 kuruluş tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir yayında ise herhangi bir kurum bağlantısı bulunmamıştır. Tablo 4'te yapay zekânın iş güvenliği uygulamalarında en çok çalışma planlayan kurumları göstermektedir. Hong Kong Politeknik Üniversitesi %2,699 (n = 41/1519) oran ile ilk sırada yer alırken, Tsinghua Üniversitesi %1,975 (n = 30/1519) oran ile ikinci sırada ve Tongji Üniversitesi %1,580 (n = 24/1519) oran ile üçüncü sırada yer almaktadır. Şekil 6 yapılan bilimsel çalışmaların coğrafi dağılımı ve Şekil 7 en az 10 bilimsel çalışma yapılmış olan ülkeleri belirtmektedir. Çin %41,01 (n = 623/1519) bilimsel çalışma oranı ile ilk sırada yer alırken Amerika Birleşik Devletleri %17,18 (n = 261/1519) çalışma oranı ile ikinci sırada ve Güney Kore %9,48 (n = 144/1519) oranı ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 4. Kurum Analizi

Kurum	Çalışma Sayısı	Oran (n =1519)
Hong Kong Politeknik Üniversitesi	41	2,699%
Tsinghua Üniversitesi	30	1,975%
Tongji Üniversitesi	24	1,580%
Çin Madencilik ve Teknoloji Üniversitesi	23	1,514%
Huazhong Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	22	1,448%
Florida Eyalet Üniversitesi Sistemi	22	1,448%
Merkez Güney Üniversitesi	21	1,382%
Çin Bilimler Akademisi	20	1,317%
Wuhan Teknoloji Üniversitesi	20	1,317%
Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)	19	1,251%



Şekil 6. Coğrafi Dağılım Analizi

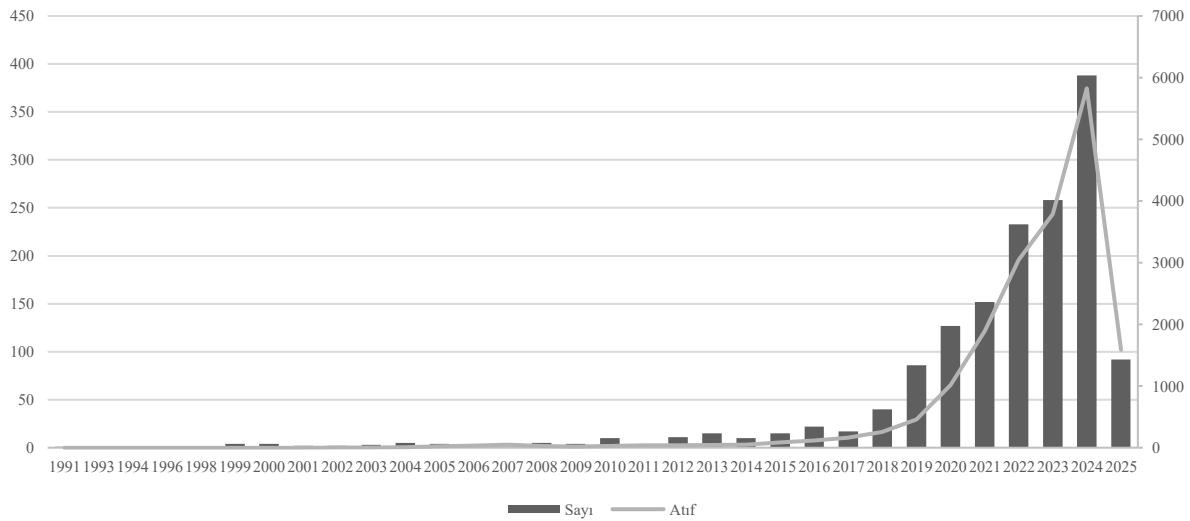


Şekil 7. Coğrafi Dağılım Analizi (En az 10 yayın)

3.5. Atıf Analizi

1991'den 2025'e kadar 1519 yayın toplam 18647 atıf almıştır. Yayın başına yapılmış olan ortalama atıf sayısı 12,28'dir ($n = 18647/1519$). Kendine yapılan atıflar dahil edilmediğinde ise, bu sayı 17028 olmaktadır. Şekil 8, yapay zekânın iş güvenliği uygulamalarındaki kullanım alanları üzerine yapılan yayın

sayısını ve yıllara göre alınan atıf dağılımını göstermektedir. Yayın sayısında olduğu gibi atıf sayısında da 2018 yılında artış eğilimi görülmektedir. Tablo 5 ise yıllara göre en çok atıf almış olan ilk 15 çalışmanın atıf sayılarını, yıl bazlı olarak vermekte ve karşılaştırmaktadır. 2015 öncesi analize dahil edilmemiştir. Bu bağlamda en çok atıf alan çalışma, 350 atıf ile Fang vd. (2018) tarafından yapılmış olan “Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far-field surveillance videos” başlıklı çalışma olmuştur. Çalışma kapsamında inşaat sahalarında baret kullanımı denetimini yapabilmek için görüntü işleme ve yapay sinir ağları kullanılarak bir uygulama yapılmıştır (Fang et al., 2018). Daha sonra ise 247 atıf ile Nath vd. (2020) tarafından yapılmış olan “Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment” başlıklı çalışma gelmektedir. Çalışmada, inşaat sahalarındaki kişisel koruyucu donanım kullanımının denetimi için YOLO mimarisi üzerine kurulu derin öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Uygulama sonucunda işçilerin baret ve yeleklerini tespit ederek, daha sonra uygun kullanım olup olmadığını doğrulamaktadır (Nath et al., 2020).



Şekil 8. İş Güvenliğinde Yapay Zekânın Kullanımı Üzerine Yıllara göre Atıf Dağılımı

3.6. Konu Kategorileri, Anahtar Kelime ve Terim Analizi

Yapay zekânın iş güvenliği alanındaki uygulamalarına yönelik incelenen 1519 çalışma toplam 83 alana ayrılmıştır. Tablo 6, Web of Science veri tabanındaki alanlara göre en çok çalışma içeren ilk 10 alanı göstermektedir. %17,841 (n = 271/1519) oranı ile en çok çalışma yapılan alan Mühendislik – İnşaat olmuştur, daha sonra %17,248 (n = 262/1519) oranı ile Mühendislik – Elektrik Elektronik ve %13,496 (n = 205/1519) oranı ile Bilgisayar Bilimleri – Yapay Zekâ alanları gelmektedir.

Çalışmalar kapsamındaki ana temalar terim ve anahtar kelime analizleri ile belirlenmektedir. Bu sebeple gerçekleştirilen anahtar kelime analizi Şekil 9’da ve terim analizi Şekil 10’da gösterilmektedir. Minimum 5 kez kullanılmış olan anahtar kelimeler üzerinde yapılan analiz sonucunda 13 küme oluşturulmuştur. Analize göre çalışmanın anahtar kelimeleri haricinde en çok kullanılan kelimeler; “human factors (insan faktörleri)”, “behaviour (davranış)”, “recognition (tanıma)”, “prediction (tahmin)” olarak belirlenmiştir. Anahtar kelime analizine göre dahil edilen bilimsel çalışmalar, iş güvenliği kültürünü oluşturmaya ve denetimini sağlamaya yönelik çalışmalara ağırlık vermektedir. Çalışmaların özetinde minimum 10 kez kullanılmış olan kelimeler üzerinde yapılan terim analizi sonucunda ise 4 küme oluşturulmuştur. En çok kullanılan kelimeler ise “health (sağlık)”, “detection (tespit etme)”, “prediction (tahmin etme)” ve “injury (yara)” olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. İş Güvenliğinde Yapay Zekânın Kullanımı Üzerine Atıf Analizi

Çalışma Başlığı	Yıl	Atıf	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
"Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far -field surveillance videos"	2018	350	0	0	10	31	50	64	61	61	62	11
"Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment"	2020	247	0	0	0	0	10	48	46	55	70	18
"Bridging the Gap Between Ethics and Practice: Guidelines for Reliable, Safe, and Trustworthy Human-centered AI Systems"	2020	226	0	0	0	0	0	18	46	66	81	15
"Automated content analysis for construction safety: A natural language processing system to extract precursors and outcomes from unstructured injury reports"	2016	210	4	11	9	18	29	33	41	31	30	4
"Transfer learning and deep convolutional neural networks for safety guardrail detection in 2D images"	2018	196	0	0	2	10	30	37	40	30	42	5
"Construction site accident analysis using text mining and natural language processing techniques"	2019	191	0	0	0	3	27	34	38	39	43	7
"A Survey of Applications and Human Motion Recognition with Microsoft Kinect"	2015	189	18	19	22	28	28	28	17	15	9	2
"A deep learning-based approach for mitigating falls from height with computer vision: Convolutional neural network"	2019	187	0	0	0	5	23	34	36	46	34	9
"Safety leading indicators for construction sites: A machine learning approach"	2018	179	0	0	1	6	21	31	34	47	32	7
"Combined hot-air and microwave-vacuum drying for improving drying uniformity of mango slices based on hyperspectral imaging visualisation of moisture content distribution"	2017	145	0	8	35	22	19	16	14	11	13	7
"Deep Dual-Channel Neural Network for Image-Based Smoke Detection"	2020	143	0	0	0	0	11	21	44	39	20	8
"Video-Based Human Behavior Understanding: A Survey"	2013	142	14	28	13	13	7	14	14	9	5	1
"A sparse stacked denoising autoencoder with optimized transfer learning applied to the fault diagnosis of rolling bearings"	2019	135	0	0	0	1	28	28	30	25	20	3
"Traffic Pattern Mining and Forecasting Technologies in Maritime Traffic Service Networks: A Comprehensive Survey"	2020	133	0	0	0	0	5	19	36	25	38	10

Tablo 6. Çalışma Alanları

Alan	Çalışma Sayısı	Oran (n = 1519)
Mühendislik - İnşaat	271	17,841%
Mühendislik - Elektrik Elektronik	262	17,248%
Bilgisayar Bilimleri - Yapay Zekâ	205	13,496%
İnşaat - Bina Teknolojisi	185	12,179%
Mühendislik - Endüstri	150	9,875%
Bilgisayar Bilimi - Bilgi Sistemleri	148	9,743%
Mühendislik - Multidisiplinli	115	7,571%
Bilgisayar Bilimi - Disiplinlerarası Uygulamalar	113	7,439%
Halk Sağlığı - İş Sağlığı	96	6,320%
Yöneylem Araştırması - Yönetim Bilimi	93	6,122%

program geliştirmenin yolunun açılmasının etkisinin olduğu düşünölmektedir. 1519 çalışmanın 1501 adedi İngilizce dilinde yazılmıştır. 1519 çalışma, toplam 4901 yazar tarafından yazılmış ve en çok yayın yapan yazar Li, Heng olarak belirlenmiştir. Ayrıca yazarlar arasında gerçekteştirilen iş birliği analizi kapsamında 20 küme oluşturulmuştur. Bu analiz, çalışmaların dünya çapında kısıtlı araştırma grupları tarafından yapıldığını göstermektedir. Yine 1519 çalışma, toplam 201 dergi ve 138 yayıncı tarafından yayımlanmıştır. Çalışılan konu multidisipliner olsa da ilk 10 yayın yapan dergi arasında iş güvenliğini temel alan yalnızca bir dergi olup, ilk üç sırada İnşaat Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri alanında dergiler bulunmaktadır. En çok yayın yapan yayınevleri ise, Elsevier, IEEE ve MDPI olmuştur. 1519 yayın, 201 kuruluş tarafından gerçekteştirilmiştir. Kuruluşlar arasında ilk sırada 41 çalışma ile Hong Kong Politeknik Üniversitesi, ikinci sırada 30 çalışma ile Tsinghua Üniversitesi ve 24 çalışma ile Tongji Üniversitesi bulunmaktadır. Üç üniversite de Çin’de bulunmaktadır. Ülke bazında bakıldığında ise, ilk sırada Çin, daha sonra Amerika Birleşik Devletleri ve Güney Kore gelmektedir. Çalışmalar toplamda 18647 atıf almıştır. Yayın başına düşen ortalama atıf sayısı ise 12,28 olarak belirlenmiştir. En çok atıf alan çalışmalar incelendiğinde, ilk iki çalışmanın da derin öğrenme kullanılarak gerçekteştiği ortaya çıkmaktadır. Bu iş güvenliği uygulamalarında görüntü işleme tekniklerinin en çok kullanılan yöntemler olduğunu göstermektedir. Konu kategorisi bağlamında bakıldığında, en çok yayın yapılan dergi alanları ile benzerlik gösterdiği görölmektedir. Uygulamalar en çok inşaat sektöründe kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe yüksekte düşme, kişisel koruyucu donanım kullanım tespiti gibi bir çok sektöre uyarlanabilecek çalışmalar bulunmaktadır. Anahtar kelime ve terim analizleri sonucunda ise tahmin, tanıma, insan faktörleri, davranış kelimeleri ön plana çıkmaktadır. 1931 yılında Herbert William Heinrich’in “Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach” başlıklı kitabında yayımladığı istatistiklere göre, iş kazalarının %88’inin güvensiz davranışlardan kaynaklandığı söylenmektedir. Her ne kadar karşıt görüşler bulunsada kabul görmüş, bu istatistiğe göre, anahtar kelimeler ve iş kazalarının önlenmesine yönelik insan faktörlerine ve davranışlara yönelik tespitler ve tanıma uygulamalarının geliştirilmesi anlam kazanmaktadır.

Uygulamalar; yapay zekânın çalışmaya dahil edilen alt disiplinleri olan makine öğrenmesi uygulamaları (Choi et al., 2020; Koc et al., 2022; Kwon et al., 2015), derin öğrenme uygulamaları (Nath et al., 2020; Park et al., 2023; Peivandi et al., 2023) ve doğal dil işleme uygulamaları (Cheng et al., 2012; Jia et al., 2024) bağlamında incelendiğinde, kullanım farklılıkları ve yöntemleri şekil 11’de göröldüğu üzere belirlenmiştir. Sonuç olarak gelişen teknoloji ile birlikte yapay zekâ teknolojilerinin iş güvenliği uygulamalarında kullanımı alınan önlemlerin yapısını ve etkinliğini değiştirmiş ve etkinliğini artırmıştır.

Makine Öğrenmesi	Derin Öğrenme	Doğal Dil İşleme
☐	☐	☐
☐ Kaza Olasılığı Tahmini	☐ KKD Tespiti	☐ İş Kazası Raporlarının Otomatik Analizi
☐ Risk Sınıflandırma	☐ İşçi Davranışı Analizi	☐ Anahtar Risk Temalarının Tespiti
☐ Giyilebilir Teknoloji Verisi ile Erken Tespit	☐ Yüz ve Hareket Takibi ile Tehlike Algılama	☐ İşçi Geri Bildirim Analizi
☐ İş Kazası Kök-Neden Analizi	☐ Tehlikeli Alan Tespiti	☐ Chatbot Tabanlı Güvenlik Eğitimi
☐ Proaktif Uyarı Sistemleri	☐ Drone Tabanlı İnceleme Sistemleri	☐ Kaza Senaryosu Oluşturma
☐ İş Kazası Sonucu Tahmini		

şekil 11. Yapay Zekânın Alt Disiplinleri Bağlamında Uygulama Örnekleri

Çalışmanın Kısıtları: Çalışmada veri doğruluğu, standart bibliyografik kayıt yapısı ve yayınların sistematik olarak sınıflandırılmasının güvenilir bulunması sebebi ile sadece Web of Science veri tabanı kullanılması çalışmanın kısıtlılığını oluşturmaktadır. Gelecek çalışmalarda Scopus, IEEE Access gibi diğer kapsamlı veri tabanlarının da dahil edilmesi çalışmanın etkinliğini artıracaktır.

Çıkar Çatışmaları: Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Finansal destek bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA:

- Alli, B. O. (2008). *Fundamental Principles of Occupational Health and Safety*. International Labour Office.
- Badillo, S., Banfai, B., Birzele, F., Davydov, I. I., Hutchinson, L., Kam-Thong, T., Siebourg-Polster, J., Steiert, B., & Zhang, J. D. (2020). An Introduction to Machine Learning. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 107(4), 871–885. <https://doi.org/10.1002/cpt.1796>
- Baradan, S. (2006). Türkiye İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Yeri ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 87–100.
- Bilir, N. (2021). *Türkiye’de Düünden Bugüne İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri*. Bireklam Arısı.
- Cheng, C.-W., Leu, S.-S., Cheng, Y.-M., Wu, T.-C., & Lin, C.-C. (2012). Applying data mining techniques to explore factors contributing to occupational injuries in Taiwan’s construction industry. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.014>
- Choi, J., Gu, B., Chin, S., & Lee, J.-S. (2020). Machine learning predictive model based on national data for fatal accidents of construction workers. *Automation in Construction*, 110, 102974. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102974>
- Çiçek, Ö. & Öçal, M. (2016). Dünyada ve Türkiye’de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 5(11), 106–129. <http://dergipark.gov.tr/hakisderg/issue/24441/259080>
- Fang, Q., Li, H., Luo, X., Ding, L., Luo, H., Rose, T. M., & An, W. (2018). Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far-field surveillance videos. *Automation in Construction*, 85, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.018>
- Friend, M. A., & Kohn, J. P. (2007). *Fundamentals of Occupational Safety and Health*. In *Government Institutes* (Fourth).
- Ha, J., Kambe, M., & Pe, J. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. In *Data Mining: Concepts and Techniques*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>
- He, F., & Tao, D. (2024). *Foundations of Deep Learning*. In *Springer*. <https://doi.org/10.1201/9781003466581-2>
- Jia, Q., Fu, G., Xie, X., Xue, Y., & Hu, S. (2024). Enhancing accident cause analysis through text classification and accident causation theory: A case study of coal mine gas explosion accidents. *Process Safety and Environmental Protection*, 185, 989–1002. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.03.066>
- Koc, K., Ekmekcioğlu, Ö. & Gurgun, A. P. (2022). Accident prediction in construction using hybrid wavelet-machine learning. *Automation in Construction*, 133(September 2021). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103987>
- Kwon, O. H., Rhee, W., & Yoon, Y. (2015). Application of classification algorithms for analysis of road safety risk factor dependencies. *Accident Analysis & Prevention*, 75, 1–15.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.11.005>

- Lee, R. S. T. (2024). Natural Language Processing. In *Springer*. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-1999-4>
- Luger, G. F. (2025). *Artificial Intelligence: Principles and Practice*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-57437-5>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12–14.
- Nath, N. D., Behzadan, A. H., & Paal, S. G. (2020). Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment. *Automation in Construction*, 112, 103085. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103085>
- Park, M., Tran, D. Q., Bak, J., Kulinan, A. S., & Park, S. (2023). Real-time monitoring unsafe behaviors of portable multi-position ladder worker using deep learning based on vision data. *Journal of Safety Research*, 87, 465–480. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.08.018>
- Peivandi, M., Ardabili, S. Z., Sheykhivand, S., & Danishvar, S. (2023). Deep Learning for Detecting Multi-Level Driver Fatigue Using Physiological Signals: A Comprehensive Approach. *Sensors*, 23(19), 8171. <https://doi.org/10.3390/s23198171>
- Pillai, A. S., & Tedesco, R. (2023). Machine Learning and Deep Learning in Natural Language Processing. In *Machine Learning and Deep Learning in Natural Language Processing*. <https://doi.org/10.1201/9781003296126>
- Russel, S., & Norvig, P. (2022). *Artificial Intelligence A Modern Approach* (4. Edition).
- Takala, J., Pesonen, J., Kulikov, L., & Jäppinen, H. (1991). Machine translation for chemical safety information. *Journal of Hazardous Materials*, 27(2), 213–230. [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(91\)80031-I](https://doi.org/10.1016/0304-3894(91)80031-I)
- Zhou, Z. H. (2021). Machine Learning. In *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-1967-3>

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

The implementation of artificial intelligence in occupational safety applications, as well as the development process.

Research Questions

In what years were scientific studies in the literature published?

What are the different types of published works?

What languages were the publications published in?

How many citations did publications receive? In which country and institution did the publications appear?

Which publishing organization released the publications?

What are the most commonly used keywords in the publications?

What are the applications of artificial intelligence in occupational safety?

Introduction & Literature Review

After the industrial revolution, with the increase in working conditions due to mechanization, there has been an increase in occupational accidents. As a result of occupational accidents, injuries, loss of limbs and even loss of life have occurred. The importance given to work safety in order to eliminate these unsafe conditions has gained importance every passing day. The first comprehensive study for work safety in Turkey took place in work life in 1930 with the General Health Law. Law No. 6331, enacted in 2012, is Turkey's most comprehensive legal regulation and contributes an important role in the workplace.

Researchers have recently shown an interest in the application of artificial intelligence in occupational safety. Artificial intelligence-based systems are now widely used in businesses to prevent occupational accidents and diseases, detect hazardous situations early, and strengthen safety culture. Artificial intelligence is the science of developing computer systems that perform functions such as perception, comprehension, decision-making, and problem solving using available data and experiences. It aids in preventive measures by analyzing past accident data using machine learning algorithms and forecasting potential negative outcomes. It can detect the use of personal protective equipment, dangerous situations, and employee behaviors using image processing programs in the workplace.

Methodology

Within the scope of the study, it is aimed to reveal the development of scientific studies published in the Web of Science database regarding the use of artificial intelligence in occupational safety applications over time. In this direction, the keywords used in artificial intelligence and occupational safety applications have been determined. A bibliometric analysis of the studies in the Web of Science database was conducted on April 2, 2025 using the keywords "Artificial Intelligence", "AI", "Machine Learning", "Deep Learning", "Natural Language Processing", "NLP", "Computer Vision", "Image Processing", "Computational Intelligence", "Supervised Learning", "Unsupervised Learning", "Reinforcement Learning", "Classification Algorithms", "Regression Algorithms". Within the research, the year of study was not restricted and the publication type was limited to article, conference proceedings, and books, book chapters.

Findings and Conclusions

On April 2, 2025, 1519 studies were identified through an examination of the Web of Science database. These studies included 1191 research articles, 325 conference proceedings, and three book chapters. Although the use of artificial intelligence in occupational safety dates back to 1991, there has been a significant increase since

2018. The majority of the studies, 388 in total, were conducted in 2024. A total of 1501 publications were written in English.

4901 authors wrote a total of 1519 studies, with Li Heng having the most publications. Again, 1519 studies were published in 201 journals by 138 different publishers. The top ten journals are Civil Engineering, Industrial Engineering, and Computer Science. The majority of studies were published by Elsevier, IEEE, and MDPI publishers.

201 institutions conducted a total of 1519 studies, with Hong Kong Polytechnic University leading the way with 41 studies. When ranked by country, China, the United States, and South Korea have the most studies (623, 291, and 144, respectively). According to the citation analysis, 1519 studies received 18647 citations, for an average of 12.28 citations per publication. In 2018, Fang et al. published the most cited study, "Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far-field surveillance videos".

The Web of Science database contains 1519 studies on the applications of artificial intelligence in the field of occupational safety, organized into 83 fields. The studies were primarily conducted in the fields of engineering-construction, engineering-electrical electronics, and computer science-artificial intelligence. The keyword analysis revealed 13 clusters, with the most commonly used words outside of the keywords being "human factors," "behaviour," and "recognition." According to the term analysis, the most commonly used words were "health," "detection," "prediction," and "injury."

The study conducted on the occupational safety applications of artificial intelligence discovered differences in the use of artificial intelligence in the sub-disciplines of machine learning, deep learning, and natural language processing applications. As a result, the incorporation of artificial intelligence into occupational safety applications has altered the structure of the measures implemented.