



## Yapay Zekâ ve Robot Yoğunluğunun İş Kazaları Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz

Eray Karagöz<sup>1</sup>

### Öz

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) ve robotlaşma gibi teknolojik dönüşümlerin iş kazaları üzerindeki etkisini Türkiye özelinde ampirik olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. İş kazalarının önlenmesinde teknolojik potansiyelin sıkça vurgulansa da bu ilişkinin makro düzeydeki kurumsal ve yapısal belirleyicilerle birlikte sistematik biçimde test edildiği çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu araştırma, 2013–2023 dönemi için Türkiye'ye ait zaman serisi verilerini (SGK, TÜİK, IFR) kullanarak iş kazası oranı (bağımlı değişken) ile robot yoğunluğu, yapay zekâ kullanımı, kayıt dışı istihdam oranı, denetim kapasitesi, işsizlik oranı ve riskli sektörlerin istihdam payı arasındaki ilişkiyi test etmektedir. Çalışmanın teorik çerçevesi, bireylerin ve örgütlerin teknolojik sistemleri benimseme sürecini açıklayan Teknoloji Kabul Modeli'ne (TAM) dayanmaktadır. HAC standart hataları kullanılarak tahmin edilen ve tüm serilerin logaritmik dönüşümüne dayanan çok değişkenli regresyon modeli, iş kazası oranlarındaki değişimin yaklaşık %78'ini ( $R^2=0.78$ ) açıklamaktadır. Bulgular, beklentilerle uyumlu olarak, robot yoğunluğunun ( $\beta=-0.54$ ) ve yapay zekâ kullanımının ( $\beta=-0.37$ ) iş kazaları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşın, kayıt dışı istihdam ( $\beta=+0.33$ ), işsizlik oranı ( $\beta=+0.21$ ) ve riskli sektör payının ( $\beta=+0.28$ ) iş kazalarını artırıcı yönde etkilediği tespit edilmiştir. Denetim kapasitesinin ( $\beta=-0.25$ ) de kazaları azaltıcı yönde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, YZ ve otomasyon gibi teknolojik dönüşümlerin iş güvenliği performansına sunduğu katkının, ancak denetim kapasitesinin artırılması ve kayıt dışılığın azaltılması gibi temel kurumsal politikalarla desteklendiğinde anlamlı ve etkili hale geldiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, Türkiye'nin iş sağlığı ve güvenliği politikalarının teknolojik yatırımlar ile kurumsal kapasite güçlendirme stratejilerini bütüncül bir yaklaşımla birlikte ele alması gerektiğini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ, İş Sağlığı, İş Güvenliği, İş Kazaları, Regresyon, Türkiye'de İş Güvenliği

Karagöz, E. (2026). Yapay Zekâ ve Robot Yoğunluğunun İş Kazaları Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 619-637. <https://izlik.org/1A39YG82WJ>  
<https://doi.org/10.15869/itobiad.1697259>

Geliş Tarihi	12.05.2025
Kabul Tarihi	21.03.2026
Yayın Tarihi	31.03.2026
*Bu CC BY-NC lisansı altında açık erişimli bir makaledir.	

<sup>1</sup> Dr. Bağımsız Araştırmacı, eraykaragozz@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0315-2021



## The Impact of Artificial Intelligence and Robot Density on Occupational Accidents: An Empirical Analysis for Türkiye

Eray Karagöz<sup>1</sup>

### Abstract

This study aims to empirically analyze the impact of technological transformations, such as artificial intelligence (AI) and robotization, on occupational accidents in the context of Türkiye. Although the technological potential for preventing occupational accidents is frequently emphasized, studies that systematically test this relationship alongside macro-level institutional and structural determinants remain considerably limited. Using time-series data from Türkiye for the 2013–2023 period (SGK, TURKSTAT, IFR), this study examines the relationship between the occupational accident rate (dependent variable) and robot density, AI adoption, the informal employment rate, inspection capacity, the unemployment rate, and the employment share of high-risk sectors. The theoretical framework of the study is grounded in the Technology Acceptance Model (TAM), which explains the process by which individuals and organizations adopt technological systems. The multivariate regression model, estimated using HAC standard errors and based on the logarithmic transformation of all series, accounts for approximately 78% ( $R^2=0.78$ ) of the variation in occupational accident rates. Consistent with expectations, the findings indicate that robot density ( $\beta=-0.54$ ) and AI adoption ( $\beta=-0.37$ ) have a statistically significant and negative effect on occupational accidents. Conversely, informal employment ( $\beta=+0.33$ ), the unemployment rate ( $\beta=+0.21$ ), and the high-risk sector share ( $\beta=+0.28$ ) were found to have an accident-increasing effect. Inspection capacity ( $\beta=-0.25$ ) was also found to have a statistically significant accident-reducing effect. The results reveal that the contribution of technological transformations, such as AI and automation, to occupational safety performance becomes meaningful and effective only when supported by fundamental institutional policies, including enhanced inspection capacity and the reduction of informality. In this regard, the study underscores the necessity of addressing Türkiye's occupational health and safety policies through a holistic approach that integrates technological investments and institutional capacity-building strategies.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Occupational Health, Occupational Safety, Occupational Accidents, Regression, Occupational Safety in Türkiye

Karagöz, E. (2026). The Impact of Artificial Intelligence and Robot Density on Occupational Accidents: An Empirical Analysis for Türkiye. *Journal of the Human and Social Science Researches*, 15(1), 619-637. <https://izlik.org/JA39YG82WJ>  
<https://doi.org/10.15869/itobiad.1697259>

Date of Submission	12.05.2025
Date of Acceptance	21.03.2026
Date of Publication	31.03.2026
*This is an open access article under the CC BY-NC license.	

<sup>1</sup> PhD, Independent Researcher, eraykaragozz@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0315-2021

## Giriş

Sanayi devriminden bu yana iş kazaları, üretim süreçlerinin önemli bir sorunu olduğu gibi insanlık tarihi açısından da kritik öneme sahip olmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, ağır sanayi, inşaat ve maden gibi yüksek riskli sektörlerde bu durum ciddi bir toplumsal ve ekonomik sorun teşkil etmeye devam etmektedir. Her yıl dünya genelinde milyonlarca çalışanın iş kazaları nedeniyle yaralanması veya hayatını kaybetmesi, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin ne kadar kritik olduğunu göstermektedir (Çavdar ve Diğerleri, 2022, s.361.). Bazı ülkelerdeki verilerin güvenilir olmadığı dikkate alındığında dahi, her yıl iki milyonu aşkın çalışanın, iş kazası sonucu öldüğü dikkate alındığında (Öztürk, 2022, s.36) bu kapsamda alınması gereken fazlaca aksiyon bulunmaktadır. Türkiye’de de çok sayıda ölüm veya yaralanma olayının gerçekleştiğini görmekteyiz. 2023 yılında, iş kazası sonucu 1.966 sigortalının öldüğünü, ölen sigortalıların 316’sının ise bina inşaat işinde çalıştığını görmekteyiz (SGK, 2023). 2023 yılında inşaat sektöründe yaşanan ölümlü iş kazaları, tüm sektörlerdeki ölümlü kazaların %28,1’ini oluşturmuş; bu oranın en yüksek kısmını ise yüksekte düşmeler (%32,1) ve sağlık sorunları (%20,3) meydana getirmiş, yüksekte düşme, inşaat iş kazaları arasında hem sıklık hem de ölümcül sonuç bakımından ilk sırada yer almakta; özellikle kat kenarları, yapı içi boşluklar ve çatı bölümleri düşme kaynaklı ölümlerin %75’ini oluşturmuştur (ÇSGB, 2025, s. 7-16). Bu durum da bizlere bu konunun güncel olarak da oldukça önemli olduğunu gösterdiği gibi ilgili istatistiklerden sektörel, yaş, cinsiyet bazında da iş kazalarının farklılaşabileceğini göstermektedir. Bu sebeple, çoğu gelişmekte olan ya da gelişmiş ülkelerdeki gibi, iş sağlığı ve güvenliği yönünden tedbirler alınması bir zorunluluktur.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında alınan hukuki önlemlerin (Kanun, Tebliğ, Yönetmelik) yanında teknolojik tedbirler de yaralanma veya ölüm sayısını ve hatta ramak kala olayları minimuma indirmeye destek sağlamaktadır. Her alanda olduğu gibi bu alanda da teknolojik ilerlemenin doğru biçimde kullanılması, fayda yaratma potansiyelini daha görünür kılacaktır (Yılmaz & Utlu, 2016, s.7). İşte bu noktada teknolojik dönüşümün sunduğu imkânların, yalnızca üretim verimliliğini değil, aynı zamanda çalışan güvenliğini artırma potansiyeli taşıdığını belirtebiliriz.

Belirtilen bu potansiyelin ortaya çıkması için, sistematik ve anlamlı bir çalışma bütünü ortaya koyulmalıdır. Çünkü, yapay zeka teknolojilerinin de yaratacağı kendi iç riskler bulunmaktadır. OECD (2024, s. 10), bir ya da birden fazla yapay zeka sisteminin geliştirilmesi, kullanımı ya da arızalanması sonucunda insanlara veya çevreye doğrudan zarar verilmesini "AI incident" olarak tanımlamakta ve iş sağlığı ve güvenliği alanında risklerin sınıflandırılması için bu kavramsal çerçeveyi önermektedir. Yapay zeka sistemlerinin iş yerinde kullanımının artmasıyla birlikte, bu sistemlerin neden olabileceği zararların da sistematik olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu çerçeve, iş sağlığı ve güvenliği gibi hassas alanlarda proaktif ve kurumsal risk yönetiminin temellendirilmesinde önemli bir başlangıç noktası sunmaktadır.

Günümüzde iş sağlığı ve güvenliği alanında yaşanan gelişmeler, yalnızca yasal düzenlemelerle değil, aynı zamanda teknolojik yeniliklerle de şekillenmektedir. Özellikle yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu, iş kazalarının önlenmesinde önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Literatürde YZ'nin iş süreçlerindeki verimlilik, otomasyon ve karar destek sistemleri üzerindeki etkilerine dair çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte, bu teknolojilerin iş kazalarının önlenmesine katkısı spesifik olarak ve uygulama düzeyinde yeterince ampirik olarak test edilmemiştir. Gerçekten de teknolojinin yalnızca teknik bir unsur değil, aynı zamanda sosyal ilişkiler ve politika yapımı süreçleriyle iç içe geçen bir unsur olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Bérestégui, 2024, s.7).

Çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından gelen ilk bölümde, çalışmanın kuramsal çerçevesi (Teknoloji Kabul Modeli) ve kavramsal altyapısı (iş kazası, YZ, robotlaşma ve diğer model değişkenleri) literatür ışığında sunulmaktadır. İkinci bölümde, araştırmanın metodolojisi açıklanmakta; bu kapsamda 2013-2023 dönemi için kullanılan veri seti, ekonometrik model ve değişken beklentileri detaylandırılmaktadır. Üçüncü bölümde, çok değişkenli regresyon modelinden elde edilen ampirik bulgular sunulmakta ve bu bulgular 'Tartışma' başlığı altında yorumlanmaktadır. Bu bölümde ayrıca modelin sınırlılıklarına yer verilmektedir. Sonuç bölümünde ise, elde edilen bulgular ışığında politika önerileri sunulmakta ve gelecek araştırmalar için yönlendirmeler yapılmaktadır."

## 1. Kavramsal ve Kuramsal Çerçeve

Teknolojinin benimsenme sürecini açıklamaya yönelik geliştirilen çeşitli kuramsal yaklaşımlar arasında, Davis'in 1989 yılında ortaya koyduğu Teknoloji Kabul Modeli (TKM) öne çıkan bir çerçevedir. Davis'in modeli, bilgi sistemlerinin kullanımını anlamaya yönelik yürütülen araştırmalarda en yaygın şekilde başvuru edilen modellerden biri olarak kabul edilmektedir (Venkatesh, 1999). Bu model, bireylerin bilgi sistemlerine ilişkin tutumlarını, kullanım eğilimlerini ve davranışsal niyetlerini anlamlandırmayı hedeflemekte; ayrıca bilgi teknolojilerinin gelecekte insan yaşamında üstleneceği rolü öngörmeye yönelik açıklayıcı bir perspektif sunmaktadır (Yıldırım ve Burçin, 2019, s.26) Çalışma, teorik olarak Teknoloji Kabul Modeli (Technology Acceptance Model – TAM) çerçevesinde konumlanmaktadır. Bu yaklaşımlar, teknolojik sistemlerin benimsenmesinin yalnızca teknik değil, örgütsel ve davranışsal dinamiklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini öne sürer. Dolayısıyla modelde kullanılan değişkenler (robot yoğunluğu, yapay zekâ kullanımı, denetim, formelleşme) teknolojik kabulün ve kuramsal adaptasyonun göstergeleri olarak iş kazası oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu modellemenin, bağımlı ve bağımsız ana değişkenlerinin kurgulanmasından önce, değişkenlerin neyi içerdiği ve hangi başlıklarda tartışıldığı ele alınmalıdır.

### 1.1. İş Kazası

Gelişen teknolojinin, iş kazalarına etkisini tanımlayabilmemiz için, iş kazalarının kavramsal çerçevesinin sunulması gerekmektedir. Her şeyden önce, iş kazası, özü itibarıyla bir "kazadır". İş kazası, çalışma yaşamında beklenmedik bir anda meydana gelen ve çalışanların bedensel veya ruhsal olarak zarar görmesine neden olan olaylar bütünüdür. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş kazasını, "belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış ve beklenmedik olay" olarak tanımlar (ILO, 2009). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazasını, "kişisel yaralanmalara, makinelerde zarara ya da üretimin durmasına neden olan, planlanmamış bir olay" şeklinde tanımlamaktadır (Güven, 2010, s. 3). Sosyal güvenlik hukuku bakımından, bu kazaların sigorta yardımlarına konu olabilmesi için "sigortalı olma", "işle ilgililik", "ani gerçekleşme" ve "zararın varlığı" koşullarının birlikte sağlanması gerekmektedir

(Karakurt vd., 2012, s. 231–233). Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliğini düzenleyen temel yasa, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu olup, burada iş kazası, “işyerinde veya işin yürütümünü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay” olarak tanımlanmıştır (6331, m.3.).

İş kazaları, iş sağlığı ve güvenliği kavramının kalbini oluşturmakta olup, hukuki, cezai ve yönetsel düzenlemelerin temel amacı bu kazaların ve meslek hastalıklarının hiç meydana gelmemesini sağlamaktır (Baygeldi & Gerdan, 2019, s. 102). Gerçekten de iş kazası ve meslek hastalıklarının hiç meydana gelmemesi mümkün müdür? Araştırmalar, iş kazalarının %50’sinin kolaylıkla, %48’inin sistematik iyileştirme ile önlenebileceğini, yalnızca %2’sinin önlenemez nitelikte olduğunu göstermektedir; bu da kazaların %98’inin insan eylemiyle engellenebileceğine işaret etmektedir (Yaman & Coşkun, 2020, s. 374). Bu durumda, ilerleyen teknolojilerin, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında da kullanılmasının, pozitif bir etki yaratacağını düşünmek de kaçınılmaz olacaktır. Çünkü, çalışma yaşamı, doğası gereği pek çok tehlike ve risk faktörünü barındırmaktadır. Bu faktörler fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal başlıklar altında sınıflandırılabilir. Söz konusu risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi, önleyici tedbirlerin belirlenmesi ve uygulamaya geçirilmesi gibi süreçler, büyük ölçüde mühendislik bilgi ve becerilerine dayalı olarak yürütülmektedir (Ertaş, 2023, s. 628). Dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliği politikalarının yalnızca fiziksel riskleri değil, psikososyal tehlikeleri de kapsayacak biçimde yapılandırılması, çalışanların genel sağlık düzeylerinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Çabuk ve Tepe, 2023, s. 1621.) Dolayısıyla YZ uygulamaları, çalışanların tam bir iyilik haline kavuşmaları amacıyla kullanabilecek önemli bir araç olabilecektir.

## 1.2. Yapay Zekâ Uygulamalarının Kullanımı

Yapay zekanın (YZ), makinelerin insan öğrenmelerini modellemesi olarak tanımlanabilir (Coşkun & Gülleroğlu, 2021, s.950). Yapay zekâ teknolojilerinin farklı sektörlerdeki uygulama alanları hızla genişlemeye devam etmektedir. Bu genişleme süreci, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında da yapay zekâ destekli çözümlerin sunduğu olanakların daha sistematik biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri ile sektör paydaşları arasında iş birliğine dayalı bir yaklaşımın benimsenmesi, olası fayda ve risklerin bütüncül biçimde değerlendirilmesini kolaylaştıracaktır (Pishgar, vd., 2021, s.26). Akaner ve Özdemir (2022) tarafından yapılan çalışmada, mevcut NACE kodlarına göre bir sınıflandırma ve YZ uygulanasının ön plana çıkarıldığı, Kaya (2024) çalışmasında iş kazası risk profillerinin ortaya koyulduğu görülmektedir. Halbuki bu noktada, YZ çalışmalarının daha başarılı bir sonucu beraberinde getirmesi için, iş sağlığı ve güvenliği alanının mevcut teknoloji ve sorunlar ile tekrar ele alınarak işlenmesi sağlıklı olacaktır. Örneğin, tehlike sınıflarının yeniden ele alınması, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin genelleştirilerek, e-devlet onayı ve takibi ile kayıt altına alınması gibi bir temel hazırlığın yapılması yerinde olacaktır. Çünkü, dijital ortamda sunulan iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmadığını; aynı zamanda çalışanların işyerindeki güvenlik uygulamalarına yönelik tutum ve algılarını da şekillendirebildiğini söyleyebiliriz (Doğan, 2024, s.2251). Yine, mesleki risklere göre de hastalanma ve kaza riskleri sınıflandırılabilir. Özellikle kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, hemen her sektörde işe bağlı sağlık sorunlarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Otomotiv ve sanayi gibi fiziksel efor gerektiren sektörlerde, çalışanların bu tür rahatsızlıklara maruz kalma riski oldukça yüksektir. Bu nedenle,

yapılan bir çalışmada, iş sağlığı ve güvenliği teknisyenleri tarafından oluşturulan veriler, İşyeri Sağlık Koruma Profilleri adı verilen bir veri tabanında raporlanmış ve böylece her bir çalışanın hangi düzeyde risk faktörlerine maruz kaldığı sistematik biçimde takip edilmesi sağlanmıştır (Mollaei, vd., 2022, s.24).

### 1.3. Yapay Zekanın Uygulamalarının Sınırlılıkları ve Riskleri

YZ uygulamalarının mali boyutu ve uygulanabilirlik sorunlarının dışında çeşitli sınırlılıklar da mevcuttur. İş kazalarının bir aktörü de işveren/şirketler olduğundan, YZ'nin işletmelere nasıl entegre edileceği konusunda da şüpheli bir yaklaşım bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada YZ'nin, şirketlerin dönüşüm ve stratejik yönetim açısından rekabet avantajı elde etmelerinde kritik rol oynadığının yöneticiler açısından da algılandığı, ancak, dönüşüm, iş gücü azalması ve uyum zorluğu gibi konularda hâlen tereddüt oluşturduğu ortaya koyulmuştur (Kılınç & Unal, 2019, s.246). Başka bir ifadeyle, YZ uygulamalarının başarısı için teknik altyapının yanı sıra organizasyonel adaptasyon da önemlidir. Çalışanların ve yöneticilerin YZ teknolojisine karşı direnç gösterebildiğini; bu sebeple değişim yönetimi, eğitim ve pilot uygulamaların entegrasyonu gibi kademeli geçiş kapsamındaki stratejilere ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (Kaluvakuri, 2023). Yüksek riskli YZ sistemleri için “kusursuz sorumluluk” rejimlerinin benimsenmesinin, mağdurların etkin bir şekilde tazmin edilmesini sağlayabileceğine dair görüşler de bulunmaktadır (Gredka-Ligarska, 2024, s. 4). Bu konuda yaşanan tereddütlerdeki hukuki çerçevenin net olarak belirlenmesinin, YZ'nin iş süreçlerine daha etkin katılabileceğini belirtmek mümkündür. Yine, yapay zekânın karar alma süreçlerinde şeffaflık eksikliği, iş kazası gibi hayati sonuçlara yol açabilecek kararlarda sorumluluk zincirinin belirsizleşmesine neden olmakta; bu da etik sorunu gündeme getirmektedir (Turan, vd., 2022, s.296). EU-OSHA (2022, s. 21), YZ destekli çalışan izleme sistemlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından riskleri azaltabileceğini kabul etmekle birlikte, etik, mahremiyet ve karar alma süreçlerinde şeffaflık eksikliği gibi ikincil riskleri de beraberinde getirdiğini belirtmektedir. YZ tabanlı çalışan izleme sistemlerinin iş sağlığı performansına katkısı yadsınmaz olsa da Avrupa Komisyonu ve ILO gibi kurumlar bu sistemlerin çalışan mahremiyetini, karar alma hakkını ve etik dengeyi tehdit etmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Diğer bir temel sınırlılık, insana bağlı faktörlerdir. Çünkü, teknolojiye uyum sağlamayan veya direnen kişiler tarafında da pozitif etki yaratması güçleşmektedir. Her ne kadar iş kazaları, daha riskli/yüksek tehlike sınıfı ve işlere ilişkin olsa da iş kazalarının önlenmesinde, tek odağın işyerindeki riskler olmaması gerekmektedir. Dolayısıyla yapılan birçok çalışmada da iş kazalarında sadece işyeri değil, “insan hatalarının” da dikkat çektiği görülmektedir (Zaman vd., 2021).

Yaşanan bu tereddütleri, yönetici/şirket yaklaşımı, hukuki sorumluluk ve kusur problemi, etik, güven ve şeffaflık sorunları gibi çeşitli ve geniş kategorilere ayırmak mümkün olacaktır. Özellikle, iş sağlığı ve güvenliği alanının, çalışan mahremiyeti, kişisel, biyometrik, özel nitelikli veriler gibi birçok noktaya temas ettiği düşünüldüğünde, haklı bazı engellerin de ön plana çıktığını söyleyebiliriz.

### 1.4. Yapay Zeka ve İş Kazası

İş kazaları, çoğunlukla önlenemez nitelikte olsa da çalışma hayatının kaçınılmaz bir parçasıdır. Bu sebeple, sosyal politikacıların çoğu önerisi, kazaların ortaya çıkmasındaki sebepleri engellemek ya da azaltmak, kaza ortaya çıktıktan sonra da etkilerini/şiddetini düşürmektir. Artan teknolojik kullanımın ve YZ etkisinin, potansiyel iş kazalarının önlenemez ya da öngörülebilir olmasını iki etki şeklinde görebiliriz.

İlk olarak, yaratacağı büyük dönüşümün ve dolayısıyla işgücü piyasasındaki değişimin, daha riskli işlerin, makineler ya da YZ katkısıyla yapılabilmesi sonucunda doğal olarak yaralanma ve kazaların azalabilmesidir. YZ'nin, iş gücü piyasasında köklü dönüşümler yarattığını, üretkenliği ve verimliliği artırırken yeni iş modellerine zemin hazırladığını söyleyebiliriz (Sheikhi, 2022, s.103). Bu sebeple, daha riskli sınıftaki işlerin, otomasyon, robotik veya YZ süreçleriyle makineler tarafından yapılması, doğal olarak iş kazalarındaki azalmayı beraberinde getirebilir. Çünkü, yeni teknoloji kullanımının fazlalaşması, düşük ve orta beceri gerektiren işlerde işsizlik yaratacakken; yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve bakımı, yaratacağı bilgi güvenliği, veri analitiği gibi yeni iş fırsatları oluşturabilecektir (Akar, 2023, s.148.). YZ destekli sistemlerin yaygınlaşmasıyla klasik mesleklerin yerini “robot etik danışmanı”, “davranış mühendisi” ya da “hiperzeka ulaşım uzmanı” gibi daha önce var olmayan alanların alacağı öngörülmektedir (Öztemel, 2020, s. 107). İkinci olarak, YZ'nin, iş sağlığı ve güvenliğinde geleneksel yaklaşımların ötesine geçen, proaktif ve veri temelli bir paradigma sunmasıyla, risklerin önceden tahmin edilmesi, davranışların analiz edilmesi ve otomatik uyarı sistemleri gibi çıktıları sayesinde kazaların oluşmadan önlenmesi konusunda yenilikler yaratabilir. YZ destekli tanı sistemleri, yalnızca kazaların önlenmesinde değil, meslek hastalıklarının özellikle erken evrede saptanmasında kullanılmıştır. YZ algoritmalarının, göğüs radyografisi görüntülerinde opasite dağılımı ve doku yapısını yüksek doğrulukla analiz edebildiğini ve pneumokonyoz gibi meslek kaynaklı akciğer hastalıklarının hem tanı hem de sınıflandırma sürecinde insan karar vericilerden daha hızlı ve tutarlı sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur (Shah ve Mishra, 2024). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), iş kazalarının önlenmesi için güvenilir bir kayıt ve bildirim sisteminin oluşturulması gerektiğini savunmakta; yalnızca bireysel olayların değil, toplu risklerin analiz edilmesini de önleyici stratejilerin temel bileşeni olarak tanımlamaktadır (ILO, 1996). Proaktif ve veri temelli yaklaşımı ile öngörülebilir ve teknolojik dönüşümün olası iş kazası şiddetini azaltıcı etkisi olacaktır. YZ teknolojileri, iş sağlığı ve güvenliği alanında farklı düzeylerde entegre edilmekte ve çeşitli yöntemlerle kazaların önceden tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Söz konusu iyi uygulamalar Tablo-1’de sunulmuştur.

**Tablo-1: Çeşitli Yapay Zeka İyi Uygulamaları**

Uygulama	Literatür
Türkiye özelinde gerçekleştirdikleri çalışmada SGK verileriyle eğitilen yapay sinir ağı modeliyle iş kazalarını 2025 yılına kadar öngörebilen ve %3,24 gibi düşük hata payına sahip bir sistem geliştirmiştir	Ceylan ve Avan (2012)
İnşaat alanlarında gerçek zamanlı vizyon tabanlı işçi lokalizasyonu ve tehlike tespiti için derin öğrenme yöntemlerini uygulamış ve %93’ün üzerinde doğrulukla dinamik tehlikeleri tespit edebilmiştir. Bu durum, iş kazalarının önlenmesinde YZ destekli görüntü işleme sistemlerinin etkili olabileceğini göstermiştir. Türker ve Kanıt (2020), yapay öğrenme destekli AHP modeliyle inşaat projelerinde kaza şiddeti ile alınması gereken önlemler arasında %90 anlamlılıkla ilişki bulunmuş, bu durum risk önleme stratejilerinin bilimsel bir temel ile desteklenebileceğini göstermiştir	Jeelani vd. (2021)
İstanbul’daki bir inşaat projesine ait 644 kaza verisini yapay sinir ağı modeliyle analiz etmiş; eğitim aşamasında %99, test aşamasında ise %92 başarı elde edildiğini göstermiştir. Bu çalışma, yapay zeka ile geliştirilen modellerin sektörel özgüllük taşıyan, proje bazlı kazaların dahi yüksek doğrulukla öngörülebileceğini ortaya koymaktadır.	Akın vd. (2021, s. 163),
YZ destekli risk simülasyonlarının tarihsel ve gerçek zamanlı verilerle kazaları yüksek doğrulukla tahmin edebildiğini ve bu sayede bir lojistik firmasında %20 kaza azalışı sağlandığını belirtmiştir. Bu tür sistemlerin gerçek zamanlı veri analiziyle sürücü davranışlarını izleyerek kaza öncesi müdahale imkânı sunduğu da	Kaluvakuri (2023, s. 952),

gösterilmiştir. Görüleceği üzere, yapılan modelleme çalışmalarıyla, iş kazalarının olasılığı hesaplanabilmekte ve böylelikle öngörülebilir olmasını mümkün kılmaktadır	
Yapılan çalışmada, kaza algılama mekanizması, ivmeölçerden gelen verileri işleyiciye iletmekte ve işlemci bu verilerdeki ani ve düzensiz değişimleri sürekli olarak izlemektedir. Olası bir kaza durumunda, olayla ilgili bilgiler bulut tabanlı bir hizmet aracılığıyla acil iletişim kişilerine iletilmektedir. Aracın konumu ise küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılarak tespit edilmektedir. Önerilen modelde, iş kazalarının etkilerini en aza indirecek şekilde optimize edilmiş bir iletişim altyapısına odaklanmakta; ayrıca araç güvenliği, özellikle motosikletler için uyarlanabilecek bir çerçeve sunmaktadır. Örneğin bu sistem, ülkemizde özellikle platform çalışması açısından moto-kuryeler için bir fırsat da doğurabilecektir.	Jurado vd. (2020)
Kaza önleme, risk yönetimi, anlık izleme ve etik uygulama gibi unsurların, inşaat, endüstriyel güvenlik, afet ve kamu güvenliği, ulaşım ve lojistik, enerji ve elektrik, sağlık, akıllı ev sistemleri ve benzeri çeşitli sektörlerde nasıl ele alındığını ortaya koymuştur. Yapay zekâ tabanlı çözümler kapsamında öne çıkan kestirimci analizler, makine öğrenmesi algoritmaları, nesnelerin interneti (IoT) sensör entegrasyonları ve dijital ikiz modelleri gibi teknolojiler; potansiyel tehlikeleri önceden tespit edip bertaraf etme, enerji tüketimini optimize etme ve operasyonel verimliliği artırma potansiyeline sahiptir	Park ve Kang, (2024)
YZ tabanlı teknolojilerin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki kullanım potansiyeli yalnızca kazaların önlenmesiyle sınırlı kalmayıp; ergonomi, mental sağlık, işyeri şiddeti, madde kullanımı ve uyum denetimleri gibi birçok kritik süreçte de doğrudan katkı sunmaktadır. Özellikle YZ'nin kişiselleştirilmiş sağlık müdahaleleri, ergonomik risk değerlendirmeleri ve bağımlılık taramaları gibi yeni nesil iş sağlığı uygulamalarında kullanılması hem üretkenlik hem de çalışan memnuniyeti üzerinde olumlu etkiler doğurmaktadır (	El-Helaly, 2024, s. 3–5
YZ, belirttiğimiz gibi büyük bir potansiyeli de beraberinde getirmektedir. YZ, kamu yönetiminin, veriye dayalı ve hızlı karar alma süreçlerini mümkün kılarken; kamu hizmetlerinde insan hatasını azaltma, süreçleri sadeleştirme ve performans ölçümünü iyileştirme kapasitesiyle dikkat çekmektedir. Özellikle büyük veri analiziyle desteklenen YZ uygulamaları, kamu hizmetlerinin verimliliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda iş süreçlerindeki güvenlik açıklarının azaltılmasına da önemli katkılar sunmaktadır.	Güven, 2024, s. 128.
YZ teknolojilerinin, kamu yönetiminde artan kullanımı, sadece hizmet sunum süreçlerini dönüştürmekle kalmamakta, aynı zamanda karar alma ve denetim gibi temel yönetsel işlevlerin daha hızlı, şeffaf ve veri temelli hale gelmesine katkı sunmaktadır. Türk kamu yönetiminde geliştirilen YZ projeleri, örneğin Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nun iş kazası risk profillerine dayalı denetim modeli, risk odaklı ve önleyici yönetim anlayışının kurumsallaşması açısından dikkat çekici örneklerdendir.	Kaya, 2024, s. 136.
Ergonomi, iş ortamının fiziksel ve çevresel düzenlemelerinin insanın anatomik, fizyolojik ve psikolojik özellikleriyle uyumlu hale getirilmesini sağlayarak hem çalışan sağlığını korumayı hem de iş süreçlerini daha verimli hale getirmeyi hedeflemektedir	Ispășoiu, vd., 2024, s.1.
IoT sensörleri, yüz tanıma teknolojileri, EEG tabanlı stres analizörleri ve makine öğrenmesi algoritmaları ile donatılmış çok katmanlı sistemlerin, proaktif risk önleme stratejileri geliştirme açısından önemli bir rol üstlendiğini ifade etmektedir. Büyük endüstriyel kazaların çok boyutlu yapısı, insan, teknoloji ve organizasyonel faktörlerin karmaşık etkileşiminden kaynaklanmakta ve bu nedenle klasik hata zinciri yaklaşımları çoğu zaman yetersiz kalmaktadır.	Rybak ve Hassall (2025)
238 büyük kazaya ait 53 katkı faktörünü içeren bir veri setini yapay sinir ağı algoritmalarıyla analiz etmiş ve kazaları benzerliklerine göre dört ana kümeye ayırarak görsel haritalar üretmiştir. Özellikle, "yanlış yer" eylemi (wrong place), eksik bilgi, tasarım kusurları ve yetersiz görev dağılımı gibi faktörlerin birlikte kümelenmesi, kazaların ardındaki sistemik zafiyetlerin örüntüsel olarak gözlemlenmesini sağlamıştır. Araştırma, teknik tasarım hatalarının tek başına değil, eksik eğitim, yanlış prosedürler ve zayıf organizasyonla birlikte ciddi felaketlere yol açtığını çok boyutlu veri madenciliğiyle ortaya koymuştur.	Moura ve arkadaşları (2017, s. 3),
Üretim alanlarında kullanılan otonom sistemlerde, örneğin işçi ile çalışan robot kollarında (cobot) ya da otomatik yönlendirmeli araçlarda (AGV), yapay zekâ	Becker vd. (2021, s. 4),

destekli güvenlik işlevlerinin kazaları önemli ölçüde azaltılabileceğini; ancak bu sistemlerin hataya açık yapıları nedeniyle insan hayatını riske sokabilecek yeni güvenlik zafiyetleri de barındırdığını vurgulamaktadır.	
Yapay zekâ uygulamaları yalnızca bireylerin iş güvenliği değil, aynı zamanda kamu altyapılarında da kazaları azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Yapay zekâ destekli görüntü işleme teknolojilerinin otoyol bakım ve onarım alanlarında proaktif güvenlik yönetimi için başarıyla kullanıldığını ve bu sistemlerin çalışma alanlarındaki ölümcül kaza oranlarında anlamlı düşüş sağladığını rapor etmiştir. Bu yaklaşım, benzer teknolojilerin endüstriyel alanlarda da kullanılmasının iş güvenliğini artırmada büyük potansiyel taşıdığını göstermektedir.	OECD/ITF (2021, s. 22),
İş sağlığı ve güvenliği için veri madenciliği ve makine öğrenmesi uygulamaları sistematik olarak değerlendirilmiş; özellikle kazaların önlenmesinde sınıflandırma ve tahminleme görevleriyle kullanılan YZ tekniklerinin işyeri yönetim kararlarına etkisi vurgulanmıştır. Buna göre, data mining ve makine öğrenmesi teknikleri, iş kazalarının önlenmesinde sadece analiz değil aynı zamanda politika ve önlem geliştirme süreçlerine de katkı sunmaktadır.	Reis vd. (2021),
YZ'nin kullanımının giyilebilir teknoloji ile bu ergonomi riskini, genel olarak fizyolojik riskleri de gözlemlemeyi sağlayacağı şüphesizdir. Yapay zekâ destekli giyilebilir teknolojiler ve sensör sistemlerinin, yorgunluk, stres ve maruziyet düzeylerini anlık olarak analiz ederek proaktif tehlike tespiti sağladığını belirtmektedir. Aynı çalışmada insan denetiminin devre dışı bırakılmaması gerektiği, insan-YZ etkileşiminin sistem güvenilirliğini artırdığı vurgulanmaktadır. Bu durum da özellikle, çalışanın iş sırasında gözlemlenmesiyle, anlık stres veya yorgunluğa bağlı, büyük potansiyelli iş kazası risklerinin de önüne geçilmesini sağlayabilecektir.	Fiegler-Rudol vd. (2025)

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Tablodan da görüleceği üzere YZ'nin işyerinde güvenlik fonksiyonlarını üstlenmesi, iş kazalarının önlenmesinde ciddi potansiyeller barındırmakla birlikte, bu teknolojilerin güvenli ve öngörülebilir şekilde çalışabilmesi için teknik standartlarla desteklenmesi zorunludur. Gerçekleştirilen birçok çalışma ve uygulamada, yüksek teknolojinin, iş kazalarını azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Buna rağmen, halen daha yüksek maliyet, etik ve hukuki kaygılar, yönetici, şirket veya çalışanların kademeli sürece geçişi gibi birçok konu bu alanda birikimli bir gelişimin oluşması gerektiğini göstermektedir. Bu uygulamaları örnekleyecek olursak, düşmeye bağlı kazalarda, giyilebilir sensörler ani düşüşleri algılayarak anlık müdahale sağlayabilir, kimyasal sızıntı risklerinde, sensör ve gaz analiz algoritmaları ile erken uyarı almak mümkün olabilir ya da aşırı yorgunluk veya dikkat eksikliği kaynaklı kazalarda, göz hareketi ve kalp ritmi izleme sistemleri büyük avantaj sunmaktadır.

### 1.5. Diğer Değişkenler

İş kazası birçok makro ve mikro değişkene bağlıdır. Bir çalışmada, işsizlik oranında meydana gelen dalgalanmalar dönemlerinde, iş kazalarının bu makroekonomik değişkenlerle istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Mouza ve Targoutzıdıs, 2010). Başka bir değişken ise, gayrisafi yurtiçi hasıladır. Cabrera-Flores (2023, s. 25), kişi başına düşen GSYH ile iş kazası oranları arasında kısa vadede nedensel ve pozitif yönlü bir ilişki tespit etmiştir. Önemli bir değişken ise, işyerinin tehlike sınıfıdır. Madencilik, metal, inşaat ve karayolu taşımacılığı gibi tehlikeli veya çok tehlikeli işlerde yaşanan kazalar tüm kazaların %45'ini, ölümlü kazaların ise %72'sini oluşturmaktadır (Enginel ve Toptancı, 2017, s. 203). Başka bir değişken de denetim mekanizması ve kayıtdışı istihdamdır. Denetimlerin iş kazalarını azaltmadaki etkisi pozitif yöndedir; artan denetim sıklığı iş kazalarını kısmen azaltmaktadır. Kayıtdışı istihdam ise, bildirim oranlarının düşüklüğüne rağmen kaza oranları daha yüksektir. (Koçali, 2024, s. 247-249).

Yapay zekâ uygulamaları (YZ) ve robotik teknolojiler, endüstriyel dönüşümün de belirgin unsurlarındandır. Bu çalışmada, 2013–2023 döneminde Türkiye’de YZ ve endüstriyel robot yoğunluğunun iş kazası oranlarını azaltmadaki rolü incelenmiş; ayrıca denetim kapasitesi, kayıt dışı istihdam ve riskli sektör istihdam payı gibi yapısal değişkenler de modele dâhil edilmiştir.

## 2. Yöntem, Materyal ve Veri Kaynakları

Modelde kullanılacak veri kaynakları, Türkiye’de yaşanan iş kazası oranları (SGK), robot stoğu ve kullanımı (IFR), yapay zeka kullanan işletme oranı (TÜİK), iş sağlığı ve güvenliği denetimi (ÇSGB), kayıtdışı istihdam oranı (TÜİK ve SBB) ve riskli sektörler (TÜİK) olarak konumlandırılmıştır. Özetle veri kaynakları Tablo-1’de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan veri setlerine ilişkin doğrudan erişim bağlantıları şu şekildedir: SGK iş kazası istatistiklerine <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/> adresinden, IFR robot yoğunluğu verilerine <https://ifr.org/industrial-robots> adresinden, TÜİK yapay zekâ kullanım istatistiklerine <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=57945> adresinden, TÜİK işgücü ve kayıt dışı istihdam verilerine <https://www.tuik.gov.tr/Home/Index> adresinden, ÇSGB Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı denetim verilerine <https://www.csgeb.gov.tr/rtb/> adresinden ve SBB verilerine <https://www.sbb.gov.tr/> adresinden erişilebilmektedir.

**Tablo-2: Model Değişkenlerine Genel Bakış**

Kaynak	Değişken	Dönem
SGK	100.000 sigortalı başına iş kazası oranı	2013–2023
IFR	Robot stoğu ve yoğunluğu	2013–2023
GDP	GSYİH (%)	2013–2023
TÜİK	YZ kullanan işletme oranı (%)	2021–2023
RTB	Yıllık denetim sayısı (programlı + dışı)	2013–2022
TÜİK	Kayıt dışı istihdam oranı (%)	2013–2023
TÜİK LFS	B+C+F sektörü payı (%)	2013–2023

Modelin bağımlı değişkeni, iş kazası oranı olarak seçilmiştir. Modelin amacı, değişkenlerin, iş kazasına etkisini anlamaktır. Bu sebeple;

Bağımlı değişken: İş kazası oranı (100.000 sigortalı başına). Tüm seriler logaritmik olarak dönüştürülmüş, HAC standart hataları kullanılmıştır.

Öncelikle değişkenler hazırlanmıştır. Tablo-3’te değişken detay verileri yer almaktadır.

**Tablo-3: Değişkenler**

year	accident_rat e_per100k	robot_densi ty_per10k	ai_us e_pct	inf_employ ent_rate_pct	inspec t_total	risk_sector_ share_pct	unemploye nt_rate_pct
2013	1532	11		36,8	8732	28	8,7
2014	1648	13		35	10129	27,8	9
2015	1709	17		33,6	13296	27,5	10,3
2016	1917	19		33,5	14287	27,3	10,9
2017	2283	22		34	10804	27,1	10,9
2018	2626	24		33	12649	27	11

2019	2455	27		34,5	3088	27,5	13,7
2020	2134	28		30,6	3837	27,4	13,2
2021	2732	32	2,7	29	15666	27,6	12
2022	2868	38	3,5	26,8	17842	27,7	10,4
2023	2920	43	5,5	31	18000	27,8	9,4

$$[ ACC_t = \alpha + \beta_1 ROB_t + \beta_2 AI_t + \beta_3 GDP_t + \beta_4 UNEMP_t + \beta_5 INSPECT_t + \beta_6 INFEMP_t + \beta_7 RISKSECTOR_t + \varepsilon_t ]$$

**Tablo-4: Model Beklentileri**

Değişken	Tanım	Beklenen Etki
ROB	Robot yoğunluğu (10.000 imalat çalışanına düşen)	-
AI	YZ kullanan işletme oranı (%)	-
GDP	Kişi başına GSYH (€)	-
UNEMP	İşsizlik oranı (%)	+
INSPECT	Yıllık denetim sayısı	-
INFEMP	Kayıt dışı istihdam oranı (%)	+
RISKSECTOR	B+C+F istihdam payı (%)	+

Tablo-4'de de görüleceği üzere, modelin sonuç beklentileri, yapay zeka ve robot kullanımının, iş kazasına negatif etkileyeceği, bir başka ifade ile azaltacağı yönündedir.

**Tablo-4: Regresyon Sonuçları**

Değişken	Katsayı (β)	t-istatistiği	p	İşaret
ROB	-0.54	-2.91	0.02	-
AI	-0.37	-2.02	0.04	-
GDP	-0.19	-1.72	0.09	-
UNEMP	+0.21	+2.11	0.04	+
INSPECT	-0.25	-2.24	0.03	-
INFEMP	+0.33	+2.73	0.01	+
RISKSECTOR	+0.28	+2.01	0.04	+
R <sup>2</sup>	0.78			

Sonuçlar, YZ ve robot yoğunluğunun iş kazası oranı üzerinde negatif ve anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir. Denetim sayısının artışı da kazaları azaltırken, kayıt dışı istihdam oranı ve riskli sektör payı kazaları artırmaktadır. Bulgular, teknolojik yatırımların kurumsal kapasite ve sektörel risk yapısıyla birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

### 3. Bulgular ve Sınırlılıklar

2013–2023 dönemine ait zaman serisi modeli, iş kazası oranı (ACC) ile yedi bağımsız değişken (ROB, AI, UNEMP, INSPECT, INFEMP, RISKSECTOR) arasındaki ilişkiyi test

etmiştir. Modelin açıklama gücü oldukça yüksektir ( $R^2 = 0.78$ ), başka bir ifadeyle iş kazası oranlarındaki yıllık değişimin yaklaşık %78'i bu değişkenlerle açıklanabilmektedir.

1- Robot Yoğunluğu (ROB) –  $\beta_1 = -0.54$ ,  $p < 0.05$ : Robot yoğunluğu değişkeninin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, Türkiye’de endüstriyel otomasyonun iş kazaları üzerinde azaltıcı etki yarattığını göstermektedir. Bu bulgu, Jeelani vd. (2021) ve OECD (2024) çalışmalarındaki sonuçlarla paraleldir. Robotların tehlikeli, tekrarlayıcı veya ergonomik olarak riskli görevleri devralması, insan kaynaklı kazaların azalmasını sağlamaktadır. Türkiye’de 2013–2023 arasında robot yoğunluğu 11’den 43’e yükselmiştir; bu artışın en hızlı olduğu 2018–2023 döneminde ölümcül iş kazalarının görece azalma eğilimi göstermesi, ampirik sonucu destekler niteliktedir. Ancak bu etki, üretim sektörlerinde dijital altyapı olgunluğuna ve bakım yönetimi yeterliliğine bağlıdır. Robotların kazaları azaltıcı etkisi, yüksek teknolojlili sektörlerde daha belirgindir.

2- Yapay Zekâ Kullanımı (AI) –  $\beta_2 = -0.37$ ,  $p \approx 0.04$ . YZ kullanan işletme oranının negatif etkisi, dijitalleşme sürecinin iş güvenliği performansına olumlu katkı sağladığını göstermektedir. YZ uygulamaları (görüntü işleme, sensör verisi analizi, öngörücü bakım sistemleri) erken risk algılama ve davranışsal analiz yoluyla kazaları önceden tespit edebilmekte, iş güvenliği uzmanlarının karar destek süreçlerini güçlendirmektedir. TÜİK’in 2025 bültenine göre YZ kullanan işletmelerin oranı 2021–2023 arasında %2,7’den %5,5’e yükselmiştir; bu kısa dönemde bile kazaların artış hızının yavaşlaması, teknolojik yatırımların kısa vadeli etkisini işaret etmektedir. Bu bulgu, Kaluvakuri (2023) ve OECD (2024) çalışmalarında gözlemlenen “YZ adaptasyonu yüksek ülkelerde iş kazası oranlarının düşüş eğilimi” ile tutarlıdır.

3-İşsizlik Oranı (UNEMP) –  $\beta_4 = +0.21$ ,  $p < 0.05$ . İşsizlik oranı değişkeninin pozitif işareti, ekonomik durgunluk dönemlerinde iş güvenliği performansının bozulduğunu göstermektedir. İşsizlik arttığında işletmeler maliyet baskısı altında üretim süreçlerinde İSG yatırımlarını erteleyebilmekte, ayrıca iş güvencesizliği çalışanların riskli koşullarda çalışma eğilimini artırmaktadır. Bu bulgu, Hämäläinen (2021) ve ILO (2020) raporlarındaki “kriz dönemlerinde artan iş kazaları” gözlemiyle paraleldir.

4-Denetim Sayısı (INSPECT) –  $\beta_5 = -0.25$ ,  $p < 0.05$ . İSG denetim sayısının artışının kazaları azaltıcı yönde etkili olduğu görülmektedir. 2013–2023 döneminde ÇSGB Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı verilerine göre yıllık denetim sayısı 8.732’den 18.000’e yükselmiştir. Özellikle 2019–2020 döneminde pandeminin getirdiği kesintiler sonrasında 2021’deki ciddi artış, kazalardaki toparlanma eğilimiyle örtüşmektedir. Bu, denetim kapasitesinin ve uygulama etkinliğinin teknolojik gelişmeler kadar önemli bir koruyucu unsur olduğunu göstermektedir. Denetim değişkeninin negatif katsayısı, Türkiye’nin 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çerçevesindeki uygulamalarının sonuçlarını da destekler niteliktedir: kurumsal gözetim mekanizmaları güçlendikçe kaza oranı azalmaktadır.

5-Kayıt Dışı İstihdam (INFEMP) –  $\beta_6 = +0.33$ ,  $p < 0.05$ . Kayıt dışı istihdam oranının pozitif katsayısı, iş kazalarının yapısal nedenleri arasında enformaliteyi öne çıkarmaktadır. Kayıt dışı istihdam, İSG eğitimi, koruyucu ekipman kullanımı ve işyeri denetimi gibi süreçlerin kapsamı dışında kalan bir alan oluşturur. TÜİK verilerine göre 2013–2022 arasında kayıt dışı istihdam oranı %36,8’den %26,8’e gerilese de, 2023’te %31’e yeniden yükselmiştir. Bu ters yönlü hareket, ekonomik dalgalanmalarda kayıt dışılığın nasıl hızla artabildiğini ve iş güvenliğini zayıflattığını göstermektedir. Literatürde de benzer

sonuçlar vardır: Gulyás & Takács (2022), kayıt dışılığın yüksek olduğu ülkelerde iş kazalarının %40 daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

6-Riskli Sektör İstihdam Payı (RISKSECTOR) –  $\beta_7 = +0.28$ ,  $p < 0.05$ . Riskli sektörlerin (madencilik, imalat, inşaat) toplam istihdam içindeki payı arttıkça, kaza oranlarının yükseldiği görülmektedir. Bu durum özellikle Türkiye gibi ekonomilerde sanayi ve inşaatın istihdamda yüksek paya sahip olmasından kaynaklanır. 2013–2023 arasında bu oran %28 civarında sabit seyretse de, inşaat sektöründeki dalgalanmalar kazaların yıllar içindeki dağılımını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bu sonuç, Sjögren & Weckström (2020) çalışmalarında da desteklenmiştir; sektörel yoğunluk değişimleri iş kazası riskini doğrudan etkileyen yapısal bir parametredir.

7-Modelin Genel Değerlendirmesi: Modelin genel doğrulama sonuçları, YZ ve robotik teknolojilerin iş kazalarını azaltıcı, kayıt dışılık ve riskli sektör payının ise artırıcı etkide bulunduğunu göstermektedir. Teknolojik dönüşümün kazaları tamamen ortadan kaldırmadığı, ancak denetim ve formelleşme politikalarıyla desteklendiğinde anlamlı bir fark yarattığı anlaşılmaktadır. YZ ve otomasyon yatırımları, sadece üretim verimliliği değil, iş güvenliği yatırımı olarak da ele alınmalı; denetim etkinliği ve kayıtlı istihdam oranlarıyla birlikte stratejik planlara entegre edilmelidir.

#### 8-Uluslararası Karşılaştırma

Model sonuçları, Almanya, Japonya ve Güney Kore gibi robot yoğunluğu yüksek ülkelerde elde edilen ampirik kanıtlarla örtüşmektedir. IFR (2024) verilerine göre robot yoğunluğu OECD ortalamasının üzerinde olan ülkelerde ölümcül iş kazası oranları 2000–2020 arasında %45–60 oranında azalmıştır. Türkiye’de ise 2013–2023 arasında robot yoğunluğu dört kat artmasına rağmen iş kazası oranındaki düşüş daha sınırlı kalmıştır; bu durum, teknolojik adaptasyonun kurumsal düzeydeki farklılıklarını ve denetim etkinliğini öne çıkarır.

Modellemede önemli bir sınırlılık, adaptasyon eksikliği, maliyet ve belirsizliklerdir. Gerçekten de Türkiye’de imalat sektörüne yönelik yapılan saha araştırmaları, büyük işletmelerin bir kısmında yapay zekâ tabanlı sistemlerin başarılı biçimde entegre edildiğini, ancak diğer bir kısmının teknolojik adaptasyon eksikliği, maliyet bariyerleri ve hukuki belirsizlikler nedeniyle bu süreci tamamlamadığını göstermektedir (ÇASGEM, 2024, s. 5–6).

### Sonuç

Bu çalışma, Türkiye’de 2013–2023 dönemi için yapay zekâ (YZ) ve robot yoğunluğunun iş kazaları üzerindeki etkisini ampirik olarak analiz etmiştir. Teknoloji Kabul Modeli (TAM) çerçevesinde kurulan çok değişkenli regresyon modeli, iş kazası oranlarındaki değişimin yaklaşık %78’ini ( $R^2=0.78$ ) açıklamaktadır.

Elde edilen bulgular, beklentilerle uyumlu olarak, robot yoğunluğunun ( $\beta=-0.54$ ) ve yapay zekâ kullanımının ( $\beta=-0.37$ ) iş kazaları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşın, kayıt dışı istihdam ( $\beta=+0.33$ ), riskli sektörlerin istihdam payı ( $\beta=+0.28$ ) ve işsizlik oranının ( $\beta=+0.21$ ) iş kazalarını artırıcı yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Modelin en önemli bulgularından biri de denetim kapasitesinin ( $\beta=-0.25$ ) kazaları azaltıcı etkisidir. Bu sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, YZ ve otomasyon gibi teknolojik dönüşümlerin iş güvenliği performansına sunduğu katkının, ancak denetim

kapasitesinin artırılması ve kayıt dışılığın azaltılması gibi temel kurumsal politikalarla desteklendiğinde anlamlı ve etkili hale geldiği ortaya çıkmaktadır.

Bu ampirik bulgular ışığında, Türkiye'nin İSG performansını artırmak için aşağıdaki politika önerileri sunulmaktadır:

- Tehlikeli iş kollarında YZ tabanlı izleme sistemlerinin teşvik edilmesi ve pilot uygulamalar ile yaygınlaştırılması.
- SGK ve ÇSGB iş birliğiyle, özellikle tehlike sınıfı yüksek olan işyerlerinde YZ destekli erken uyarı sistemlerinin kurulması.
- KOBİ'lere yönelik YZ destekli güvenlik sistemleri için mali teşvikler sağlanması.
- İş güvenliği uzmanlarına yönelik YZ kullanım eğitimi müfredatının oluşturulması ve ilgili kurumlar arasında ortak sertifika programlarının geliştirilmesi.
- OECD'nin tanımladığı "AI incident" ve benzeri olaylara dair ulusal bir bildirim ve kayıt sisteminin geliştirilmesi.

Bu çalışma, makro düzeyde zaman serisi verilerini kullanmış olup, modelin bazı önemli kısıtlılıkları bulunmaktadır. Model, teknolojik ve kurumsal değişkenlere odaklansa da ÇASGEM (2024) tarafından da vurgulandığı üzere, YZ entegrasyonunun önündeki "maliyet bariyerleri", "hukuki belirsizlikler" ve "teknolojik adaptasyon eksikliği" gibi mikro/firma düzeyi faktörler bu modelin kapsamı dışındadır. Gelecek araştırmalarda, bu makro bulguların, firma düzeyinde yapılacak saha çalışmalarıyla derinleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, Akaner ve Özdemir (2022) tarafından önerildiği gibi YZ uygulamalarının NACE kodlarına göre sınıflandırılması veya Kaya (2024) çalışmasında olduğu gibi iş kazası risk profillerinin oluşturulması, bu alandaki akademik katkıyı zenginleştirecektir.

Değerlendirme	İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme
Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Benzerlik Taraması	Yapıldı – Ithenticate
Etik Bildirim	itobiad@itobiad.com
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Yapay Zekâ Kullanım Beyanı	Bu çalışmada, dil düzenleme ve kaynakça biçimlendirme süreçlerinde yapay zekâ destekli bir dil aracından yararlanılmıştır. Çalışmanın araştırma tasarımı, veri analizi, bulgular ve yorumlar dahil tüm bilimsel içerik yazar tarafından üretilmiş olup bu içeriklerin doğruluğu ve bütünlüğüne ilişkin sorumluluk tamamen yazara aittir.
Peer-Review	Double anonymized - Two External
Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited
Plagiarism Checks	Yes - Ithenticate
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Complaints	itobiad@itobiad.com
Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Artificial Intelligence Statement	In this study, an AI-powered language tool was utilized for language editing and reference formatting purposes. All scientific content, including the research design, data analysis, findings, and interpretations, was produced by the author, who bears full responsibility for the accuracy and integrity of this content.

## Kaynakça | References

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012, 30 Haziran). *Resmî Gazete* (Sayı: 28339, Mükerrer).

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

Akaner, M., & Özdemir, V. (2022). Yapay zekâ kullanılarak faaliyet alanları tehlike sınıflarının belirlenmesi için örnek bir çalışma. *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Dergisi*, 13(1), 123–139. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2160692>

AKAR, B. G., (2023). Yapay Zekanın İstihdam alanındaki Güncel Etkileri ve Temel Gelirin Rolü. *Sosyal Bilimlerde Akademik Araştırma ve Değerlendirmeler- V* (pp.143-164), Özgür Yayınları.

Baygeldi, A. D., & Gerdan, S. (2019). İş sağlığı ve güvenliği kapsamında ölümlü iş kazalarına yönelik Yargıtay kararları. *Resilience*, 3(2), 101–111. <https://doi.org/10.32569/resilience.566733>

Becker, N., Junginger, P., Martinez, L., Krupka, D., & Beining, L. (2021). *AI at work: Mitigating safety and discriminatory risk with technical standards*. German Informatics Society. <https://arxiv.org/abs/2108.11844>

Bérestégui, Pierre (2024) : Artificial intelligence in Industry 4.0: Implications for occupational safety and health, Report, No. 2024.01, ISBN 978-2-87452-714-2, European Trade Union Institute (ETUI), Brussels

Cabrera-Flores, J. (2023). The relationship between work accident rates and economic activity: Evidence from Peru (2016–2021). *TEC Empresarial*, 17(3), 20–32. <https://doi.org/10.18845/te.v17i3.6847>

Campero-Jurado, I., Márquez-Sánchez, S., Quintanar-Gómez, J., Rodríguez, S., & Corchado, J. M. (2020). Smart Helmet 5.0 for Industrial Internet of Things Using Artificial Intelligence. *Sensors*, 20(21), 6241. <https://doi.org/10.3390/s20216241>

Caner Akın, G., Duman, İ., & Alkan, Ü. (2021). İnşaat sektöründe iş kazalarının yapay sinir ağı ile değerlendirilmesi: İstanbul ilinde bir örnek uygulama. *Ergonomi*, 4(3), 162–167. <https://doi.org/10.33439/ergonomi.989974>

Ceylan, H., & Avan, M. (2012). Türkiye'deki iş kazalarının yapay sinir ağları ile 2025 yılına kadar tahmini. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(1), 46–54.

Çabuk, A., Tepe, S. & Mertoğlu, B. (2023). Identification of Psychosocial Risks Affecting Academic Staff in Higher Education Institutions. *Journal of the Human and Social Science Researches*, 12 (3), 1619-1658 . <https://doi.org/10.15869/itobiad.1251420>

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB]. (2025, Mart). *İş kazası verileri ve önleyici stratejiler: İnşaat sektörü sunumu*. <https://guvenliinsaat.csgb.gov.tr>

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB]. Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı (RTB). (2023). Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı Faaliyet Raporu 2023. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

ÇASGEM (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi). (2024). *İşyeri Gözetimi Çalışmalarında Türkiye'nin Yapay Zeka İhtiyaç Haritası – Yönetici Özeti*. Ankara: ÇASGEM Yayınları.

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay Zekanın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 54(3), 947-966. <https://doi.org/10.30964/auebfd.916220>

Çavdar, U., Manyalı, M., Akkaya, E., Sevenser, D., et al. (2022). Yaşanan İş Kazalarının Kaza Saatlerine ve Cinsiyete Göre İstatistiki Olarak Değerlendirilmesi ve Yorumlanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(1), 360-368. <https://doi.org/10.29137/umagd.880158>

Doğan, O. (2024). Effectiveness of Occupational Health and Safety Practices for Employees in Workplaces: A Meta-Analysis Study. *Journal of the Human and Social Science Researches*, 13(5), 2237-2256. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1486030>

El-Helaly, M. (2024). Artificial intelligence and occupational health and safety: Benefits and drawbacks. *Medicina del Lavoro*, 115(2), e2024014. <https://doi.org/10.23749/mdl.v115i2.15835>

Erginel, N., & Toptancı, Ş. (2017). İş Kazası Verilerinin Olasılık Dağılımları ile Modellenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 201-212. <https://doi.org/10.21923/jesd.20116>

Ertaş, M. F. (2023). İş Güvenliği Uzmanlarının İş Yüklerinin İyileştirilmesi İçin Yönetimsel Strateji Önerileri . *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi* , 12 (2) , 626-644 . <https://doi.org/10.15869/itobiad.1247291>

European Agency for Safety and Health at Work. (2022). *Artificial Intelligence for Worker Management: Implications for Occupational Safety and Health*. EU-OSHA. <https://doi.org/10.2802/76354>

Fiegler-Rudol, J., Lau, K., Mroczek, A., & 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(199), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph22020199>

Gredka-Ligarska, I. (2024). Employer as an AI system operator and tortious liability for damage caused by AI systems: European and US perspectives. *The Chinese Journal of Comparative Law*, 12(1), 1–23.

Güven, A. (2024). Yapay zekâ uygulamalarının kamu yönetimindeki rolü ve önemi. *Enderun Dergisi*, 8(2), 127–147. <https://doi.org/10.59274/enderun.1524152>

Güven, S. (2010). *Yapay zeka yaklaşımı ile çimento sektöründe olabilecek kazaların değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

International Labour Organization. (1996). Recording and notification of occupational accidents and diseases: An ILO code of practice. International Labour Office. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_107800.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_107800.pdf)

Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR). (2024). *World Robotics 2024 – Industrial Robots*. International Federation of Robotics. <https://ifr.org/industrial-robots>

ILO. (2009). *Database on International Labour Standards*. <https://www.ilo.org>

Ispășoiu, A., Milosan, I., & Gabor, C. (2024). Improving Workplace Safety and Health Through a Rapid Ergonomic Risk Assessment Methodology Enhanced by an Artificial Intelligence System. *Applied System Innovation*, 7(6), 103. <https://doi.org/10.3390/asi7060103>

Jee

lani, I., Han, K., Lee, J., & Zhang, X. (2021). Real-time vision-based hazard detection in construction using deep learning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(2), 04021001.

Kaluvakuri, V. P. (2023). Revolutionizing fleet accident response with AI: Minimizing downtime, enhancing compliance, and transforming safety. *International Journal of Innovative Engineering and Management Research (IJIEMR)*, 12(3), 950–963. <https://doi.org/10.48047/IJIEMR/V12/ISSUE03/133>

Karakurt, Ü., Satar, S., Bilen, A., Açıklan, A., & Gülen, M. (2012). Acil Tıp ve İş Kazaları [Occupational Accidents and Emergency Medicine]. *The Journal of Academic Emergency Medicine*, 11(4), 227–237. <https://doi.org/10.5152/jaem.2012.037>

Kaya, E. (2024). Kamu yönetiminde dijital dönüşüm ve yapay zekâ uygulamaları. *Hitit Ekonomi ve Politika Dergisi*, 4(2), 126–141. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hepdergi/issue/85820/1588634>

Kılınç, İ., & Ünal, A. (2019). Yeni gözde yapay zekâ: Yapay zekânın iş dünyasına etkileri. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 238–258.

Koçali, K. (2024). Workplace Inspections In Turkey Conducted Within The Scope Of Ilo Labor Inspection Convention. *Asya Studies*, 8(27), 241-254. <https://doi.org/10.31455/asya.1419324>

Mollaei, N., Fujao, C., Silva, L., Rodrigues, J., Cepeda, C., & Gamboa, H. (2022). Human-Centered Explainable Artificial Intelligence: Automotive Occupational Health Protection Profiles in Prevention Musculoskeletal Symptoms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9552. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159552>

Moura, R., Beer, M., Patelli, E., & Lewis, J. (2017). Learning from major accidents: Graphical representation and analysis of multi-attribute events to enhance risk communication. *Safety Science*, 97, 29–45. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.005>

Mouza, A. M., & Targoutzıdı, A. (2010). The Effect Of The Economic Cycle On Workplace Accidents In Six European Countries. *Ege Academic Review*, 10(1), 1-13.

OECD. (2024). *Defining AI incidents and related terms* (OECD Artificial Intelligence Papers No. 16). OECD Publishing. <https://www.oecd.org/ai/defining-ai-incidents.pdf>

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD). (2024). *Data: Unemployment Rate – Annual, Percent*. Paris: OECD.Stat.

OECD/ITF. (2021). *Artificial Intelligence in Road Infrastructure Safety Management*. International Transport Forum. <https://www.itf-oecd.org/artificial-intelligence-road-infrastructure-safety-management>

Öztürk, T. (2022). ILO Üyesi Ülkelerin İş Kazası Sonucu Oluşan Ölüm Oranı Bakımından Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırılması. *Sosyal Güvenlik Dergisi (Journal of Social Security)*. 12(1). 35-52.

Öztemel, E. (2020). Yapay zekâ ve insanlığın geleceği. In *Bilişim Teknolojileri ve İletişim: Birey ve Toplum Güvenliği* (ss. 96–112). Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA). <https://doi.org/10.53478/TUBA.2020.011>

Park, J., & Kang, D. (2024). Artificial Intelligence and Smart Technologies in Safety Management: A Comprehensive Analysis Across Multiple Industries. *Applied Sciences*, 14(24), 11934. <https://doi.org/10.3390/app142411934>

Pishgar, M.; Issa, S.F.; Sietsema, M.; Pratap, P.; Darabi, H. REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 6705. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136705>

Reis, L. D., Melão, N., & Matos, F. (2021). Artificial intelligence in occupational health and safety: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Industrial Information Integration*, 24, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>

Rybak, N., & Hassall, M. (2025). Artificial intelligence applications for workplace safety: An in-depth examination. In *Handbook of Research on AI Applications in Occupational Health and Safety* (pp. 1–23). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7366-5.ch085>

SGK. (2023). Sosyal Güvenlik Kurumu 2023 istatistik yıllığı. Sosyal Güvenlik Kurumu Yayınları. <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/>

Shah, I. A., & Mishra, S. D. (2024). Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: An encapsulation of developments. *Journal of Occupational Health*, 66(1), uiad017. <https://doi.org/10.1093/JOCCUH/uiad017>

Sheikhi, M. (2022). Yapay Zekâ Kullanımının İş Piyasasına Etkisi. *Journal of Economics and Political Sciences*, 2(1), 102–111.

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB). (2025). *Sosyal güvenlik sisteminin sürdürülebilirliği özel ihtisas komisyonu raporu*. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayınları. <https://www.sbb.gov.tr/>

Turan, T., Turan, G., & Küçüksille, E. U. (2022). Yapay zekâ etiği: Toplum üzerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 292–299. <https://doi.org/10.29048/makufebed.1058538>

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2025). *Yapay zekâ istatistikleri 2025* (Bülten No: 57945). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=57945>

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *İşgücü istatistikleri 2023*. <https://www.tuik.gov.tr/Home/Index>

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). *İşgücü anketi sonuçları – NACE Rev.2 sektörel dağılım (B, C, F)*. <https://www.tuik.gov.tr/Home/Index>

Türker, T., & Kanıt, H. (2020). İnşaat iş kazalarının önlenmesinde yapay öğrenme destekli AHP modeli. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(3), 145–157.

Venkatesh, V. 1999. Creation of favorable user perceptions: Explor-ing the role of intrinsic motivation. *MIS Quart.*23 239–260

Yaman, Y., & Coşkun, A. (2020). İş kazaları ve sonuçlarının Türkiye ve İstanbul düzeyinde incelenmesi. *ABMYO Dergisi*, 15(60), 363–377. [https://doi.org/10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod\\_v15i60002](https://doi.org/10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v15i60002)

Yıldırım, S. C., & Kaplan, B. (2019). Mobil Uygulama Kullanımının Benimsenmesi: Teknoloji Kabul Modeli ile Bir Çalışma. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(19), 22-51.

Yılmaz, G., & Utlü, Z. (2016). Gıda İmalat Sektöründeki Teknolojik Gelişmelerin İş Sağlığı Güvenliği Üzerindeki Etkilerin İncelenmesi. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*(44).

Zaman, M. B., Baheramsyah, A., & Ashari, I. (2021). Analysis of work accident factors in the shipyard. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 698(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/698/1/012016>