

# VI. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumu

İş Sağlığı ve Güvenliğinde  
**Yapay Zeka ve Dijitalleşme Uygulamaları**

20 Ekim 2022

**BİLDİRİ KİTABI**

## Editörler

Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY  
Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN  
Dr. Öğr. Üyesi Gamze KAÇAN  
Öğr. Gör. Dilek AKER  
Arş. Gör. Tuğçe ORAL  
Bengisu ALTINTEN

**ÜSGÜMER**

İş Güvenliği, İş Sağlığı ve Çevre Sağlığı  
Uygulama ve Araştırma Merkezi

**MESKA**  
Vakfı

**TRIO**MOBİL

Sempozyum TÜBİTAK-BİDEB 2223B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği almaya hak kazanmıştır.



**ÜSKÜDAR**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**YAYINLARI - 71**



VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI  
VE GÜVENLİĞİ ALANINDA  
YAŞANILAN SORUNLAR  
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ  
SEMPOZYUMU

(İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ  
VE DİJİTALLEŞME UYGULAMALARI)

BİLDİRİ KİTABI

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI - 71  
**VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM  
ÖNERİLERİ SEMPOZYUMU (İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ VE DİJİTALLEŞME  
UYGULAMALARI) BİLDİRİ KİTABI**

**Editörler**

Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY  
Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN  
Dr. Öğr. Üyesi Gamze KAĞAN  
Öğr. Gör. Dilek AKER  
Arş. Gör. Tuğçe ORAL  
Bengisu ALTINTEN

**Kapak ve Grafik Tasarım**

Bülent TELLAN

**ISBN**

978-605-9596-74-9

**Yayıncılık Sertifika No**

69591

**Matbaa Sertifika No**

68931

**Baskı Tarihi**

2023

**Baskı Sayısı**

1. Baskı

**İletişim Bilgileri**

www.uskudar.edu.tr – yayin@uskudar.edu.tr  
Tel: 0216 400 22 22 / Faks: 0216 4741256  
Altunizade Mah. Üniversite Sk. No: 14  
Pk: 34662 Üsküdar / İstanbul / Türkiye

Copyright © 2023

Fikir ve Sanat Eserleri Yasası gereğince bu eserin yayın hakkı anlaşmalı olarak T.C. Üsküdar Üniversitesine aittir. Her hakkı saklıdır. Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir. Bu kitabın hiçbir kısmı yayıncısının yazılı izni olmaksızın elektronik veya mekanik, fotokopi, kayıt ya da herhangi bir bilgi saklama, erişim sistemi ile çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve satışa sunulamaz.

Bu kitap, VI. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumu bildirilerinden derlenmiş olup metinlerde yer alan her tür görüş ve düşüncenin sorumluluğu bildirinin yazarına aittir.

# VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ SEMPOZYUMU

(İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ  
VE DİJİTALLEŞME UYGULAMALARI)

20 EKİM 2022

BİLDİRİ KİTABI

## Editörler

Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY

Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN

Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gamze KAĞAN

Üsküdar Üniversitesi

Öğr. Gör. Dilek AKER

Üsküdar Üniversitesi

Arş. Gör. Tuğçe ORAL

Üsküdar Üniversitesi

Bengisu ALTINTEN

Üsküdar Üniversitesi

Sempozyum TÜBİTAK-BİDEB 2223B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği almaya hak kazanmıştır.

İSTANBUL, 2023



# ÖNSÖZ

---

**Prof. Dr. Nevzat TARHAN**  
Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü  
Yönetim Üst Kurulu Başkanı

---

“VI. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zekâ ve Dijitalleşme Uygulamaları Sempozyumu” dolayısıyla sizleri sevgi ve saygıyla selamlıyorum. Bu sempozyumun ‘Yapay Zeka ve Dijitalleşme Uygulamaları’ ana temasıyla yapılıyor olması çok önemli. Özellikle de 14 Ekim günü Bartın’ın Amasra ilçesinde meydana gelen ve 41 maden işçisinin yaşamını yitirdiği maden faciasına denk gelmesi...

Bu sempozyum, içimizin acıdığı, bu ve benzeri faciaların önlenemez veya önlenemez olduğu tartışmalarının olduğu noktada bizlere ciddi bir öz eleştiri fırsatı sundu. Aslında Türkiye’nin yararına sebep olacak, Anadolu’nun, kadim kültürümüzün güzel tabiriyle ifade edersek ‘tevacuk’ oldu diyebilirim.

Sempozyum ana temasının da dikkat çektiği ‘Dijitalleşme’ neden önemli? Neden bu konuda öz eleştiri yapmamız gerekir? Öz eleştiriden veya eleştiriden rahatsız olmamak neden gerekiyor? 100 sene önce Meşrutiyet olduğu dönemde, o dönemdeki Meşrutiyet tartışmalarından en önemli olanı muhalefetin gerekli olup olmadığı sorusuydu. O zaman bir İslam âlimi çıkıp diyor ki: “*Muhalefet muvazene-i adalet unsurudur*” diyor. Bu müthiş bir tespittir. 100 sene önce söylenmiş bir cümle. Yani muhalefet etmek adalet dengesini sağlar demek istiyor. Bunu Avrupa 2. Dünya savaşından sonra Hitler ortaya çıktıktan sonra gördü.

Bizim Atalarımızın bir sözü vardır. Osmanlı paşalarından birinin sözüdür: “*Bir ülke ya ilim ile yönetilir ya da zulümle yönetilir*” diyor. Ya bilgiyle yönetilir ya da zulümle, korkuyla yönetilir. Hitler ne yaptı? Koskoca Almanya’yı düşünelim. Hegelleri çıkarmış, filozofları çıkarmış bir coğrafya. Birçok felsefeci çıkarmış. Almanya, Hitleri de çıkardı. Dönüşümü gerçekleştiren Avrupa Goethe gibi insanlar yetiştirdi örneğin. Ama bir taraftan da bakıyorsunuz Hitler’i neden yetiştirdi diye düşünüyorsunuz. Psikiyatri kökenli biri olarak bunun nedenini araştırdım. Burada ortaya çıkan bulgular ise şunlardı. Eğer bir toplumda özgürlük, özgür müzakere, serbest tartışma, muhalefet yoksa o toplumda öz eleştiri yoksa o toplumda insanın sürüngen, ilkel beyni devreye giriyor. Böyle olunca güçlülüğüne sığınıp, kendini güvende hissederek hiçbir şey yapmamaya başlıyor. Korkuyla yönetilen toplumlarda böyle oluyor. Otoriter, diktatör, baskıyla yönetilen toplumlarda insanlar korkuyorlar ve kendilerini kriz içinde buluyorlar. Hitler o stratejiyi kullanmış. Buna psikolojik savaşta kontrollü gerilim stratejisi denmektedir. Toplumda kontrollü gerilim oluşturuluyor, devamlı savaş var algısıyla düşman oluşturuluyor. Çünkü arzuladığı bir yönetim için düşmana ihtiyaç var. Herkes benim yanımda toplanmazsa hepiniz yok olacaksınız diyerek ‘sorma, düşünme, itaat et’ deniyor.

Orta Asya’da Hakanlar, Osmanlı’da Sultanlar bizde de şimdi devlet baba bilir. İşte, bu sorma, düşünme, itaat et kültürü geriletiyor. Bunu Avrupa ikinci dünya savaşından sonra fark etti ve muhalefeti yani öz eleştiriye kutsal kabul etti. Bu nedenle dünyanın gidişi bu yöndedir. Şimdi Putin bunu değiştirmeye çalışıyor. Çin değiştirmeye çalışıyor. Bunlar tarihte başarısız olarak geçecektir. Çünkü dünyanın eğilimle-

ri, trendleri var. Bu trendden bütün dünyada özgürlük talebi artmış. Daha önce insanları doğruları, dini sağlamlık yönetiyormuş. Şimdi bilimsel sağlamlık yönetiyor. Teknolojinin bu kadar yoğun kullanıldığı toplumlar da artık biz hiçbir toplumu gizli saklı kapalı bir toplum yapamayız. Rusya da olamayacak, Çin de olamayacak. Bakın işte İran olamıyor. Suudi Arabistan'ı görüyorsunuz. Dini bir faşizm var. Bu nedenle bütün bunlar bizim bazı şeyleri öğrenmemize sebep oluyor aslında.

Neden ben bu konuyu açtım? Ülkelerin, toplumların gelişiminde eleştiri kültürü çok önemli. İşte son yaşanan Bartın faciasından yola çıkarak bu alanda özeleştiriyapalım istedim. Özeleştiriyapalım bizim kültürümüzün gereği. Yani ilimle ilerlememiz gerekiyor zulümle değil.

Sağlıkta çok güzel bir sağlık sistemi oluşturduk. Şu anda bakan yardımcısı olan sağlık bakan yardımcımız E - Nabız uygulamasını 2005'lerde başlatarak güzel bir çalışmaya imza attı. E - Nabız sisteminin içinde şimdi hangi ilacı hangi eczane nereye nasıl verdi her şey takip ediliyor. Sağlık sistemi çok hızlandı, halktaki talebin artmasına rağmen. Eskiden sağlıkta yaşanan zorlukları hepimiz biliyoruz. Talep armasına rağmen, maliyete rağmen dijitalleşme bu alana müthiş katma değer sağladı.

13 Mayıs 2014'te Türkiye'nin Manisa ilinin Soma ilçesindeki kömür madeninde çıkan yangın nedeniyle yaşamını kaybeden 301 madencinin ölümüyle sonuçlanan madencilik kazası sonrasında bu dijitalleşmeyi hayatımıza geçirmemiz gerekirdi. O zaman yapmadık, yapamadık. Özeleştiriyapalım diyorum. Onun için bakanlığımız bu konuda muhakkak buradan bir özeleştiriyapmalı.

Kriz kelimesinin içerisinde iki anlam vardır; birincisi tehdit, tehlike anlamı, bir de fırsat anlamı vardır. Bartın olayında devlet bu krizi en güzel şekilde çözüyor, bütün ailelere yardım ediyor evet, sahip çıkıyor kriz çözme konusunda başarılıyız doğru... Ama krizi önleme konusunda da aynı başarıyı göstermemiz gerekiyor. Bunun için de bu dijitalleşmenin kömür ocağında hangi metrede, gazdaki hangi basınç değişikliği, metan gazı nerede, nasıl biriktirdiğini saat gibi takip eden dijital bir sistemin kurulması lazım. Bu sistem kurulduğunda ve eğer tıkr tıkr işletildiğinde olası bir risk, tehlike halinde oradaki iş sağlığı güvenliği uzmanı da hata yapamaz. Kurulan bu sistem insan hatalarını da minimize ediyor. Bunun için ileride birçok meslek hatta dijital sistem o hale gelecek ki bir müddet sonra bu dersleri meta verse olarak yapacağız. Toplantılarımıza kendi avatarlarımızla dahil olacağız. Burada konuşur gibi konuşacağız görüyor gibi göreceğiz. On sene sonra birçok eğitim sistemi bu şekilde olacak. Yani dünya bu yönde gidiyor, bakanlığımız da bu yönde hızlanmalı. Gerekli bütçeler ayrılmalı ve maden ocakları bu sıkıntıdan kurtulsun. İnşallah bu bir fırsat, tehlike değil de bir fırsat olarak değerlendirilir.

Aynı acıyı bir daha insanlarımız, anneler, babalar ya da eşler yaşamasın. Kadınlar eşlerini gönderirken maden ocağına daha içleri rahat gönderir. Hatta gelirken bir karikatüre rastladım çok manidar ve üzücü. Maden ocağına giden eşine karısı soruyor 'Akşama ne yemeği yapayım' diye... O da 'Eğer dönersen dolma, dönmezsem helva yap' diyor. İşte evlerinden çalışmaya bu duygu ve düşüncelerle çıkmasını insanlar...

Bu gibi bilimsel toplantılar ve çıktıları sistemlerin iyileşmesine projeksiyon tutacaktır. Önemsenmelidir. Bakanlığımızın bu konudaki çalışmalarını biliyoruz ama biraz daha önem vermelerini arzuluyoruz. İş sağlığı ve güvenliği hizmetinin de rayına oturmadığını söyleyebiliriz. Mühendislik mi değil mi o bile belli değil şu anda! Ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği uzaktan eğitimle verilebiliyor. Bu olamaz... Uygulanması olmayan İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi uzaktan verilmemeli, açık öğrenimden kaldırılmalı.

Bunları söylemeyi bir vicdani borç olarak gördüm, dile getiriyor, yazıya döküyorum umarım işe yarar.



**KURULLAR / COMMITTEES*****BİLİM DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE***

- Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
 Prof. Dr. Bülent MERTOĞLU, Marmara Üniversitesi, Biyomühendislik  
 Prof. Dr. Emine CAN, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Fizik Mühendisliği  
 Prof. Dr. Gönül Kunt KANDEMİR, İstanbul Yeniüzyıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi  
 Prof. Dr. Haydar SUR, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Yönetimi  
 Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
 Prof. Dr. Nihat AKKUŞ, İstanbul Gedik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği  
 Doç. Dr. Alparslan Hamdi KUZUCUOĞLU, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Bilgi Ve Belge Yönetimi  
 Doç. Dr. Asude ATEŞ, Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği  
 Doç. Dr. Fatih YILMAZ, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Çalışma Ekonomisi Ve Endüstri İlişkileri  
 Doç. Dr. Halil İbrahim GEÇİBESLER, Bingöl Üniversitesi, İş Sağlığı Ve Güvenliği  
 Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı Ve Güvenliği  
 Doç. Dr. Türker Tekin ERGÜZEL, Üsküdar Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği  
 Doç. Dr. Yahya BOZKURT, Marmara Üniversitesi, Metalürji Ve Malzeme Mühendisliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Gamze KAĞAN, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Hacer KAYHAN, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi İpek KOCAGİL ERSOY, İstanbul Doğu Üniversitesi, İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku  
 Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DEMİRBİLEK, Gaziantep İslam ve Teknoloji Üniversitesi  
 Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Salih EYGİ, Siirt Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Mustafa YAĞIMLI, İstanbul Gedik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Nuri BİNGÖL, Üsküdar Üniversitesi, Yapay Zekâ Mühendisliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Nurullah YÜCEL, İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Rüştü UÇAN, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Selden CEPNİ, Işık Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Serap TEPE, İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Dr. Öğretim Üyesi Sevim ÖZULUKALE DEMİRBİLEK, Yozgat Bozok Üniversitesi  
 Dr. Öğretim Üyesi Zeynep Feride OLCA, İstanbul Aydın Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Abdurrahman İNCE, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Abdül Halim ÖZKAN, Kırklareli Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Ahmet ÇABUK, Karabük Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Ali Orhan KARACIĞAN, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Aybüke ALKANAT GÜNALTAY, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağ. Sis. Mühendisliği  
 Öğretim Görevlisi Dilek AKER, Üsküdar Üniversitesi, Nükleer Teknoloji ve Radyasyon Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Erhan Demir, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Gökçe SÖNMEZ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık  
 Öğretim Görevlisi Hakan SEYREKOĞLU, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Mustafa Cüneyt GEZEN, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Özlem YURTSEVER, Marmara Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Öğretim Görevlisi Sevil ÇIRAKOĞLU, Bursa Uludağ Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği  
 Araştırma Görevlisi Tuğçe ORAL, Üsküdar Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği

**DÜZENLEME KURULU / ORGANIZATION COMMITTEE**

**Kurul Başkanı:**

Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY, Üsküdar Üniversitesi

**Kurul Üyeleri:**

Prof. Dr. Emine CAN, İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Doç. Dr. Fatih YILMAZ, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Gamze KAĞAN, Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Hacer KAYHAN, Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi İpek KOCAGİL ERSOY, Doğuş Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Nuri BİNGÖL, Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Nurullah YÜCEL, İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Rüştü UÇAN, Üsküdar Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Selden CEPNİ, Işık Üniversitesi

Öğr. Gör. Dr. Özlem YURTSEVER, Marmara Üniversitesi

Öğr. Gör. Ahmet ÇABUK, Karabük Üniversitesi

Öğr. Gör. Dilek AKER, Üsküdar Üniversitesi

Araştırma Görevlisi Tuğçe ORAL, Üsküdar Üniversitesi

USEM Koordinatörü Bengisu ALTINTEN, Üsküdar Üniversitesi

A sınıfı İş Sağlığı Güvenliği Uzmanı Arzu TEMİZALAN UÇAR

# SUNUŞ

**Doç. Dr. Müge ENSARİ ÖZAY**

Üsküdar Üniversitesi  
İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü Öğretim Üyesi

Üsküdar Üniversitesi, MESKA Vakfı, TRIOMOBİL ve ÜSGÜMER iş birliğinde gerçekleştirilen “**Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumu**”na ev sahipliği yaptı.

Üniversiteden yapılan açıklamaya göre, sempozyumun açılış konuşmalarını Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Nevzat Tarhan, Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar ve Trio Mobil Üst Yöneticisi (CEO) Nevzat Ataklı yaptı.

Açıklamada görüşlerine yer verilen Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Nevzat Tarhan, “*Psikolojide kriz kelimesinin içerisinde iki anlam vardır. Bir anlam kriz kelimesinde tehdit, tehlike anlamı vardır bir de fırsat anlamı vardır.*” değerlendirmesinde bulundu.

Tarhan, sözlerini şöyle sürdürdü:

*“Bizim kültürümüzün gereği zulümle değil, ilimle ilerlememiz gerekiyor. Mesela çok güzel bir sağlık sistemi oluşturduk, Sağlık Bakan Yardımcımız E-Nabız uygulamasını 2005’lerde başlattı. Bütün o kurulmuş sistemin içinde şimdi hangi ilacı hangi eczanenin nereye verdiği takip edilebiliyor. SGK hepsini takip ediyor ve halktaki talebin artmasına rağmen sağlık sistemi dijitalleşme sayesinde çok hızlandı... Kömür ocaklarında gazdaki hangi basınç değişikliğini ve metan gazını nerede, nasıl biriktirdiğini saat gibi takip eden dijital bir sistem kurulması lazım. Bu sistem kurulur ve işlerse bir sorun olduğunda iş sağlığı ve güvenliği uzmanı da hata yapamaz. Dijital takip sistemi içerisinde insan hatalarını da minimize ediyor.”*

## **“ÇALIŞANLARIMIZIN CANI VE SAĞLIĞI KORUNMALIDIR”**

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan ise Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği sahasında çok önemli bilgi eksikliği ve yetersizliklerin bulunduğunu, bunların sonucu olarak da önlem eksiklikleri ile sorunlar yaşandığını belirtti. Uçan, şunları kaydetti:

*“MESKA Vakfı, Trio Mobil ve Üsküdar Üniversitesi olarak bu sempozyum ile iş sağlığı ve güvenliği sahasındaki tehlikelerin ve ülkemizdeki sorunların anlaşılması ve çözüm önerileri ile eksikliklerimizin giderilmesine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Çalışanlarımızın canı ve sağlığı korunmalıdır. Gelişmekte olan ülkemiz ekonomisi iş kazalarından oluşan devasa kayıplar önlenmelidir. Üniversitelerimiz ve Eğitim sistemimiz başta olmak üzere tüm kesimlere bu konuda önemli görevler düşmektedir.*

*Dijitalleşme ve yapay zekâ konularında çalışmalarla daha sağlıklı bir İş Sağlığı ve Güvenliği ortamı*

*oluşması sağlanabilir. Bu amaçla bu sempozyumda bu konuda çalışan firmaları ve akademisyenleri bir araya getirdik. Çalışma Bakanlığımızdan genel müdür Yardımcısı ve Yapay zekâ konusunda çalışan arkadaşımızın katılarak bize destek vermeleri bize güç vermiştir. Birlikte çalışma ile daha kısa sürede ve daha büyük başarılar elde edilebileceği inancındayım.”*

Trio Mobil Üst Yöneticisi (CEO) Nevzat Ataklı da 2021 yılı iş istatistiklerine göre Sosyal Güvenlik Kurumunun açıklamasında, dünya genelinde iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle günde ortalama 5 bin 500 kişinin yaşamını yitirdiğini söyledi ve şunları kaydetti:

*“Dakika da yaklaşık olarak 4 kişinin bu kazalar sonucu hayatını kaybetmesi aslında minimuma indirilebilir ve bu yapay zeka ile çalışmayla mümkün olacaktır.*

*Amacımız, insanlara kendi evlerinden bile daha güvende olacakları bir çalışma ortamı sunmaktır. İş kazalarını önlemek doğru teknolojiler ile birlikte mümkün. Biz Trio Mobil olarak herkesin işlerinden ailelerine güvenli bir şekilde geri dönebilmeleri için çalışıyoruz”*

ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar, iş kazalarının küresel hayatın bir sorunu olduğunu belirtti. Kibar, sözlerini şöyle sürdürdü:

*“İş sağlığı ve güvenliği konusu sadece iş yerleri ve çalışanları ilgilendiren bir durum değil toplumdaki herkesi ilgilendiren bir durumdur. Uluslararası iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışmalar yapılıyor. Ülkemizde çalışanları ve sağlık görevlilerini korumaya yönelik Cumhurbaşkanımızın destekleriyle çok sayıda ülkede olmayan iş güvenliği kanunu çıkarıldı.*

*Toplumun tüm alanında çalışmalar sürüyor. İş sağlığı ve güvenliği kültürünü geliştirmek için üniversitelerle, Milli Eğitim Bakanlığı ile birlikte çalışmalar yürütülüyor. İlkokul, ortaokul ve liselerde de müfredatlar ile ilgili yapılan çalışmalar devam ediyor. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olmak üzere diğer bakanlıklar ile de görüşmeler yapılıyor. Üniversitelerin de iş sağlığı ve güvenliği bölümlerinin öğrencilerinin çalışma yaşamlarında büyük bir sorumlulukları bulunuyor.”*

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, iş sağlığı ve güvenliğinin insan hayatına çok küçük yaştan itibaren girdiğinin altını çizdi.

Ertekin, *“İş sağlığı güvenliği aslında yaşamımızda çok büyük bir zaman alıyor. Çoğumuz üçlü ya da altılı yaşlarda anaokuluna gitmeye başlıyoruz. Aslında iş sağlığı güvenliği orada yaşamımıza girmeye başlıyor. İnsan yaşamının da günümüzde 70’li 80’li yaşlara uzadığını düşünürsek neredeyse 70 yıla yakın süre iş sağlığı güvenliği yaşamımızda önemli bir etkinlik sağlıyor.”* değerlendirmesinde bulundu.

# İÇİNDEKİLER

---

<b>Önsöz - Prof. Dr. Nevzat TARHAN</b> .....	<b>5</b>
Kurullar .....	7
<b>Sunuş - Müge ENSARİ ÖZAY</b> .....	<b>9</b>
İçindekiler .....	11
Sempozyum Programı .....	13
<b>Açılış Konuşması - Rüştü UÇAN</b> .....	<b>16</b>
Davetli Konuşmacı - Levent Kenan KİBAR .....	18
Trio Mobil Hakkında - Nevzat ATAKLI .....	19
Salon I-I. Oturum Konuşmaları .....	23
Salon I-II. Oturum Konuşmaları.....	24
Salon I-III. Oturum Konuşmaları.....	25
<b>Tam Metin Bildiriler</b> .....	<b>35</b>
Süreç Sistem Mühendisliğinde Yapay Zekâ Tabanlı Uygulama Mustafa Cüneyt GEZEN.....	37
Nükleer Piller ve Nükleer Güvenlik Seyhmus AYDIN, Nureddin TÜRKAN.....	44
Transformatör Merkezlerinde Risk Analizi Alican AKSAKAL, Emine CAN.....	51
Şantiyelerde Verilen Toolbox Eğitimlerinin Dijitalleştirilmesi Tuğçe ORAL, Bengisu ALTINTEN .....	64
Sanayide Endüstriyel Robot Kullanımının İSG Açısından İncelenmesi Mustafa HIRLAK, Rüştü UÇAN.....	69
Denetimli Makine Öğrenme Algoritmalarıyla İş Kazası Ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesi Adnan KARABULUT, Mehmet BARAN, Ergün ERASLAN .....	81
İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Karar Destek Sistemleri ile Yürütülmesi Sürecinde Dinamik Kontrol Matris Kullanımı Abidin ÖZLER, Ersan YAZAN .....	95

---

İSG-Kâtip ve Sahada İş Sağlığı ve Güvenliği	
Fahriye Yonca AYAS .....	110
<b>Özet Bildiriler .....</b>	<b>111</b>
Yapay Zeka Teknolojilerini Kullanarak İran'da İş Güvenliği Gelişimi Üzerinde Kısa Bir Değerlendirme	
Nuri BİNGÖL, Nafiseh FARAJİRAD .....	113
Nükleer Güç Santrallerinde Olasılıksal Risk Analizi	
Murat Ramazan İLTAR, Nureddin TÜRKAN .....	115
Kaynak Makinelerinde Kişisel Koruyucu Donanım ve Ana Makine Arasında Bağlantı Sistemi ve İş Güvenliği Analizi	
Burak AKYOL, Müge ENSARİ ÖZAY .....	117
Proses Güvenliği Yönetim Sistemi	
Hacer KAYHAN .....	119
Yapay Zekâ Uygulamalarının Çalışan İstihdamına Etkilerinin Değerlendirilmesi	
Ebru SENEMTAŞI ÜNAL .....	121
Risk Değerlendirme ve Yönetimine Yeni Bir Yaklaşım (Simülasyon)	
Hasan Onur İNAL, Yusuf VURAL, Bayram KAHRAMAN .....	123
Endüstriyel Robot Emniyeti ve Dijital Dönüşüm	
Erhan ESKİCUMALI, Mine SARITAŞ, Rüştü UÇAN, Ali Orhan KARACIĞAN .....	125
Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Dijital Dönüşümüne Yönelik Uygulamalar	
Pınar BAYKAN .....	127
Sigortasız Çalıştırılmanın Önlenmesinde Dijital Sistemlerin Değerlendirilmesi	
Vedat CANER.....	129
İş Güvenliği Politikalarının Etkisini Değerlendirmek için Makine Öğrenimi Destekli Tanılama ve Karşılaştırma Aracı	
Lütfiye ÖZDEMİR, Beyrul CANBAZ .....	131
İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarında Dijitalleşmenin Gerekliliği ve Örnekleri	
Münevver YAKUT, Emine BOZKUŞ .....	133
Çalışma Alanlarında Sağlık ve Güvenliğin Dijitalleşme Yoluyla İyileştirilmesi: Akıllı Kişisel Koruyucu Donanımlar	
Emine BOZKUŞ, Münevver YAKUT .....	135
İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Dijital Modelleme	
Meltem TUNA KIRCILAR.....	137
Teşekkür .....	139
Basında Yer Alanlar .....	141

# SEMPOZYUM PROGRAMI

## VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ SEMPOZYUMU (İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ VE DİJİTALLEŞME UYGULAMALARI)

20 Ekim 2022

20 Ekim 2022 tarihinde düzenlenen sempozyum Salon I ve Salon II'de üç oturum kapsamında eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir.

**TÜBİTAK 2223-B - YURTIÇİ BİLİMSEL ETKİNLİK DÜZENLEME DESTEĞİ** almaya kazanarak gerçekleştirilen sempozyum Salon I'de açılış konuşmaları ile başlayarak, alana yönelik sektörel uygulamalar konusunda uzman kişilerin konuşmacı olarak katılımı ve Salon II'de sözlü bildirimlerin sunumuyla devam etmiştir.

### Salon I, Açılış Konuşmaları

- 10:15-10:30 Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan-  
Üsküdar Üniversitesi Öğretim Üyesi/MESKA Vakfı Başkanı
- 10:30-10:45 M. Nevzat Ataklı- Trio Mobil CEO
- 10:45-11:00 Levent Kenan Kibar- ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı
- 11:00-11:15 Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin- Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı
- 11:15-11:30 Prof. Dr. Nevzat Tarhan Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektör  
Üsküdar Üniversitesi Yönetim Üst Kurulu Başkanı

### Salon I, I. Oturum

- 11:45-13:25 Yahya Kemal Kösali - Panasonic Yönetim Sistemleri Müdürü  
Mehmet Kanpolat - Daikin İSG Sorumlusu  
İsmet Belikuşaklı - Haier Europe İSG Uzmanı  
Bahar Sadık Öner - BSH Lojistik Mühendisliği Bölüm Başkanı  
Kıvanç Demir - Borusan Lojistik İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Müdürü

### Salon I, II. Oturum

- 14:30- 15:30 Vesile Gülerüz - Samsung Çevre, İş Sağlığı Güvenliği Müdürü  
Eren Kavla - Unilever İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Mühendisi  
Onur Gündüz - CCI İSG Müdürü  
Burçin Harlak - Anadolu Isuzu Kıdemli İş Güvenliği Uzmanı  
Serkan Ölçen - Hanon MP&L Müdürü  
Bülent Gök - Arçelik Global İSG Müdürü

### **Salon I, III. Oturum**

- 15:45-16:00 Mustafa Tülü - ÇSGB, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İG Uzmanı  
16:00-16:15 Efari Bahçevan - Seyir Akademi, CEO  
16:15-16:30 Dicle Tiryaki - Artimetrik İş geliştirme yöneticisi  
16:30-16:45 Abidin Özler - Meditek ARGE A.Ş. İş Güvenliği Uzmanı  
16:45-17:00 Özgür Günay - Prosense Teknoloji Yönetim Kurulu Üyesi  
17:00-17:15 Ertürk Ergenekon - Kaya Safety Kalite ve Geliştirme Müdürü  
17:15-17:30 Selçuk Saygısever - İBB İş Güvenliği Uzmanı

### **Kapanış Konuşması**

### **Salon II, I. Oturum**

- Oturum Başkanı: Prof. Dr. Emine Can,  
Medeniyet Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölüm Başkanı  
12:10-12:20 Yapay Zeka Teknolojilerini Kullanarak İranda İş Güvenliği Gelişimi Üzerinde  
Kısa Bir Değerlendirme - Nuri Bingöl, Nafiseh Farajirad  
12:20-12:30 Süreç Sistem Mühendisliğinde Yapay Zekâ Tabanlı Uygulama- Mustafa Cüneyt Gezen  
12:30-12:40 Nükleer Piller ve Nükleer Güvenlik- Seyhmus AYDIN, Nureddin Türkan  
12:40-12:50 Nükleer Güç Santrallerinde Olasılıksal Risk Analizi- Murat Ramazan İltar, Nureddin Türkan  
12:50-13:00 Transformatör Merkezlerinde Risk Analizi - Alican Aksakal, Emine Can  
13:10-13:20 Kaynak Makinelerinde Kişisel Koruyucu Donanım ve Ana Makine Arasında Bağlantı  
Sistemi ve İş Güvenliği Analizi - Burak Akyol, Müge Ensari Özay  
13:20-13:30 İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Yönetim Sistemi'nin Getirileri ve Geliştirilebilir  
Yönleri - Furkan Dağışan, Yunus Taşdelen

### **Salon II, II. Oturum**

- Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Gör. Özkan Kaan Karadağ, İBB iSG Müdürü  
14:30-14:40 Güvenlik Yönetim Sistemi- Hacer Kayhan  
14:40-14:50 Şantiyelerde Verilen Toolbox Eğitimlerinin Dijitalleştirilmesi - Tuğçe Oral, Bengisu Altınten  
14:50-15:00 Yapay Zeka Uygulamalarının Çalışan İstihdamına Etkilerinin Değerlendirilmesi  
- Ebru Senemtaş Ünal  
15:00-15:10 Risk Değerlendirme ve Yönetimine Yeni Bir Yaklaşım (Simülasyon)  
- Hasan Onur İnal, Yusuf Vural, Bayram Kahraman  
15:10-15:20 Endüstriyel Robot Emniyeti ve Dijital Dönüşüm  
- Erhan Eskicumalı, Mine Sarıtaş, Rüştü Uçan, Ali Orhan Karacıgan  
15:20-15:30 Sanayide Endüstriyel Robot Kullanımının İSG Açısından İncelenmesi  
- Mustafa Hırlak, Rüştü Uçan

### **Salon II, III. Oturum**

- Oturum Başkanı: Dr. Öğretim Üyesi Nuri Bingöl,  
Üsküdar Üniversitesi, SBF Dekan Yardımcısı  
15:45 -15:55 Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Dijital Dönüşümüne Yönelik Uygulamalar  
- Pınar Baykan  
15:55-16:05 İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Karar Destek Sistemleri ile Yürütülmesi Sürecinde  
Dinamik Kontrol Matris Kullanımı - Abidin Özler, Ersan Yazan  
16:05-16:15 Sigortasız Çalıştırılmanın Önlenmesinde Dijital Sistemlerin Değerlendirilmesi - Vedat Caner  
16:15-16:25 Denetimli Makine Öğrenme Algoritmalarıyla İş Kazası Ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesi  
- Adnan Karabulut, Mehmet Baran, Ergün Eraslan  
16:25-16:35 İş Güvenliği Politikalarının Etkisini Değerlendirmek için Makine Öğrenimi Destekli  
Tanılama ve Karşılaştırma Aracı - Lütfiye Özdemir, Beyrul Canbaz



- 16:35-16:45 İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarında Dijitalleşmenin Gerekliği ve Örnekleri  
- Münevver Yakut, Emine Bozkuş
- 16:45-16:55 Çalışma Alanlarında Sağlık ve Güvenliğin Dijitalleşme Yoluyla İyileştirilmesi: Akıllı Kişisel Koruyucu Donanımlar - Münevver Yakut, Emine Bozkuş
- 16:55-17:05 İSG-Katip ve Sahada İş Sağlığı ve Güvenliği - Fahriye Yonca Ayas
- 17:05-17:15 İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Dijital Modelleme - Meltem Tuna Kırıcılar

**Kapanış Konuşması**

# AÇILIŞ KONUŞMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN**  
İSG Koordinatörü & MESKA Vakfı Başkanı

Sayın Rektörüm, Dekanım, Genel Müdürüm, Davetliler ve Öğrencilerimiz,

Altıncısını gerçekleştirdiğimiz **Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumunda** “İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zeka ve Dijitalleşme” konusunu detaylı olarak inceleyeceğimiz sempozyumumuza hoş geldiniz.

İlk sempozyumu Soma’da 301 madencinin öldüğü 13 Mayıs 2014 elim kazadan iki hafta sonra Yıldız Teknik Üniversitesi ve o zaman görev yaptığım Okan Üniversitesi ile birlikte 300 kişinin katılımı ile gerçekleştirmiştik. Yıldız teknik üniversitesi tarafından sempozyum dijital ortamda yayınlandı. Bu e-kitabı 36.212 kişi indirmiştir. Şu anda da en çok indirilen 3.üncü kitaptır. 26 MAYIS 2014 Tarihinde düzenlenen 1.inci “ ÜLKEMİZDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ” Sempozyumun sonuç önerilerinin 20.10 2022 tarihi itibari ile değerlendirilmesi yaparsam;

Üniversite Sanayii iş birliği halen gelişmekte olan bir süreçtedir, ancak bu konuda devletimiz İş Sağlığı ve Güvenliği alanında Üniversite – Sanayi iş birliğinin arttırılması için önderlik ve rehberlik etmelidir. Bu süreç halen gelişmemiştir. Türkiye’ de 12 üniversitede İSG lisans, 82 üniversitede İSG Ön lisans, 82 üniversitede Tezsiz lisansüstü ve birçoğunda tezli lisansüstü eğitimi verilmektedir. Özetle binlerce öğrenci okumakta ve tez yapmaktadır. Sanayii ile iş birliği ile yapılan tez yok denilecek kadar azdır. Bunlara anahtar kelimelerle ulaşmak zordur. Üsküdar üniversitesi olarak yaptırdığımız 221 tezi **Üsküdar Üniversitesi İSG Külliyesi** adı ile yayınlayarak, kolayca ulaşılabilir yaptık. Bugün astığımız afişlerden birinde bu eseri ücretsiz indirme linki bulunmaktadır. Yaptırdığımız tezlerden öğrencilerimizle kitaplar yazdık. Bu kitaplardan bir tanesi Farsçaya çevrilerek orada yayınlandı. Bugün o kitabı İranda yayınlanmasını sağlayan hocamız gelerek İran’daki proses güvenliği konusunda konuşma yapacaktı. Ama İranda o olaylar dolayısıyla gelemedi. İranlı doktora öğrencimiz bu konuda bildiri sunacak. İran ile Türkiye arasında ortak iş birliği için TÜBİTAK Projesi yaptık. Özellikle proses güvenliği konularında ortak problemlerimiz olan İran, Pakistan, Hindistan ve Çin gibi ülkelerle daha çok iş birliği yapmamız gerekmektedir. Üsküdar Üniversitesi olarak İSG tezlerinde sanayinin problemlerini ele almak istiyoruz. Bu konuda birkaç sanayii kuruluşu ile birlikte iş birliği yapmaktayız. TÜBİTAK’ ın desteklediği projeler yapmaya başladık. Bu sempozyumda TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir. Sanayii ve üniversite iş birliğinin artarak devam etmesi önem arz etmektedir.

2014’ deki sempozyumda imzalanması istenilen İLO nun 176. Maddesi (Safety and Health in Mines Convention) sözleşmesi imzalanmıştır. TS EN 60079-10-1 2021 ve TS EN 60079-10-1-2 2021 yılında yayınlanmıştır. Ancak yeni versiyon çevirisi henüz yapılmamıştır. 2015 Yılı içerisinde ÇASGEM tarafından Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunmalarına ilişkin uygulama rehberi yayınlanmıştır-

tır. Maden işyerlerinde örnek olabilecek Sağlık Güvenlik Dokümanı için doküman formatı ve uygulama rehberi hazırlanmamıştır. Yer altı madenlerin havalandırma ve acil kaçış planları 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamına geçirilmesi zorunlu hale getirilmelidir. Yeraltı madenlerinde (kömür hariç) yaşam odası kanuni bir zorunluluk haline getirilmiştir. Acil Eylem Planlarının içeriği bir standartta bağlanmıştır. Yaşam güvenliği dersi halen anaokullarında ve diğer okullarda zorunluluk haline getirilmemiştir. Mühendislik fakültelerinde ders müfredatlarında İSG dersi ayrıntılı ve zorunlu olarak verilmeye başlandı. Fakat ders içerikleri ve ders verecek öğretim elemanları konusunda bir standart oluşturulmadı. İş Sağlığı ve Güvenliği alanında ön lisans ve lisans programlarında verilen derslerin ortak standart derslerde verilmesi sağlanamamıştır. İnsan sağlığını ilgilendiren bu bölümün uzaktan eğitimle yapılmasına devam edilmemelidir. İş Yeri Hekimleri halen koruyucu hekimlik çerçevesinde çalıştırılmamıştır. Sağlık çalışanlarına saldırı ve tacizi önlemek için çalışanlar ile hasta yakınları mümkün mertebe yüz yüze getirilmemesi halen sağlanamamıştır. Bu konuda yapay zekâ ve dijitalleşmeden faydalanılabilmektedir. Biyolojik risk yaratan HIV ve benzeri virüslere karşı tüm hasta başvuruları en kötü ihtimali dikkate alarak değerlendirilmeli, sağlık çalışanlarının korunması geliştirilmelidir. Sonuç olarak; Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği sahasında çok önemli bilgi eksikliği ve yetersizlikler bulunmakta, bunların sonucu olarak ta önlem eksiklikleri ile sorunlar yaşanmaktadır.

MESKA Vakfı, Trio Mobil ve Üsküdar üniversitesi olarak bu sempozyum ile iş sağlığı ve güvenliği sahasındaki tehlikelerin ve ülkemizdeki sorunların anlaşılması ve çözüm önerileri ile eksikliklerimizin giderilmesine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Çalışanlarımızın canı ve sağlığı korunmalıdır. Gelişmekte olan ülkemiz ekonomisi iş kazalarından oluşan devasa kayıplar önlenmelidir. Üniversitelerimiz ve eğitim sistemimiz başta olmak üzere tüm kesimlere bu konuda önemli görevler düşmektedir. Dijitalleşme ve yapay zekâ konularında çalışmalarla daha sağlıklı bir İş Sağlığı ve Güvenliği ortamı oluşması sağlanabilir. Bu amaçla bu sempozyumda bu konuda çalışan firmaları ve akademisyenleri bir araya getirdik. Çalışma Bakanlığımızdan genel müdür Yardımcısı ve Yapay zekâ konusunda çalışan arkadaşımızın katılarak bize destek vermeleri bize güç vermiştir. Birlikte çalışma ile daha kısa sürede ve daha büyük başarılar elde edilebileceği inancındayım. Bu sempozyumun oluşmasına devamlı destek olan Kurucu rektörümüz Prof.Dr.Nevzat Tarhan hocama, sempozyumu birlikte düzenlediğimiz Doç.Dr.Müge Ensari Özay hocama, Trio Mobil şirketi ile uyumlu çalışmamızı gerçekleştiren Tuğba Şengün'e, Üsküdar Üniversitesi ARGEYEP Koordinatörü Meltem Bayraktar'a , düzenleme kurulu üyeleri Dr.Öğr.Üyesi Gamze Kağan, Öğr.Gör.Ahmet Çabuk, Arş.Gör.Tuğçe Oral, Bengisu Altınten ve Öğr.Gör Dilek Aker'e , düzenleme ve bilim kurulu üyelerine de katkıları için teşekkür ederim.

Bu etkinliğin hazırlanmasını sağlayan Üsküdar Üniversitesi etkinlik sorumlusu Rasim Dağhan Işık ve üniversitemizin bütün tanıtım, satın alma ve medya ekiblerine teşekkürü bir borç bilirim.

Saygılarımla,

# DAVETLİ KONUŞMACI

---

**Levent Kenan KİBAR**  
İŞ Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı

---

İŞ Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar VI. Türkiye’de İŞ Sağlığı Ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve çözüm nerileri Sempozyumu (İŞ Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zekâ ve Dijitalleşme Uygulamaları) açılış konuşmasında İŞ Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü faaliyetlerine ilişkin bilgi verdi.

İŞ Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından yapılan iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi konularında inceleme ve araştırma çalışmalarının önemini vurgulamıŐtır. ISG KATİP üzerinde yapılan yeni uygulamaları açıkladı ve İŞyerlerindeki sağlık ve güvenlik risklerini önlemek ve koruyucu hizmetleri yürütmek üzere görevlendirilecek işyeri hekimleri, iş güvenliği uzmanları ve diğer görevlilerin bu platform üzerinden takibinin yapıldığını belirtti.

İŞ Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü BaŐkanlıęı ile İŞ Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü bölge laboratuvar müdürlüklerini periyodik olarak denetlediklerinden ve iş sağlığı ve güvenliği alanında ölçüm, analiz, teknik kontrol, risk analizi ve değerlendirmesi çalışması yapan kurum ve kuruluŐların kontrol ve denetimlerinin önemini vurgulamıŐtır. Aynı zamanda aktif olarak ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluŐlarla iş birliği ve koordinasyon içerisinde yer alarak, ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği konusunun önemi konusunda yapılan çalışmalara deęinmiŐtir.

# SEMPOZYUM SANAYİ SPONSORU TRİO MOBİL HAKKINDA

**Nevzat ATAKLI**  
TRİO MOBİL Kurucu ve CEO

## VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ SEMPOZYUMU (İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ VE DİJİTALLEŞME UYGULAMALARI) SANAYİ SPONSORU - TRİO MOBİL

Dünya genelinde faaliyet gösteren, global markaların tesislerinin ve ekipmanlarının dijitalleşmesine, iş güvenliği ve verimlilik standartlarını yükseltmelerine yardımcı olan Trio Mobil, endüstriyel operasyonlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Yapay zekâ destekli Nesnelerin İnterneti (IoT) çözümleri sayesinde, fabrika operasyonlarındaki karmaşıklığı azaltmak, forklift kaynaklı kazaları önlemek ve iş güvenliğini artırmak için gelişmiş teknolojileri kullanmaktadır. Trio Mobil, kendi bünyesinde bulunan 60 kişilik uzman Ar-Ge ekibi ile yazılım ve cihazları geliştirmekte ve endüstriyel operasyonlarda güvenli ve verimli bir çalışma ortamı sağlamaktadır.

Trio Mobil CEO'su Nevzat Ataklı konuşmasında iş sağlığı ve güvenliği için yapay zekâ ve IoT uygulamalarını şu şekilde aktardı:

### ***Forklift-Forklift Çarpışma Önleme Sistemi Nedir?***

Yüksek hassasiyetli UWB teknolojisi sayesinde forkliftlerin birbiriyle olan yakınlığını algılayarak, tehlikeli yakınlaşmalarda forkliftleri güvenli bir hızda sınırlayarak çarpışma riskini önler. Sesli ve görsel sinyaller sayesinde forklift operatörleri, yakındaki diğer forkliftleri fark edebilir ve güvenli bir şekilde hareket edebilirler.



Şekil 1. Forklift Forklift Çarpışma Önleme

### **Forklift-Personel Kaza Önleme Sistemi Nedir?**

Yaya kartları kullanan yayaların forkliftlerle yakınlığını UWB sistemi ile algılayarak, riskli yakınlaşmalarda forkliftleri güvenli bir hızda sınırlar. Giyilebilir kartlar, yayaları titreşimle uyarır, işitme engelli personellere de koruma sağlar. Sistem kör noktaları da kapsayarak 360 derece güvenli bir çalışma ortamı sağlar.



Şekil 2. Forklift Personel Kaza Önleme

### **Bölge Bazlı Forklift Yavaşlatma Sistemi Nedir?**

Dar koridorlar, kavşaklar ve yaya yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde forklift kaza riski çok yüksektir. Bölge bazlı antenlerle forkliftlerde otomatik hız kontrolü sağlayan sistem kaza riskini azaltarak güvenli bir çalışma ortamı sunar. Sistem, iç ve dış mekanlarda sim kart veya Wi-Fi bağlantısı gerektirmeden çalışır. Birden çok değişen bölge sisteme kolayca tanımlanabilir ve yapılandırılabilir.



Şekil 3. Bölge Bazlı Forklift Yavaşlatma Sistemi

### **İş Güvenliğini Artırmak için Yapay Zekâ Uygulamaları**

Yerli AR-GE çözümü TRUE-AI kamera ile forkliftler, insanlar ve tırlar görüntü işleme teknolojisi ile tespit edilerek, kuruma özel belirlenen güvenlik kuralları devreye alınır. Sanal bölge belirleme özelliği ile sadece belirlenen bölgeye özel kurallar oluşturulabilir. Yapay zekâ uygulamaları ile tehlikeli makine bölgelerinde, forkliftlerde, yükleme rampaları ve alanlarında iş güvenliği artırılır.



Şekil 4. TRUE-AI - İş Güvenliği için Yapay Zeka Bilgisayarı

### **Acil Durum Toplanma Alanı Çözümü ve Yalnız Çalışan Personel Güvenliği**

Yüksek konum hassasiyeti sağlayan RTLS teknolojisi ile acil durumlar için belirlenen toplanma alanlarında personel kartları alandaki antenler ile haberleşerek saniyeler içinde sayım yapılmasını sağlar.



Şekil 5. Acil Durum Toplanma Alanı

Yaya kartlarındaki sensörler ile yalnız çalışan personelde hareketsizlik durumunda alarm oluşturularak yetkililere bilgi verilir. Ayrıca, personel kartları üzerindeki SOS butonları sayesinde personeller de acil durumlarda yetkililere uyarı gönderebilir.



Şekil 6. Yalnız Çalışan Personel Güvenliği

500.000'den fazla bağlı cihazı yöneten platformu ile 25.000'in üzerinde kurumsal müşteriye hizmet veren Trio Mobil, dünya çapında global markaların tesislerinin ve ekipmanlarının dijitalleşmesine, iş güvenliği ve verimlilik standartlarının yükselmesine yardımcı olmaktadır. Çok uluslu markalara tüm dünyada anahtar teslim çözümlerle hizmet vermektedir.

Yapay zeka ve iot teknolojileri ile endüstriyel operasyonlarda iş güvenliğini artırmak, verimliliği artırmak ve kazaları önlemek mümkündür.



## Salon I – I. Oturum

### Yahya Kemal Kösali

#### Panasonic Yönetim Sistemleri Müdürü

Trio Mobil'in Forklift güvenlik sistemi çözümü ile hem forkliftlerin birbirlerine çarpmasını hem de yayalarla yaşanabilecek kazaların önüne geçmek üzerine demolar yaptık. Önümüzdeki senenin bütçesine koyduk ve sahamızda uygulamayı hedefliyoruz. Trio Mobil'in talebe istinaden hızlı çözüm sunuyor olması bizleri çok mutlu etti.

DOJO eğitimlerini oyunlarla öğrenmesini sağlıyoruz. AR/VR çözümleri ile fabrika içerisinde online eğitimler vermekteyiz.

### Mehmet Kanpolat

#### Daikin İSG Sorumlusu

Forkliftlerin çalışma bölgelerinde bulunan AGV'lerle çarpışmasını çözmek istiyorduk. Trio Mobil'in çözümü sayesinde forkliftler AGV'leri algılayarak yavaşlıyor ve bu sayede yaşanabilecek kazaların önüne geçiyoruz. Önümüzdeki süreçte ise TRUE-AI ürünlerini rampalarımıza koyarak rampalarda yaşanabilecek kazaların önüne geçmeyi hedefliyoruz.

İSG DOJO Çevre çalışmaları için uygulama alanları oluşturduk. Üretim hatlarındaki İSG risklerinin simülasyon çalışmalarını herkese eğitimini VR ile vermekteyiz. Kaizen çalışmaları ve eğitimlerini fabrikalarımızda uyguluyoruz.

### İsmet Belikuşaklı

#### Haier Europe İSG Uzmanı

Forkliftlerin birbirlerine ve yayalara çarpmasını engelleyen projeyi Trio Mobil ile birlikte hayata geçirdik. Rampalara yanaşan araçları Trio Mobil'in TRUE-AI ürün sayesinde yapay zeka ile bölgeyi izleyerek bir insan varsa şoföre uyarı veren sistemi konumlandırmayı hedefliyoruz.

QR Kod uygulama yazılımımız ile forkliftlerin kullanıma uygunluğu hakkında checklist dolduruyorlar.

### Bahar Sadık Öner

#### BSH Lojistik Mühendisliği Bölüm Başkanı

İş makinelerinin hızlarını azaltarak hem operatör hem de yayalar için farkındalık artırma projesi gerçekleştirdik. Şirketimiz ramak kala sayılarını takip ederek azaltmayı hedefliyor. Forklift güvenlik sistemi sayesinde ramak kala sayılarını düşürmeye başladık. Trio Mobil'in Forklift – Forklift, Forklift – Yaya yaklaşımlarında Forklift yavaşladığı için operatör çevresine bakıyor. Yaya ile yaklaşma durumlarında ise yaya kartlarının titremesi ile yayanın farkındalığını oluşturarak daha dikkatli olmasını sağlıyoruz. Bir sonraki fazda ekipmanları takip ederek verimliliklerini takip etmek istiyoruz.

### Kıvanç Demir

#### Borusan Lojistik İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Müdürü

Çalışanı korurum, işimi korurum ve toplumu korurum mottosu ile çalışmaktayız. Çalışanların daha güvenli, güvenilir çalışma ortamı sunmaya çalışıyoruz. Bu kapsamda Trio Mobil ile Forklift güvenlik sistemi çözümü üzerinde çalışmaktayız.

## Salon I – II. Oturum

### **Vesile Güteryüz**

#### **Samsung Çevre, İş Sağlığı Güvenliği Müdürü**

Depolarda Forklift kaza risklerini azaltmak amacıyla Trio Mobil Forklift güvenlik çözümü üzerine çalışmayı planlıyoruz. Ardından acil durumlarda acil durum toplanma bölgesinde kimler var, olmayan kişiler işletme içerisinde nerede bunları da takip etmek istiyoruz.

### **Eren Kavla**

#### **Unilever İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Mühendisi**

Forkliftlerin insanlara, forkliftlere ve cisimlere çarpmasını engelleyen projede Trio Mobil çözümlerini kullanıyoruz. Alan bazlı yavaşlatma çözümü sayesinde belirli bölgelerde iş makinalarını yavaşlatıyoruz. Daha sonraki projemiz yalnız çalışan personellerimizi takip etmek istiyoruz.

### **Onur Gündüz**

#### **CCI İSG Müdürü**

Yükleme rampalarında Trio Mobil'in TRUE-AI ürünü ile rampaları daha güvenli hale getirmek ve forkliftlerin çalışma bölgesinde yaşabilecek kazaları önlemek amacıyla demo gerçekleştirmekteyiz.

### **Burçin Harlak**

#### **Anadolu Isuzu Kıdemli İş Güvenliği Uzmanı**

Fabrika içerisinde 3 farklı bölgede yalnız çalışan personellerimiz bulunuyor. Bu personellere verilen Trio Mobil'in takip cihazları üzerindeki SOS butonu ile çalışanın bir sağlık probleminde butona basarak yetkililere SMS/Mail gönderimi sağlıyor sistem ve bizlerde saha kontrollerini sağlıyoruz. Eğer butona basamayacak durumda olursa G sensörü sayesinde hareketsizlik durumunu sistem algılayarak bizlere bildirim geliyor ve sahada hızlı bir şekilde destek veriyoruz.

### **Serkan Ölçen**

#### **Hanon MP&L Müdürü**

Forkliftlerin birbirleriyle çarpmasını engellemek amacıyla demo gerçekleştirmekteyiz. Üretim ve sevkiyat alanları kısa burada yaşanabilecek kazaları önlemek istiyoruz. Burada Trio Mobil'in Forklift güvenlik çözümünü önümüzdeki sene almayı düşünüyoruz. Trio Mobil'in TRUE-AI ürünü ile rampalarda şoförleri uyararak rampalarda da kazaları önlemeyi çok istiyoruz.

### **Bülent Gök**

#### **Arçelik Global İSG Müdürü**

Global bir proje gerçekleştiriyoruz. Globaldeki tüm Arçelik fabrikalarında Trio Mobil'in forklift güvenlik sistemi uygulamalarını kuruyoruz. Ayrıca acil durumlarda toplanma bölgesindeki kişileri takip ediyoruz.

## Salon I – III. Oturum

### **Mustafa Tülü** **İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Yönetim Sistemi**

Ülkemizde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı iş kazalarının büyük bir kısmı inşaat sektöründe meydana gelmektedir. Ayrıca, sektörün sahip olduğu süreçler itibarı ile devriminin yüksek olması ve insan kaynağının sirkülasyonu dikkate alındığında öncelikli sektör olması kaçınılmazdır.

Sektörün mevcut durumu ile beraber hâlihazırda Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından tutulan veriler dikkate alınarak inşaat sektöründe meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı iş kazalarını tahmin etmeye yönelik yürütülen çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmalarda; istihdam, iş kazası ve iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerine ilişkin verilerden yeni veriler türetilmiş ve aylık tahminler yapılabilir bir model üzerinde çalışmalar başlatılmıştır.

Ayrıca, bilgi kavramına genel bir bakış açısı kazandırmayı amaçlayan sunumda iş güvenliği ile yeni teknolojilerin nasıl kesişebileceğine ilişkin örneklere yer verilmiştir.

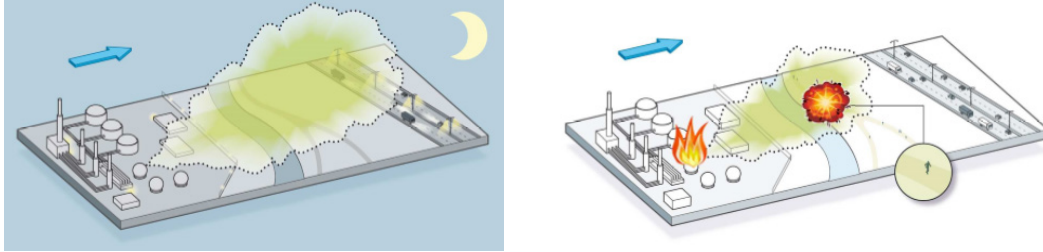
## PHAST ile Domino Etkileri Analizi

## Efari Bahçevan

Tehlike analizi hesaplamaları kullanılarak modellemeler 3'e ayrılmaktadır: 1-Salınım Hesaplamaları: Tanktan veya borudan sızıntı modellemesi, 2-Dağılım Hesaplamaları: Materyalin sızıntısı sırasındaki hareketlerinin modellemesi (Örn: Bulut şeklinde), 3-Etkilerin Hesaplamaları: Bütün potansiyel sonuçların tahmini ve modellemesi şeklindedir. Salınım modellemeleri aşağıdaki gibidir.

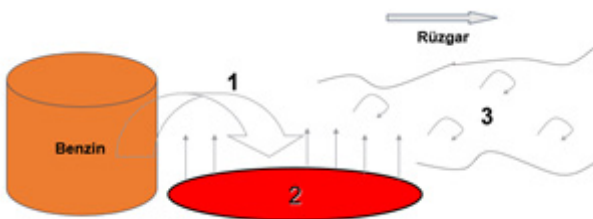


Şekil 1. Yakın ve Uzak Alana Salınım



Şekil 2. Farklı Ortamlarda Salınım Durumu ve Etkilerinin Modellenmesi

Salınım (Boşalım) türlerine göre dağılıma göre kaza modellemesi sırasıyla; Boşalım, Dağılım, Toksik, Radyasyon ve Patlama şeklinde gerçekleştirilir. Havuz oluşumu ise Yayılım, Buharlaştırma, Toksik Yayılım & Yangın olarak gerçekleşmektedir. Örnek senaryo aşağıdaki gibidir.



1. Aşama: Benzin sızıntısı
2. Aşama: Havuz yayılması ve buharlaşması
3. Aşama: Buhar bulutu yayılması

Şekil 3. Havuz Oluşumunda Patlama Modellemesi

Salınım Türlerine Göre Dağılım Çeşitleri; Sıvı, Gaz veya İki Fazlı Akımlar, Tek veya Çok Bileşenli Materyaller, Kararlı Hal veya Zamana Bağlı Davranışları, Bina İçinde Sızıntılar, Aerosol Oluşumu, Havuz Oluşumu, Havuz Buharlaştırması, Hava Sürüklenmesi ve Bulut Yayılması 'dır. Genel Toksik Etkileri; Toksik efektin, rüzgar yönündeki mesafenin konsantrasyonu, Toksik efektin, zaman yönünden konsantrasyonu, Toksik efektin oluşan bulutunun ayak izleri, Toksik efektin öldürücülüğü 'dür. Genel - Yangın Etkileri; Olası Yanıcı Sonuçlar: Alev Topu, Jet Yangınlar, Havuz Yangınlar, Flaş Yangınları'dır. Genel - Radyasyon Etkileri; Sonuçlar bu raporlardan görülebilmelidir: Radyasyon yoğunluk seviyeleri, Radyasyon dozu se-

viyeleri, Radyasyon öldürücü seviyeleri, Flaş yangın bölgeleri, Genel Patlama Etkileri Modellemeleri; TNO Multi Enerji, TNT, Bleve Patlaması, Baker-Strehlow-Tang şeklindedir.

## Uzaktan İSG Eğitimi

### Dicle Tiryaki

Bu çalışmanın amacı uzaktan eğitimin İSG alanındaki uygulamaları ve bu uygulamaların etkisini incelemek; bu değerlendirmeleri ölçülebilir parametre verileriyle desteklemektir. İSG alanında bu eğitim biçimi nasıl kullanılıyor? Kullanıcılar nasıl bir deneyim yaşıyor, bu deneyimi nasıl değerlendiriyorlar? ArtıMetrik olarak 2015 yılından bu yana İSG alanında dijital çözümler üretiyoruz. Jenerik, yasal yükümlülüğü yerine getiren İSG eğitimleriyle başlayan yolculuğumuz özelleşmiş, yenilenmiş eğitimlerle devam ediyor. Köklerini Artı Danışmanlık'tan alan bir teknoloji şirketi olarak; İSG alanında ciddi çalışmalar yapan, güvenlik kültürü konusunda hassas, büyük ve sektörlerinde öncü firmalar-la çalışıyoruz. İşveren sendikaları ve birliklerle farklı sektörlere özgü, geniş kitleleri hedef alan çalışmalar yapıyoruz. Birlikte öğrendiğimiz, çalışmalarımızın şekillenmesinde büyük rol oynayan bu kurumların terzi işi uzaktan eğitimlere yöneldiğini, özelleşmiş içerikleri tercih ettiklerini gözlemliyoruz. Sadece tehlike sınıfına göre tasarlanmış eğitimler farklı sektör ve iş kollarının beklenti ve ihtiyaçlarını aynı anda karşılama konusunda gelişmeye açık. İşletmelerin en çok kaza ve kayıp yaşadıkları, çalışan profili ve kurum güvenlik kültürüne bağlı olarak en çok önem atfettikleri konularda özel içerikler geliştirmek çok daha doyurucu sonuçlar veriyor. Bu özelleştirmelerin görece daha etkili olmasının sebepleri şöyle sıralanabilir: Özelleştirilmiş eğitimlerin odağında sektör, kurum hatta iş spesifik; nokta atışı bilgi ve beceri kazandırmak var. Bu niş içerikler daha spesifik ihtiyaçları daha etkili bir şekilde karşılıyor. İçeriklerin özelleştirmeleri yapılırken çalışanların kendi evrenlerinden tanıdık unsurlar kullanılıyor. Çalışanlar çalıştıkları kurumdaki alınmış gerçek görüntülerin yanı sıra yaptıkları iş, çalıştıkları makine ve ekipmanla karşılaşıyorlar. Bu özelleştirmeler aynı zamanda kurumun çalışan profilini tasarım aşamasından itibaren göz önünde bulundurarak hazırlanıyor; kullanılan renk, ifade, efekt ve nicesi bu yönde hazırlanıyor. Çalışan öğrenim deneyimi dijitalleşiyor ve zenginleşiyor.

## İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamalarının Karar Destek Sistemleri İle Yürütülmesi Sürecinde Dinamik Kontrol Matris Kullanımı

### Abidin Özler

En temel amacı çalışanların güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamına sahip olmasının sağlanması olarak özetleyebileceğimiz iş sağlığı ve güvenliği sürecinin düzgün bir şekilde yürütülmesi bu amacın gerçekleştirilmesi konusunda en önemli ilkedir. Günümüzde iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri bu süreci işletirken gerçekleştirmiş oldukları işlemleri daha hızlı ve güvenli bir şekilde kayıt altına alabilmek için çeşitli uygulamalar kullanmaktadır. Bu uygulamalar yapılan işlemlerin kayıt altına alınması ve bazı gerekli raporların çıkarılması konusunda kolaylık sağlamakta ve yapılabilecek bazı hataların da önüne geçmektedir. Bunların haricinde çalışma ortamının güvenli bir hale getirilmesi, verimliliğin artması ve kurumsal imajın arttırılması gibi konularda da etkili rol oynarlar. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında süreçlerin yönetimi oldukça zor ve karmaşıktır. İşletmenin büyüklüğü, bölüm ve bina kurguları, çalışanların organizasyon şemasındaki yeri, kullandıkları ekipmanlar, işletmede kullanılan kimyasallar gibi etmenler bu süreci daha da zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle tüm sistemin eksiksiz bir şekilde analiz edilmesi ve süreci etkileyen tüm faktörlerin dikkate alınarak sürece dahil edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte süreç içerisinde gerçekleştirilmesi gereken bazı işlemlerin kullanıcılar tarafından unutulması ayrı bir problem teşkil etmektedir. Bu çalışmada, zor olan bu sürecin işletilmesi amacıyla saha uygulamalarını takip edecek bir karar destek sisteminin oluşturulması ve yürütülmesine yönelik Meditek İBYS olarak adlandırdığımız bir sistem önerisi yer almaktadır. Önerilen sistemde süreci etkileyen faktörler ve bu faktörlerin ilişkilendirilerek gerçekleştirilecek olan faaliyetlerin planlanması ve takibinin otomatize edilmesi amacıyla kontrol matrisleri kullanılmıştır.

## Prosense Teknoloji Hava Kalite İzleme İstasyonu

### Özgür Günay

Günümüzde endüstrinin ve şehir hayatının genişlemesiyle birlikte hava kalitesinin izlenmesi yaşam kalitesinin artırılması ve sağlık sorunlarının önlenmesi açısından önem kazanmaktadır. Sağlıklı bir hayat yaşayabilmek için Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınır değerler tabloda sunulmuştur.

Kirletici	DSÖ 2005 Yılı Değerleri (metreküpte mikrogram)	DSÖ 2021 Yılı Değerleri (metreküpte mikrogram)	Türkiye Güncel Limitler (metreküpte mikrogram)
PM10 (Yıllık Değer)	20 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5 (Yıllık Değer)	10 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	-
NO <sub>2</sub> (Yıllık Değer)	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub> (Günlük Değer)	20 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub> (Yoğun Dönem)	-	60 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
CO (Günlük Değer)	-	4 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

Halihazırda yerel yönetimlerin ve merkezi idarenin kullandığı istasyonlar kısmi veri toplanmasına olanak sağlamaktadır. Ancak var olan ölçüm istasyonlarının boyutları ve maliyetlerinin yüksek olması bunların ihtiyaç duyulan bölgelere yerleştirilmesinde zorluklar çıkarmaktadır. Var olan istasyonlarda izlenebilen zehirli organik bileşik çeşitleri azdır ve insan hayatını ve doğal yaşamı etkileyebilecek pek çok zehirli gaz izlenememektedir. Ölçüm verilerine erişim kısıtlıdır.

Prosense Teknoloji yıllardır endüstriyel gaz algılama sistemleri üretmekten gelen deneyimini bu alanda kullanarak toplumsal yaşamı iyileştirmek için araştırma ve geliştirme çalışmalarına başladı. Var olan istasyonların barındırdığı yapısal sorunları ortadan kaldırmak için öncelikle boyutları daha küçük ve maliyeti daha hesaplı hava kalite istasyonları üretmek için çalışmalarını sürdürmektedir. İstasyonların küçük ve düşük maliyetli olması istasyonların mobilitesini artırarak istenilen bölgelere hızlıca kurulmalarını ve veri toplanmasını sağlayacaktır. Prosense Teknolojinin modüler tasarım ilkeleri sayesinde gerektiğinde izlenmek istenen farklı gaz sayısını artırmak mümkündür. Sistem aynı anda 64 farklı gaz veya parçacık çeşidinin izlenmesine olanak sağlayacaktır. İstasyonlar hücresel veya kablosuz bağlantı kullanarak verilerin her yerden her zaman erişilmesini sağlayacaktır. Ölçüm verileri çeşitli zaman dilimlerinde izlenerek ölçüm yapılan bölgeler için genel eğilimleri çıkarmak veya beklenmedik bir durumda afet önleyici ve risk azaltıcı adımları atmak mümkün hale gelecektir.

Prosense Hava kalite izleme istasyonları şu anda mümkün olmayan pek çok izleme faaliyetini mümkün kılacaktır. Örneğin endüstriyel tesislerin yakınlarındaki olası tehlikeleri bertaraf etmek için Petrol ve gaz tesislerinin açık alanlarına, taş ocağı ve maden işletmelerinin çevresine, Liman ve dökme yük depolama alanlarına, yol kenarlarına, atık yönetim tesislerinin çevresine kurmak ve bu tesislerde oluşabilecek tehlikeleri önlemek ve civarda yaşayan insanların sağlıklarını korumak mümkün hale gelecektir. Bunun yanı sıra mobilitesi yüksek bu istasyonlar ani gelişen olaylardan kaynaklanan tehlikeleri bertaraf etmek için hızlıca kurulup çalışır hale getirilebilir.

Bu sistemlerin en önemli sorunu ise kolay erişilemeyen arazi koşullarında çalıştıkları için bakım ve ka-



librasyon ihtiyaçlarının masraflı olmasıdır. Prosense Teknoloji sistemlerin periyodik olarak kendi kendine kalibrasyon yapmasını sağlayacak düzenekleri de istasyonlara entegre etmektedir. Böylece hem bakım maliyetleri düşecek hem de ölçüm verilerinin hassasiyeti ve güvenilirliği sağlanacaktır.

Prosense Teknoloji endüstri çağında sağlıklı yaşamak ve toplum refahını artırmak için hayatı güvenli kılmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede tecrübelerini ve teknik uzmanlığını hava kalite izleme istasyonları tasarımı ve üretiminde kullanarak hayatı kolaylaştırmaktadır.

## Yüksekte Çalışmada Dijitalleşme

### Ertürk Ergenekon

Yüksekte çalışma; seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma, **yüksekte çalışma** olarak kabul edilmektedir.

Yüksekte Çalışmanın, düşüş durdurma sistemlerinin ana gereksinimi;

#### A – B – C – D Maddeleri;

Hangi sahada olursa olsun aşağıdaki ekipman tipleri doğru seçilmiş ve sahada bulundurulması gerekmektedir.

A – Ankraj (Bağlantı) Noktası (Yaşam Hatları vd. Ankraj Noktaları)

B – Kemerler (Düşüş Durdurucu Kemerler)

C – Bağlantı ekipmanları (Lanyardlar ve Karabinalar)

D – Kurtarma ve Kaçış (Kurtarma Aletleri)

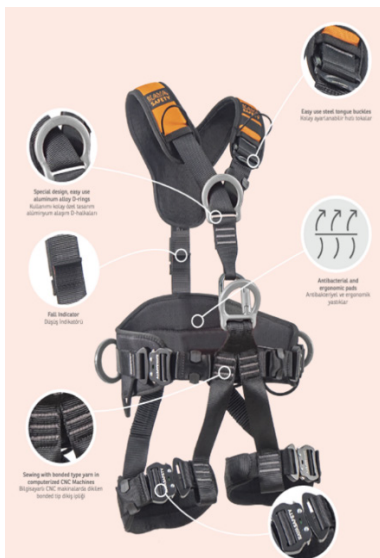
**Yüksekte çalışma, bu 4 maddeden herhangi biri eksik ise yapılmamalıdır. Maddelerden biri eksik ise kaza riskiniz oldukça yüksektir.**

Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giren başlıkların İSG alanındaki karşılıkları ile uyumlu olması sayesinde, bu alanda son yıllarda özellikle personel takibi başlığında birçok yenilikçi uygulamanın ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm sürecinin iş sağlığı ve güvenliği alanına entegre edilmeye başlanarak, çalışanların sağlık ve güvenliklerinin proaktif olarak korunması amaçlanmış, insan ve makine uyumunu en üst düzeye çıkarmak hedeflenmiştir.

#### İvme Ölçerli Düşüş Durdurma Kemer

**Amaç:** Şehir merkezi gibi yaşam alanlarının olmadığı bir iş ortamında (şehirden uzaktaki rüzgâr türbini, trafo ve elektrik direği gibi) çalışan bir kişi herhangi bir sebepten dolayı düşüş yaşayabilir. Bu esnada kişi, havada asılı kalarak yardım beklemektedir. Proje kapsamında yüksekte çalışmada giyilen kemer içerisine yerleştirilecek ivme ölçer sayesinde, ani düşüş algılanacak ve kişinin bulunduğu durumdan kurtulması sağlanacaktır.

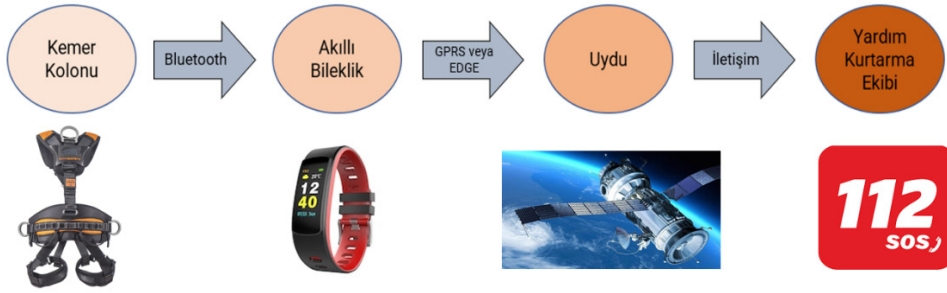


**Hedefler:**

- ✓ Ergonomik ve ekonomik,
- ✓ Kolay şarj edilebilir,
- ✓ Hızlı bir şekilde yardım ekibine bilgi aktarımı,
- ✓ Kişinin en az hasar ile bulunduğu durumdan kurtarılması,
- ✓ Tasarlanan teknolojik yapının, mevcut kemerlerimize kolaylıkla entegre edilebilmesi

**Akselometreli Düşüş Durdurma Kemer****Sistemin Çalışması**

- ✓ Kemerin kolon içine konumlandırılacak sinyal verici için akselerometre kullanılacaktır.
- ✓ Düşme anında bu sensör, bluetooth tekniği ile akıllı bilekliğe bilgi verecektir.
- ✓ Şarj edilebilir akıllı bilekliğe iletilen bilgi, GPRS veya EDGE teknolojisi ile uydudaki alıcıya yardım çağrısı iletilecektir.
- ✓ Uyduya iletilen yardım çağrısı sayesinde kişinin mevcut konumuna en yakın olan ilk yardım kurtarma ekibine bildirilecektir.

**Kurulumu Yapılan Sistemlerin Dijital Ortama Aktarımı**

Satışını yapmış olduğumuz, yatay ve dikey yaşam hatları, araç üstü platformlar, konsollar vd. ürünlerin, bir uygulamaya aktarılması ile kullanıcıların kendi alanlarına, ürünün örnek montajının uygulama üzerinde yapılması sayesinde kullanıcının doğru ürünü kolaylıkla seçebilmesi hedeflenmektedir. Kullanıcı, ürünün montajının yapılacağı alanın fotoğrafını çekerek ya da örnek alanlar içerisinde seçerek ürünü görebilmekte ve doğru seçimi yapabilmektedir.

**İvme Ölçerli Otomatik Kapanan Konsol**

**Amaç:** Yaşanan düşüş sonrasında, çalışanın otomatik olarak indirilmesini sağlayan, üzerinde ivme ölçer sayesinde düşüşün algılanması ve ilgili birimler ile haberleşmenin sağlanması. Çalışanın kurtarılması.

**Akselometreli Otomatik Kapanan Konsol****Sistemin Çalışması**

- ✓ Düşüş yaşandıktan sonra sistem otomatik olarak aşağı yönlü hareket ederek kullanıcıyı güvenli bir şekilde yere indirmektedir.
- ✓ Düşme anında bu sensör, bluetooth vasıtasıyla akıllı bilekliğe bilgi verecektir.
- ✓ Sinyal verici için akselerometre kullanılacaktır.
- ✓ Uyduya iletilen yardım çağrısı sayesinde kişinin mevcut konumuna en yakın olan ilk yardım kurtarma ekibine bildirilecektir.

## **Dijitalleşmenin İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Etkileri**

### **Selçuk Saygısever**

İş yerlerinde temel iş eğitimlerinin zaman ve mekân kısıtları dolayısıyla online olarak verilmesi iş yerleri için önemlidir ve bu süreç tecrübe gerektirmektedir. Bu çalışmada İBB bünyesinde online İSG eğitimlerinin sağlanmasında karşılaşılan zorlukların, tecrübelerin ve çözüm önerilerinin paylaşılması amaçlanmaktadır. Çalışmada sistemin kurum iç kaynaklarıyla ortaya konması ve sistemin iç kaynaklara dönük olmasının çıktıları değerlendirilmektedir. Bununla birlikte mevzuata ve kurumun şartlarına uygun altyapının ve eğitim içeriklerinin sağlanması süreci ele alınmaktadır. Online eğitim esnasında elde edilen loglardan, kullanıcı davranışları ve tepkilerden kişisel risk değerlendirmesi çıkarılmaktadır.

Online eğitim sürecinde uygulanan ön test ve son testlerin karşılaştırılmasıyla başarı oranının ölçülmesi hedeflenmektedir. Ayrıca bu makalede geliştirdiğimiz isgtakip uygulamasının verimliliği test edilmiştir. Böylelikle, bu uygulamanın kuruma sağladığı faydalar ve İSG süreçlerine etkisi ortaya konmuştur.

Veri güvenliği denildiğinde ilk akla gelen olgu, verilere yetkisiz kişilerin erişmesinin engellenmesidir. Bu hususta, siber güvenlik önemli bir noktadır. İş güvenliği açısından bakıldığında diğer bir önemli nokta, verilerin dijital formatlara dönüşümü esnasındaki kayıplardır ve bu kayıplar büyük bir önem taşımaktadır. İşte bu çalışmada bu kayıpların nedenleri incelenmektedir.

**TAM METİN BİLDİRİLER**



# Süreç Sistem Mühendisliğinde Yapay Zekâ Tabanlı Uygulama

**Mustafa Cüneyt Gezen<sup>1\*</sup>**

İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, İstanbul, T. C. Üsküdar Üniversitesi, Türkiye

**Öz** - Süreç sistemi mühendisliği (PSE), ilk olarak 1961 yılında, AIChE'nin bir Sempozyum Dizisi'nin özel bir cildinde önerilmiştir. Bununla birlikte, PSE terimi, bu konudaki ilk uluslararası sempozyumun Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleştiği 1982 yılına dek yaygın olarak kabul edilmemiştir. PSE ile ilgili araştırmalara ayrılan ilk dergi, 1997 yılında yayınlanan "Bilgisayar ve Kimya Mühendisliği (Computer and Chemical Engineering)" olmuştur. PSE, birim çalışması, matematiksel modeller ve bilgisayar görselleştirme kavramından geliştirilen kimya mühendisliği süreci bayrağı altında ele alınmaktadır. Kimya mühendisliğinin kimya araştırmalarından çok farklı olduğu unutulmamalıdır, çünkü mühendisler doğal teoriyi veya mikro ölçekli konuları makro ölçekli ürünlere aktarma sorumluluğunu almak zorundadır. Kimyasal süreçler ve sistemler genellikle doğrusal olmayan ve karmaşık yapıya sahiptir. Bu özellik de bu süreçleri ve sistemleri modellemek ve analiz etmek için geleneksel işleyiş tabanlı modellerin uygulanmasını zorlaştırır. İşte bu nedenle AI yöntemleri ve teknolojileri bu alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler** – Süreç sistem mühendisliği, iş sağlığı ve güvenliği, AIChE, kimya mühendisliği, yapay zekâ, sürdürülebilirlik, yapay zekâ.

## *Artificial Intelligence Based Application in Process Systems Engineering*

**Abstract** – In 1961, process system engineering (PSE) was first proposed in a special volume of AIChE Symposium Series. The term PSE was not widely accepted, however, until 1982 when the first international symposium on this topic took place in Kyoto, Japan. The first journal devoted to the PSE-related research was "Computers and Chemical Engineering" released in 1997. PSE is considered under the banner of chemical engineering process, which was developed from the concept of unit operation, mathematical models, and computer visualization. Of note is that chemical engineering differs so much from chemistry research since engineers have to take the responsibility for transferring the natural theory or microscale matters into the macroscale products. Chemical processes and systems often have a nonlinear and complex structure. This feature makes it difficult to apply traditional mechanism-based models to model and analyze these processes and systems. That is why AI methods and technologies are widely used in this field.

**Keywords** – Process system engineering, occupational health and safety, AIChE, chemical engineering, artificial intelligence, sustainability, artificial intelligence.

<sup>1</sup> mustafacuneyt.gezen@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0001-6352-0087

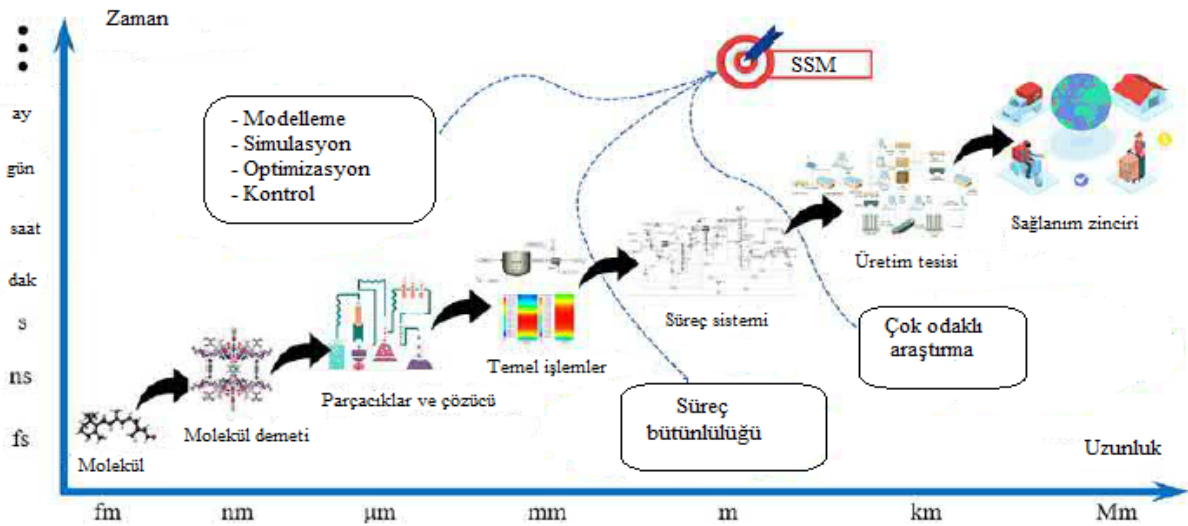
\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: mustafacuneyt.gezen@uskudar.edu.tr, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

## 1. Giriş

### 1.1. Sistem Mühendisliği Nedir?

SSM (Süreç sistem mühendisliği– Process system engineering)'nin adı, ilk olarak 1961'de Amerikan Kimya Mühendisleri Enstitüsü (AIChE)'nin bir sempozyum serisinin özel cildinde önerilmiştir. Ancak ne yazık ki, SSM terimi, bu konudaki ilk uluslararası sempozyumun yapıldığı 1982 yılına değin yaygın olarak kabul edilmemiştir. PSE ile ilgili araştırmalara adanmış ilk dergi olan "Computer and Chemical Engineering" Kyoto (Japonya)'da 1997 yılında yayınlanmıştır.

Şimdiye kadar, mühendislik başarısından ve bilimsel kuramdan derinden etkilenen süreç sistem mühendisliği, bilgisayar bilimi ve yazılım mühendisliği ile yakından bağlantılıdır. Günümüzde artık çok daha büyük veri ve yüksek performanslı bilgisayarlar SSM araştırmalarını büyük ölçüde artırırken, ticari işletme ve araştırma kurumlarını daha yakından birbirine bağlamaktadır. Reel sanayinin yardımı ile işletmelerden gelen veriler, süreç modelinin tasarımı ve gelişmiş bilgisayardaki simülasyon araştırmacılar tarafından daha da geliştirilebilmektedir. Geliştirilmiş tasarım, endüstriyel ayarlama ve yükseltmeye sürekli olarak uygulanabilmekte ve bu da ilginç bir döngüye ve geri bildirim yol açabilmektedir. SSM araştırmalarının ilgi alanı Şekil 1'de görüleceği üzere, çok ölçekli bir süreç olan modelleme, simülasyon, optimizasyon ve kontrol gibi konulara yönlendirilmiştir.



Şekil 1. Süreç sistem mühendisliğinin çok odaklı araştırma akış şeması. (1)

SSM'nin yaygın olarak kabul gören tanımı, çoklu ölçekle karakterize edilen ürün üretim sisteminin akıllı tasarımı, etkin kontrolü, program dağıtımı için matematik ve bilgisayar yardımıyla sistematik yönergelerin geliştirilmesi ile ilgili disiplinler arası bir araştırma yapılmasıdır. Günümüze değin, SSM araştırmaları mühendislik başarısından derinden etkilenen gelmiştir ve bu araştırmalar bilimsel teori, matematik, bilgisayar bilimi ve yazılım mühendisliği ile yakından bağlantılıdır. Çok daha büyük veriler taşıyan ve yüksek performanslı bilgisayarlar, SSM'nin araştırılmasını büyük ölçüde artırırken, ticari işletme ve araştırma kurumlarını daha yakından birbirine bağlamaktadır. Araştırmacılar, reel sanayiden ve işletmelerden gelen veriler yardımıyla, süreç modelinin tasarımı ve gelişmiş bilgisayardaki simülasyonu daha da geliştirilebilir. Geliştirilmiş tasarım, sürdürülebilir şekilde endüstriyel ayarlama ve yükseltmeye uygulanabilir ve bu da ilginç bir döngüye ve geri bildirim fırsatı açabilir.

### 1.2. Zorluklar

SSM'nin moleküllerden süreç üstyapılarına değin makul seçenekler üretmek için temsiller ve modeller oluşturmaya çalıştığı ve bu adaylardan en uygun çözümü nasıl seçtiği Şekil 1'de görülmektedir. Hesaplama açısından verimli ve doğru yöntemlerin geliştirilmesi, modeller ve simülasyon araçlarının



tümü SSM alanına bahşedilmiş özelliklerdir. Burada bütün bu zorlukların üstesinden gelebilmek, sonuçta üretim verimliliğinin, ürün veriminin, geri ödeme süresinin, enerji kullanımının iyileştirilmesine çok yakın olan yenilikçi teknolojiden kaynaklanmaktadır (2).

İlk olarak, moleküler ölçekte ürün tasarımı, daha enerji verimli bir yapıyı hedefleyen süreç tasarımına ek olarak her zamankinden daha çok öne çıkmaktadır (3). Bir ürün tasarımı sırasında matematik, termodinamik, çevre, iş sağlığı ve güvenliği, vb bileşenleri dikkate almak çok önemlidir. Örnekse, yeni kimyasalların sağlıkla ilgili ve çevresel özelliklerinin değerlendirilmesi, ilaç mühendisliğinde öylesine önemlidir ki, araştırmacılar yeşil rengi bulabilmek için büyük bir veritabanı olan verimli bir bilgisayardan yardım almak zorunda kalmaktadır (4). Daha da ötesinde, insanlar bir ürün ve süreç tasarımında sürdürülebilirliğe ve güvenliğe daha çok dikkat harcarlar. Çok sayıda girdi ve çıktı içeren bir süreç sisteminin kontrol yapısındaki bağlantı sorunuyla nasıl başa çıkılacağı hiç de kolay bir iş değildir. Bu konuda geleneksel olarak, oran integral türev (PID) kontrol teorisi en klasik olanıydı ve dağıtılmış kontrol sistemine gömülü Çok girişli ve çok çıkışlı bir proses sisteminin kontrol yapısındaki bağlantı problemiyle nasıl başa çıkılacağı da büyük bir zorluktur. Geleneksel olarak, girdisi ve çıktısı oldukça yüksek olan bir süreç sisteminin kontrol yapısındaki bağlantı sorunuyla başa çıkmayı becerilemek hiç de kolay bir iş değildir. Bu sorun kimya ve petrokimya sanayiinde klasik bir yöntem olan PID sistemiyle çok rahat bir biçimde giderilmektedir.

PID kontrol enstrümanları, dinamik değişkenlerin geçmişte ve şu anda gerçekleşen sapmalarının doğrusal bileşimine dayanarak aksiyon alırlar. Süreç daha karmaşık hale geldikçe, doğrusal olmama, çoklu değişkenler ve güçlü eşleşmiş fonksiyon, klasik kontrol teorisi genellikle düşük kontrol kalitesine eğilimlidir (5). Gelişmiş kontrol yöntemi bu tür kimyasal işlemlerin etkin kontrolünün sağlanmasında bir çözüm olanağı sunar.

Tüm bunların yanı sıra, yalnızca farklı etmenlerin etkisini değerlendirmek için değil, aynı zamanda paydaşların yararını gözetmek için, en uygun tasarımın yönetilmesinde gerekli olan süreç optimizasyonunda büyük bir zorluk yatmaktadır. Kimyasal süreçlerde doğrusallıktan büyük oranda sapma olasılığı, optimizasyonun oluşumuna etki eden büyük sorunlardan biridir. Öyle ki, burada sisteme eklenen bir değişken genellikle 100 bini aşkın sayıda cebirsel denklemin hesaplanmasını gerektirmektedir. Tek ya da çok amaçlı (örneğin, ekonomik, çevresel ve güvenlik göstergeleri) optimizasyonu ile birleştirilmiş çok değişkenli sorunlar bir süreç tasarımı içinde çözümlenmelidir. Neyse ki, sayısal modelleme ve süreç simülasyonundaki büyük gelişmeler, bu tür bir sorunu büyük bir oranda çözmek için etkin bir yöntem sunmaktadır.

Yine Şekil 1’de görüldüğü gibi, tedarik zinciri ile bütünleşik bir yaşam döngüsü değerlendirmesi, SSM alanında ilginç bir konudur.

## 2. Yapay Zekâ Nedir?

### 2.1 Tarihçe

“Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (AI)” adlı tarihteki ilk yapay zeka toplantısı, John McCarthy ve bu alandaki diğer uzmanlarca 1956 yılında başlatılmıştır (6). Toplantı bir ay sürdü ve insanlar gibi mükemmel çalışabilecek akıllı makineler için büyük bir istek vardı. Bununla birlikte, özel bir beceride uzmanlaşmış birtakım AI teknolojileri, yüksek performanslı CPU ve GPU yardımıyla paralel hesaplamanın çok daha hızlı ve daha verimli hale geldiği 2015’ten bu yana çok gelişti. AI için profesyonel becerilere ulaşmanın en önemli ve popüler yollarından biri makine öğrenimidir (ML). Temel olarak, görelî veriler toplandıktan sonra, özellik ayıklama, model eğitimi ve değerlendirmesi yapmak için bir sonraki ML algoritmaları uygulanır. Yukarıdaki öğrenme prosedüründen sonra, tahminlerde bulunmak ve gerçek dünyada karar vermeyi öğretmek için etkili modeller üretilebilir. ML’nin en büyük getirisi, eğitilmiş AI modellerinin aktif olarak kimi özel becerilere sahip olması ve gerçek dünyada bize bir iyilik yapmak için milyonlarca kod satırının yerini alması olduğu özetlenmektedir (7).

ML’nin içeriğinde, eğitim veri kümesindeki etiket bilgilerine ve dinamik karar verme sürecine göre

genellikle denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme (RL) olarak ayrılan farklı problem çözümlerini hedefleyen birçok farklı yöntem vardır. Önceden etiket veri kümesi olmayan tipik bir öğrenme yöntemi olan RL'nin, belirsizliğin olduğu dinamik bir ortamda "iyi" veya "kötü" geri bildirim göre uzun vadeli getirileri en üst düzeye çıkarmak için bir sonraki adımı (örneğin, karar verme) aktif olarak seçmesi dikkat çekicidir. Sıralı karar verme sürecinde, ödül ve ceza, optimizasyonu talimat vermek için çok önemli öğelerdir (8).

Ayrıca, istatistiksel öğrenme teorisine dayanan destek vektör makinesinin dallandırılması ve biyolojik sinir hücrelerinin bağlantısına dayanan ANN (artificial neural network) dallandırılması ML yöntemleri, sırasıyla farklı sorunların ele alınmasında yoğun dikkat çekmiştir. İnsan beyninin düşünme sürecine benzeyen ANN mimarisi çok sayıda sinir hücresinden oluşur. Her düğüm birbirine bağlanır ve aktivasyon işlevi olarak adlandırılan belirli bir çıkış fonksiyonunu temsil eder ve iki düğüm arasındaki her bağlantı, sinyal geçişi veya hesaplamalar için ağırlıklı bir değeri temsil eder (9).

### 3. SSM'nde Yapay Zekâ Uygulamaları

Çok iyi bilindiği gibi, kimya mühendisliği için daha akıllı bilgisayar destekli araçlar elde etme konusunda SSM'nde AI uygulaması genişletilebilmektedir. Kimyasal süreç sentezi için Uyarlanabilir İlk Tasarım Sentezleyici sistemi geliştirilmiştir, bu da büyük olasılıkla araçlar ve uçlar analizi, sembolik manipülasyon ve bağlantılı veri yapıları dahil olmak üzere kimya mühendisliğinde AI yöntemlerinin uygulanmasını sistematik olarak ilk kez tanımlanabilmiştir. Daha sonra, AI teknolojisi fizik özellikleri tahmini, süreç modelleme ve simülasyon, dinamik kontrol, süreç optimizasyonu ve hata saptaması ve tanısı vb alanlarda büyük çapta genişletilmiştir.

#### 3.1. Fiziksel özelliklerin kestirimi ve ürün tasarımı

Kimyasal süreç ve ürün tasarımında, fiziksel özelliklerin (örneğin, kritik özellikler) ve kestirim modellerinin önemli bir yeri vardır. Kestirimin doğruluğunu artırmak için, derin öğrenme modellerine dayanan akıllı ve otomatik bir nicel yapı özellik ilişkileri (QSPR) modeli geliştirilmiştir. Ağaç boyu kısa süreli bellek ağı ve geri yayılma sinir ağı (BPNN) bileşimini kullanarak DNN, önerilen QSPR'yi modellemek için kullanılabilir ve sonuçlar, önerilen yaklaşımın kritik sıcaklık, basınç ve hacmi iyi tahmin edebileceğini göstermiştir (10). Ayrıca, önerilen model, oktanol-su partiyon katsayıları ( $K_{ow}$ ) ve Henry yasası sabiti gibi çevresel özellikleri kestirebilmek için genişletilebilir. Benzer biçimde, toksisite ve parlama noktası gibi tehlikeli özellikler, sinir ağı kümesi modelleri aracılığıyla kestirilebilir. Fiziksel özellik kestiriminin araştırılması, yüksek verimli tarama gerçekleştirebilir ve AI tekniğine dayanan ürün tasarımının geliştirilmesini daha da özendirir (11). Erken aşamada, durum geçiş ağına dayanan Batch Design-Kit sistemi, Linninger ve ark. (12) tarafından araştırılan daha düşük sağlık, güvenlik, çevresel etki ve maliyete sahip yeni bir parti tepkime süreci bulmak için kullanılır.

Daha sonra, Zhang ve ark. (13), günümüz endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan uygun koku moleküllerini oluşturmak ve taramak için bir ML-CAMD geliştirmiştir. Sonuçlar, elde edilen Heptanoic Acid Ethyl Ester ( $C_9H_{18}O_2$ ) molekülünün mevcut ürüne oranla daha yüksek koku hoşluğuna sahip olduğunu göstermiştir. Chai ve ark. ise, endüstriyel kristalizasyon süreci için kristalizasyon çözücüsü tasarlamak üzere ML-CACD'yi genişletmiş (14); ayrıca J. Zeng ve ark. yeni beslenme ürünlerinin belirlenmesi için hibrit bir model oluşturmuştur (15). Özetle, AI'nın fiziksel özelliklerinin genişletilmesi, ürün tasarımının ve süreç sentezinin kestirimini ve gelişimini etkin bir biçimde özendirir.

#### 3.2. Süreç modellemesi

Aslında, kimyasal sürecin darboğazı, yüksek frekanslı optimizasyon ve süreç kontrolünde gerekli ayrıntılı analizleri (örneğin yem ve ürün) gerçekleştirmek için çok zaman gerektirir. Bu tür sorunlar ANN modelleri aracılığıyla çözülebilir. Plehiers ve ark. "steam-cracker" modellemek ve simüle etmek için bir

ANN geliştirdi (16). Nafta hammaddesi ve “steam-cracker” atık suyunun ayrıntılı bir bileşimi ile işlem ve hesaplama, sunulan yöntemin performans yitimi olmadan her türlü reaktöre uygulanabilir olduğunu göstermiştir. George-Ufot’un çalışmasına göre, elektrik yükünün kestirilmesi enerji verimliliğini artırabilir ve üretim maliyetini düşürebilir (17). Hu ve ark tarafından GA, parçacık sürü optimizasyonu ve BPNN’yi içeren, elektrik yükü kestirimi yönünden iyi güvenilirlik ve yüksek doğruluk gösteren hibrit bir çerçeve oluşturulmuştur (18). Ek olarak, çeşitli sinir ağı tekniklerine dayanan kestirim modeli, sırasıyla enerji tüketimini, kimyasal oksijen istem içeriğini ve verimini kestirebilmek için kullanılabilir (19). Sinir ağına dayalı kara kutu modeli, süreç optimizasyonu ve kontrolü, elde etme, enerji tasarrufu, salım azaltma ve temiz üretim için kullanılabilir.

### 3.3. Arızaların belirlenmesi ve tanısı

Arızaları belirlenmesi ve tanısı, süreç kontrolü ve izlemi için çok önemlidir. Çünkü kimya mühendisliği süreçlerinde güvenliğin ve güvenilirliğin (yani ürün kalitesinin) sağlanması gereklidir (20, 21). Venkatasubramanian ve Chan, ham petrolün rafinasyonunda FCC işleminin arıza saptamasını ele almak için BPNN tabanlı bir metodoloji önermiştir (22). Benzer biçimde, önerilen model arıza saptanması ve süreç kontrolü için kullanılabilir. Sonuçlar, yerleşik yaklaşımın yeni hata kombinasyonlarını belirleyebileceğini (açıkça eğitilmemiş) ve eksik ve belirsiz verileri işleyebileceğini göstermiştir (23). Daha sonra, sinir ağı yöntemi, reaktör için arıza saptanması ve bir yağ asidi fraksiyonasyonu ön kesim kolon basıncı / sıcaklığı sensörleri hatası için kullanılır. Geleneksel derin ağlarda katman bazında özellik sıkıştırmasında yitirilen ham verilerdeki değerli bilgileri önleyebilecek genişletilmiş bir Derin İnanç Ağları geliştirilmiştir (24).

### 3.4. Süreç optimizasyonu ve zamanlama

Süreç optimizasyonu ve zamanlaması için AI yöntemi, hızı artırabileceği, optimizasyonun zaman tüketimini azaltabileceği ve optimum eşleştirme elde edebileceği için geliştirilmiştir. Örneğin, Qiu ve ark., GA ile birleştirilmiş radyal temel fonksiyon sinir ağına dayanan veri odaklı bir model üretmiştir (25). Propilen/propanın dıştan ısıya entegre damıtma kolonları kullanılarak ayrılması, önerilen yaklaşımı göstermek için kullanılır ve en uygun çözüm geniş bir alanda hızlı bir şekilde bulunabilir. Yapay sinir ağı ve GA’nın bileşimi yoluyla elde edilen hibrit bir model, Khezri ve ark. tarafından araştırılmış ve hibrit modelin kapasitesi, bir gazdan sıvılara işlem yoluyla gösterilmiştir (26). Hibrit model önemli bir avantaj gösterilmektedir, çünkü optimizasyon için hesaplama süresi birkaç günden yalnızca birkaç saniyeye kadar büyük ölçüde azaltılmıştır ve görece hata kabul edilen bir aralıktadır. Buna ek olarak, soğutma suyu sisteminin akış odası planlaması, optimizasyonu, dinamik araç yönlendirme planlaması sinir ağı modelleri aracılığıyla etkili bir şekilde çözülebilmektedir (27).

## 4. Sonuç

AI’nın SSM’nin yukarıdaki alanlarında uygulanması, buzdüğünün yalnızca görünen yüzü olabilir. AI teknolojisinin sürekli gelişimi ve yaygınlaşması ile, AI’nın gelecekte daha kapsamlı bir biçimde uygulanabileceğine inanılmaktadır. Yakın vadede, AI’nın toplum üzerindeki etkisini sürdürmek, mantıksal akıl yürütme ve kanıt, doğal dil işleme, akıllı bilgi erişim teknolojisi ve uzman sistemler gibi birçok alandaki derin uygulamalarının incelenmesine elverişlidir. Uzun vadede ise, genel AI makinesini çoğu bilişsel görevde insandan daha iyi başarmak, bilim adamlarının ve mühendislerin en son hedefidir. Yeni malzemeler ve yüksek performanslı bilgisayarlar, süreç üzerinde çok önemli etkilere sahip olacaktır.

### Kısaltmalar:

AI : Artificial intelligence (yapay zekâ)

ANN	: Artificial Neural Network (yapay sinir ağı)
AIChE	: American Institute of Chemical Engineers (Amerikan Kimya Mühendisleri Entitüsü)
BPNN	: Back Propagation Neural Network (geri yayılım sinir ağı)
CPU	: Central Processing Unit (merkezi süreç control ünitesi)
DNN	: Dynamic Neural Network (dinamik sinir ağı)
FCC	: Fluid Catalytic Cracking (akışkanlı katalitik parçalanma)
GA	: Genetic Algorithm (genetik algoritma)
GPU	: Graphics Processing Unit (grafik süreç izleme ünitesi)
ML	: Machine Learning (makine öğrenimi)
ML-CACD	: Machine Learning Computer-Aided Circuit Design (bilgisayar destekli devre tasarımı)
ML-CAMD	: Machine Learning Computer-Assisted Molecular Design (bilgisayar destekli moleküler tasarım)
PID	: Proportional integral derivative (orantılı integral türevi)
PSE	: Process System Engineering (süreç sistem mühendisliği)
QSPR	: Quantitative Structure-Property Relationship (nicel yapı-özellik ilişkileri)
RL	: Reinforcement Learning (takviyeli öğrenme)

#### Kaynakça:

- (1) W. Marquardt, L. von Wedel, B. Bayer, Perspectives on lifecycle process modeling, in: AIChE Symposium Series (2000), American Institute of Chemical Engineers, New York, NY.
- (2) I.E. Grossmann, I. Harjunkoski, Process systems engineering: academic and industrial perspectives, *Comput. Chem. Eng.* 126 (2019) 474–484.
- (3) L.Y. Ng, F.K. Chong, N.G. Chemmangattuvalappil, Challenges and opportunities in computer-aided molecular design, *Comput. Chem. Eng.* 81 (2015) 115–129.
- (4) H. Chen, et al., The rise of deep learning in drug discovery, *Drug Discov. Today* 23 (6) (2018) 1241–1250.
- (5) X. Qian, et al., MPC-PI cascade control for the Kaibel dividing wall column integrated with data-driven soft sensor model, *Chem. Eng. Sci.* (2020) 116240.
- (6) J. McCarthy, et al., “A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence”, August 31, 1955, *AI Mag.* 27 (4) (2006) 12.
- (7) L. Zhang, et al., A machine learning based computer-aided molecular design/screening methodology for fragrance molecules, *Comput. Chem. Eng.* 115 (2018) 295–308.
- (8) J.H. Lee, J. Shin, M.J. Realff, Machine learning: overview of the recent progresses and implications for the process systems engineering field, *Comput. Chem. Eng.* 114 (2018) 111–121.
- (9) T.G. Dietterich, Machine-learning research, *AI Mag.* 18 (4) (1997) 97.
- (10) Y. Su, et al., An architecture of deep learning in QSPR modeling for the prediction of critical properties using molecular signatures, *AICHE J.* 65 (9) (2019) e16678.
- (11) L. Zhang, et al., Chemical product design—recent advances and perspectives, *Curr. Opin. Chem. Eng.* 27 (2020) 22–34.
- (12) A.A. Linninger, et al., Generation and assessment of batch processes with ecological considerations,

- Comput. Chem. Eng. 19 (1995) 7–13.
- (13) L. Zhang, et al., A machine learning based computer-aided molecular design/screening methodology for fragrance molecules, *Comput. Chem. Eng.* 115 (2018) 295–308.
- (14) S. Chai, et al., A grand product design model for crystallization solvent design, *Comput. Chem. Eng.* 135 (2020) 106764.
- (15) J. Zeng, J.F. Liu, Economic model predictive control of wastewater treatment processes, *Ind. Eng. Chem. Res.* 54 (21) (2015) 5710–5721.
- (16) P.P. Plehiers, et al., Artificial intelligence in steam cracking modeling: a deep learning algorithm for detailed effluent prediction, *Engineering* 5 (6) (2019) 1027–1040.
- (17) G. George-Ufot, Y. Qu, I.J. Orji, Sustainable lifestyle factors influencing industries' electric consumption patterns using fuzzy logic and DEMATEL: the Nigerian perspective, *J. Clean. Prod.* 162 (2017) 624–634.
- (18) Y. Hu, et al., Short term electric load forecasting model and its verification for process industrial enterprises based on hybrid GA-PSO-BPNN algorithm—a case study of papermaking process, *Energy* 170 (2019) 1215–1227.
- (19) A. Sagheer, M. Kotb, Time series forecasting of petroleum production using deep LSTM recurrent networks, *Neurocomputing* 323 (2019) 203–213.
- (20) L. Ming, J. Zhao, Review on chemical process fault detection and diagnosis, in: 2017 6th International Symposium on Advanced Control of Industrial Processes (AdCONIP), IEEE, 2017.
- (21) N.M. Nor, C.R.C. Hassan, M.A. Hussain, A review of data-driven fault detection and diagnosis methods: applications in chemical process systems, *Rev. Chem. Eng.* 1 (2019) (ahead-ofprint).
- (22) V. Venkatasubramanian, K. Chan, A neural network methodology for process fault diagnosis, *AIChE J.* 35 (12) (1989) 1993–2002.
- (23) Z. Zeng, et al., Multi-object optimization of flexible flow shop scheduling with batch process—consideration total electricity consumption and material wastage, *J. Clean. Prod.* 183 (2018) 925–939.
- (24) Y. Wang, et al., A novel deep learning-based fault diagnosis approach for chemical process with extended deep belief network, *ISA Trans.* 96 (2020) 457–467.
- (25) P. Qiu, et al., Data-driven analysis and optimization of externally heat-integrated distillation columns (EHIDiC), *Energy* 189 (2019) 116177.
- (26) V. Khezri, et al., Hybrid artificial neural network–genetic algorithm-based technique to optimize a steady-state gas-to-liquids plant, *Ind. Eng. Chem. Res.* 59 (18) (2020) 8674–8687.
- (27) W. Joe, H.C. Lau, Deep reinforcement learning approach to solve dynamic vehicle routing problem with stochastic customers, in: *Proceedings of the Thirtieth International Conference on Automated Planning and Scheduling, 2020*, pp. 394–402.

# Nükleer Piller ve Nükleer Güvenlik

**Şeyhmus AYDIN<sup>1\*</sup>, Nureddin TÜRKAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği ABD İstanbul/ Türkiye

<sup>2</sup>İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, İstanbul/ Türkiye

**Öz** - Piller, enerji depolamak ve enerjiyi mobilize etmek için çok uygun ortamlardır. Boyutunun küçüklüğü, güvenlik katmanları ve hafifliği, pilleri küçük elektronik cihazlar için bir güç kaynağı olarak yaygın olarak kullanılan bir seçenek haline getirir. Halihazırda mevcut nükleer pil teknolojisi, yalnızca çok az elektrik gücü üretebilir. Buna rağmen, nükleer pil teknolojisinin önümüzdeki birkaç yıl içinde hızla gelişeceği tahmin ediliyor ve nükleer piller sağlık, uzay, askeri ve derin deniz araştırmaları gibi birçok alanda kullanılmayı bekliyor. Teknolojinin hızla gelişmesi ile ortaya çıkan enerji açığının kapatılması için verimli nükleer pillerin geliştirilmesi ve seri üretime geçilmesi önümüzdeki birkaç on yılda zorunlu hale gelebilir. Nükleer pillerin yapım aşamalarındaki güçlüklerin yanı sıra ısınma ve verimlilik sorunları da karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca kötü amaçlar için kullanımı da hesaba katıldığında bazı ön yargıların oluşması da doğal olacaktır. Milyon dolarlık uluslararası bir sektör haline gelecek olan Nükleer piller çalışmasında, pillerin çalışma mekanizması, güvenliği, geleceği ve son yıllarda yapılan nükleer pil çalışmaları çeşitli perspektiflerden, özellikle nükleer güvenlik açısından ele alınmıştır. Literatür taramasının yanı sıra gelecek ile ilgili nasıl bir yön izleyeceği üzerinde durulmuştur. Nükleer pillerin birçok alanda insanlığın enerji açığına çare mi yoksa yeni bir tartışma konusu mu olacağı ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** –Nükleer pil, fisyon, alternatif enerji, nükleer güvenlik.

## ***Nuclear Batteries and Nuclear Safety***

**Abstract** – Batteries are very suitable environments for storing and mobilizing energy. Its small size, layers of safety, and light weight make batteries a widely used option as a power source for small electronic devices. Currently available nuclear battery technology can only generate very little electrical power. Despite this, nuclear battery technology is predicted to develop rapidly in the next few years, and nuclear batteries are expected to be used in many fields such as health, space, military and deep sea research. In order to close the energy gap that has arisen with the rapid development of technology, the development of efficient nuclear batteries and mass production may become necessary in the next few decades. In addition to the difficulties in the construction phase of nuclear batteries, heating and efficiency problems are also encountered. In addition, taking into account its use for malicious purposes, it will be natural for some prejudices to occur. In the study of nuclear batteries, which will become a multi-million-dollar international sector, the working mechanism, safety, future of batteries and nuclear battery studies conducted in recent years are discussed from various perspectives. In addition to the

<sup>1</sup> birinci yazar şeyhmus\_aydin@hotmail.com Orcid id: 0000-0002-5869-7811

<sup>2</sup> ikinci yazar nturkan@hotmail.com Orcid id: 0000-0002-0452-9484

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: şeyhmus\_aydin@hotmail.com, Batman Üniversitesi, Batman

literature review, the direction of the future is emphasized. A literature search has been conducted on whether nuclear batteries will be a cure for humanity's energy deficit in many areas or will be a new topic of discussion

**Keywords** – Nuclear battery, fission, alternative energy, nuclear Safety.

## 1. Giriş

2011 yılında Japonya Fukuşima'da meydana gelen depremde zarar gören nükleer güç santralının 3 kademeli güvenlik sisteminin en son kademesi nükleer pillerin yer aldığı kısımdı. Burada, 1. ve 2. güvenlik kademeleri olan şehir elektriği ve jeneratörlerin, yaklaşık 14 metreyi aşan tsunami dalgaları nedeni ile durması sonrasında devreye giren nükleer pillerin zaman olarak dayanma ömürleri oldukça önem arz etmektedir. Bu son güvenlik duvarı da yaklaşık 8-10 saat işledikten sonra devre dışı kalarak çekirdeğin ısınarak patlamasını sonuç vermiştir. Filyon ürünlerin enerji dönüşümlerinin sağlanmasının başarılması ile başlayan nükleer pillerin üretimi, incelik, aşırı ısınmayı önleme ve güç çıkışı gibi çeşitli faktörlerin göz önüne alınmasıyla hızla gelişim göstermektedir. Çağımızın en önemli sorunu haline gelen enerji krizinin önüne geçmeye çalışan tüm paydaşların temel prensibi haline gelen ucuz ve güvenilir enerji kaynağı arayışının bir çıkış noktası haline gelen nükleer pillerin oluşturulması aşamaları ve bu aşamalardan elde edilen bilgi birikiminin yeni nesil nükleer pillere aktarılması alanını da hızla ilerletmektedir.

Günümüzde birçok alanda küçük ölçekli, uzun ömürlü, güvenilir, alternatif enerji üretim ve depolama sistemlerine olan ihtiyaç artmaktadır (Manasse, 1976, s. 860). Bu ihtiyacın ortaya çıkışını belirten Manasse ve arkadaşlarının tespitinden günümüze kadar tıbbi görüntüleme tekniklerinden, uzay çalışmalarına kadar muazzam ilerlemeler yaşanmıştır. Bu teknolojik kalkınma beraberinde taşınabilir, verimli ve güvenli pil arayışına doğru bilimi itmektedir. Yapılan nükleer pil çalışmalarından da anlaşılacağı gibi geleceğin beklide en önemli inovasyonunun temellerinden birisi olan 'taşınabilir sınırsız güç kaynağı' çalışmalarının başlangıcı içinde bulunduğumuz çağda atılmaktadır.

Nükleer piller de yapılmak istenen çalışmanın başarısı bir anlamda uzay çalışmalarına da fayda sağlayacaktır. Nükleer pillerin üretiminde standardizasyonun sağlanması sayesinde seri üretim sağlanabilecek hem teknolojik aletlerdeki elektrik bağımlılığı azaltılacak hem de uzay çalışmaları da hız kazanacaktır. Bu bağlamda, filyon parçası enerjisi doğrudan elektriğe dönüştürülebilirse yaklaşık iki kat daha verimli olabileceği gibi, reaktörde bir filyon parçası envanterinin birikmesini azaltarak, Çernobil tipi bir felaketten kaçınılabileceği tespit edilmiştir (Chapline ve Matsuda, 1991, s. 720). Filyon parçasının direkt elektrik verebilmesi devrimi ile alt parçaların oluşturacağı zararlı etkilerde ortadan kaldırılabilir hale gelecektir.

Üretilen nükleer pillerin kapasiteleri çeşitlilik göstermektedir.  $^{242m}\text{Am}$  nükleer yakıt ile çalışan nükleer pillerin çalışma aşaması filyon ürünlerinin doğrudan enerji dönüşümüne dayanmaktadır (Ronen, Hatav, ve Hazensprung, 2004, s. 604). Üretilen reaktör/pil (anotlar, katotlar ve soğutma kanalları arasındaki vakum dâhil) 0,2  $\mu\text{m}$  kalınlığında  $^{242m}\text{Am}$  yakıtı sahiptir; toplam yakıt ağırlığı 376 g'dır (Ronen, Hatav, ve Hazensprung, 2004, s. 604).  $^{63}\text{Ni}$  kullanarak diyot bağlantı nükleer pili, uzun ömürlü, yüksek enerji yoğunluklu, ancak birçok özel uygulamaya sahip düşük elektrik akımı güç kaynağı (Ulmen et. al. 2009, s. 601), olarak tanımlanmaktadır. Bu tip pillerde de tıpkı  $^{242m}\text{Am}$  nükleer yakıt ile çalışan nükleer piller de olduğu gibi nükleer radyasyon doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür.  $^{63}\text{Ni}$  ile yapılan pillerde, geliştirilmiş performans sağlayacak 3 boyutlu yüzey mikro yapıları ile geliştirilmiş bir tasarım sunulmaktadır (Ulmen et.al. 2009, s. 601).

Ayrıca nükleer pil için trityum nitroksit, trityum ( $^3\text{H}$  ya da  $\text{T}$ ) geliştirilmesi çalışmaları da yapılmaktadır (Russo et.al., 2017, s. 67). Günümüzde, en düşük hacimli piller olarak adlandırılan  $\beta\text{V}$  hücreleri, en verimli izotop türü olan ve yarı iletken verimlilikleri ile tipik olarak daha fazla enerji yoğun olarak

üretirler (Bovwer et.al., 2002, s. 67).

Nükleer pillerin geleceğini inşa eden bilim insanlarının kafasındaki genel problemlerden birisi ise kullanım ömrünü tamamlayan pillerin atık bertarafının nasıl olacağı yönündedir. Ayrıca uluslararası anlamda kötü niyetli kişilerce bu pillerin bir nevi devşirme yolu ile kitlelere zarar verebilecek yapılara dönüşümlemesinden de ayrıca endişe edilmektedir. Ayrıca kalp pillerinde kullanılarak hayat kaynağı olabileceği de değerlendirilmektedir. Genel anlamda hükümetlerin kullanımına sunulacağı düşünülen nükleer piller kamu binalarında veya taşınabilir haberleşme aygıtlarında da kullanılabilir. Bu sayede petrol türevi yakıta bağımlı araçların yerine nükleer pille çalışan araçlarında üretilebileceği düşünülebilir.

Nükleer pillerin çıkış güçleri olarak ele alındığında verimini oldukça iyi olduğu düşünülebilir. Ekonomik olarak Nükleer pillerin küresel pazar payının 200 Milyon USD olduğu tahminleri yapılmaktadır. (Dünya Gazetesi, 2021). Verimliliği üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde, nükleer pilleri ele alırken, bu sektörün hızla gelişim kaydedeceği de ele alınmalıdır. Örneğin betavoltaik nükleer pil üzerine saniyede düşen elektron akısı (aktivite), fotovoltaik pil üzerine düşen foton sayısı ile aynı olduğu durumda, betavoltaik nükleer pillerin ~ 1000 kat daha verimli çalışacağı ve yüksek güç üreteceği anlamına gelir (Aydın. 2019, s.77).

### 1.1. Nükleer Pillerin Çalışma Prensipleri ve Nükleer Pillerin Gelişimi

“Tritiyum ve prometyum-147 radyoaktif kaynaklara sahip nükleer piller” adlı doktora tezi çalışmasında, doğrudan şarjlı, dolaylı dönüşümlü ve doğrudan dönüşümlü nükleer pillerin genel sınıflandırması ve çalışma mekanizmaları anlatılmıştır (Aydın. 2019, s.3). Nükleer piller için niş uygulamalar mevcuttur ve malzeme bilimindeki gelişmeler, yakın vadede yüksek verimli katı hal nükleer pillerin geliştirilmesini sağlayabilir (Prelas, 2014. s. 117). Betavoltaik nükleer pillerle ilgili yayınlanan makale sayısının yıllara göre değişimi Şekil.1 de gösterilmiştir (Aydın. 2019, s.2).



Şekil 1. Nükleer pil ile ilgili makalelerin yıllara göre değişimi (Aydın. 2019, s.2).



**Tablo.1** Nükleer Pillerin Gelişimi

Çalışma	Yıl/Ülke	Araştırmacı
İlk Yarı İletken Tabanlı (Silikon) Betavoltaik Nükleer Pil Prototipi	1953, ABD	Dr. Paul Rappaport
Yarı İletken Tabanlı Nükleer Pil Patenti Alınmıştır	1956, ABD	TRACER LAB.
Ni-63, Sm-151, Pm147, Kr-85, TI-204 Beta Radyoaktif Kaynakları İncelendi	1964, ABD	NEBRASKA UNI.
Silikon P-N Ekleme Tabanlı Betavoltaik Kalp Pili Geliştiril	1970, ABD	DONALD DOUGLAS LAB.
Betacel-400 Nükleer Pil Prototipi	1974, ABD	Dr. Larry Olsen
Radyoizotop Tabanlı Nükleer Pillerin, Ultra Düşük Güçlü Mikro Elektronik Devrelerde MEMS Uygulaması	2002, ABD	Y. A. Barbanel, G. W. Bohnert, K. E. Bower, Y.G. Shreter,
300 Mci Pu-238 Alfa Kaynağı Ve Algaas Yarı İletken Fotovoltaik Hücrelerin Kullanımı	2008, ABD	TRACER LAB.
Ultra Yüksek Verimlilikli Yüksek Güç Yoğunluğu İnceltilmiş Silisyum Karbür Betavoltaikler	2009, ABD	SonicMEMS
Yarı Aktif RFID İçin Radyoizotop Mikro Güç Üretimi	2016, ABD	S. Tin and A. Lal,

Nükleer pillerin gelişimine öncü olan ülke ABD' dir. İlk çalışmaların başlaması 1953 yılına dayanmaktadır. Nükleer pillerin gelişimindeki hızlanma son 10 yılda artmış olup, Amerikan Savunma Bakanlığı'nın Pele Projesi'ndeki açıklamalara göre önümüzdeki 10 yıl içerisinde hızla ilerleyecek bir teknolojidir.

Radyoizotop yakıtlar, yüksek enerji yoğunluklarına sahiptir ve enerji yoğunluğu, geleneksel bir kimyasal pilin enerji yoğunluğundan yaklaşık 104 kat daha fazladır (Duggirala, Lal ve Radhakrishnan, 2010). Kimyasal piller yapıları gereği anot ve katot boyunca elektron taşınımı sağlarken verim kaybı yaşar. Ayrıca, güç hızla tükendiği için sistemin sürekli ve uzun ömürlü çalışması için sık sık yeniden şarj edilmesi gerekir (Wacharasindhu, 2012). Kimyasal pillerin bu olumsuz yanı sık sık tekrar dolu yapılış gerekliliğine neden olmaktadır. Ayrıca tekrar doldurulan kimyasal pillerin elektrige bağımlılığını ortadan kaldıramamaktadır. Basınç, sıcaklık gibi deşarj olmayı hızlandırıcı etkilerde göz nüne alındığında kimyasal pillerin verim kapasitesin düşük olduğu düşünülebilir.

Nükleer pillerin çalışma prensibi ise, radyoaktif parçacığın içinden geçtiği yarı iletken ortamın elektrik akımı taşıma kapasitesi, nükleer pilin etkinliğini belirleyen ana unsurdur ve iyonlaştırıcı radyasyonun yarı iletkenlerle etkileşimi ile alfavoltaik ve betavoltaik teknolojisin kullanılır (Prelas, 2014. s. 117). Nükleer piller ile yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı gibi bir nükleer pilin işlevine göre etkili malzeme türü yarı iletkendir.

Mikro nükleer pillerin tercihinde en önemli olan etken ise kapladığı alandır. 2003 yılı itibarıyla

10MW'lık bir standart yapıda modernize edilmiş bir rüzgâr enerjisi tesisi ortalama 65 m (210 fit) yüksekliğinde kulelerden oluşmaktadır (GBC, 2001). 10 MW Nükleer Pil (Micro reaktör) ise yaklaşık 3 inç (~7,5 cm)'den başlamaktadır (Aydın, 2019. s.1). Son teknoloji ürünü Nükleer kalp pillerinin çoğu 10 santimetre küpün üzerinde boyutlarda ve yaklaşık 10 mikrowatt güç gerektirmektedir ve yeni olarak kabul edilen bu prototipler, ortalama 3.300 miliwatt-saat enerjiyi gram başına tüketmekte; bu enerji miktarı, nikel-63'e dayalı herhangi bir nükleer pile ve ticari kimyasal olarak dizayn edilmiş pil hücrelerinin özgül enerjisinden 10 misli daha yüksektir (TISNCM, 2022).

Başka bir deyişle tek bir 10 MW NB, yaklaşık 7000-8000 eve veya büyük bir alışveriş merkezine veya orta büyüklükteki bir veri merkezine güç sağlayabilir veya 150.000'den fazla kişi için yeterli tuzdan arındırılmış tatlı su üretebilir.

## 1.2. Nükleer Pillerin Geleceği

Grafit, nükleer güç reaktörlerinde nötronların düzenleyicisi ve yansıtıcısı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Wang, 2021). Mikro nükleer pillerin yanı sıra nükleer güç santrallerinde de nötron yavaşlatıcı olarak radyasyonu kontrol altında tutabilmek amacı ile büyük miktarda ışınlanmış grafit üretilmiştir (Wandt, et. al. 2018). Radyoizotop yakıtların enerji yoğunluğu geleneksel kimyasal bir bilin enerji yoğunluğunun 104 katı kadar olabilmektedir (Aydın, 2019, s.2). Nano Diamond Battery (NBD) elmas türevi olan Karbon-14'ü güvenilir hale getirmek için de radyoaktivitesi olmayan, çeşitli allotropolar arasında karbon ailesi, nanoelmaslar; mükemmel kimyasallara sahip olarak laboratuvar ortamında yapılmıştır. Radyasyon sızmalarının önüne geçen, koruma özelliğine sahip ve dayanıklılığı yüksek bir katman görevi gören karbon-12 elmas türevi bir tabaka kullanılmaktadır (Wang, 2021).

ABD Savunma Bakanlığı'na bağlı Strategic Capabilities Office-Stratejik Yetenekler Ofisi (SCO) tarafından önümüzdeki 10 yılda, Idaho National Laboratory- Idaho Ulusal Laboratuvarı'nda (INL) kurulacak olan, taşınabilen, tasarımı gereği güvenli bir nükleer mikro reaktör inşa edilecektir. En az üç yıllık tam güç çalışması için 1-5 MegaWatt elektrik gücü sağlayacağı (USDD, 2021).

Mikro nükleer reaktörlerinde inşası ve geliştirilmesi yine teknolojik gelişmelerin çoğunda olduğu gibi askeri amaçlı olarak başlamıştır.

Virginia ve Maryland menşeli iki özel teşebbüs firması tarafından reaktörün geliştirilebilmesi için SCO'ya başvuru yapılmış olup, 2024 ile 2027 zaman aralığında ilk prototiplerin üretiminin gerçekleşmesi ön görülmektedir (USDD, 2021).

Nükleer reaktörlerdeki Know How'ın genellikle özel şirketler ile desteklendiğinin en önemli göstergelerinden bir diğerde İngiliz Enerji Grubu (British Energy), Fransız Areva'nın üçüncü nesil nükleer güç reaktörleri tasarımı Avrupa Basınçlı Su Reaktörleri (European Pressurized Water Reactor-EPR) (Taner, 2007), Çin ve Rusya'da (Rosatom) benzer özel teşebbüslerin iştiraki ile olduğunu göstermektedir.

ABD Savunma Bakanlığı'na göre Pele Projesi; ABD Enerji Bakanlığı, ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu, ABD Ordusu Mühendisler Birliği, ABD Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) ve ABD Ulusal Nükleer Güvenlik İdaresi tarafından sağlanan kritik uzmanlığa sahip bir hükümet çabası olarak tanımlanmaktadır (USDD, 2021).

## 2. Tartışma

Nükleer pillerin ebatlarını küçültmek amacı ile yapılan çalışmaların yaygın görüşe göre kısa zamanda sonuç vermeyeceği düşünülse de, gerek Pele Projesi gerekse diğer projeler ile verim ve ebat uygunluğu sorununun birkaç on yılda çözümlenebileceği ön görülebilir. Yılında yapılması olup öne çıkan çalışmalardan olan 2018 yılında yayınlanan "High power density nuclear battery prototype based on diamond Schottky diodes" makalesine göre; 15 µm kalınlığında elmas temelli enerji dönüşüm hücreleri üretmek

için iyon ışını destekli kaldırma tekniğini başarıyla kullanılmıştır (Bormashov et.al. 2018, s. 41).

15 µm kalınlığında elmas hücreler ile kompakt (~90 mm 3 , 0.35 g) ~1 µW nükleer pil, ~%24 63 Ni folyo ile birleştirilmiş 200 hücre kullanılarak geliştirilerek üretilmiştir (Bormashov et.al., 2018, s. 41). Bu gelişme gösteriyor ki nükleer pil tasarımı kısmında ilerlemeler sağlanmıştır. Bu teknolojik ilerlemeler 1950' li yıllardan günümüze zaman zaman yavaşlarsa da son yıllarda hızlanmaya başlamıştır.

Nispeten düşük sabit çıkış gücü yoğunluğuna rağmen, bir nükleer pil birçok çeşitli elektronik cihazlar için uzun ömürlü güç kaynağı sağlayabilecektir (Bao, et.al., 2012, s.1286).

### 3. Sonuç

Herhangi bir nükleer pilin geliştirilmesindeki en önemli zorluk, nükleer pilin tüm kullanım ömrü boyunca mümkün olan maksimum çıkış gücü yoğunluğunu elde etmektir (Bormashov et.al., 2018, s. 41). Bu durumun en uygun şekle sokulması sağlanmadıkça nükleer pil üretilse de verim kısmını tam olarak sağlayamayacaktır. Ürünün bu kısmının gelişimi için uygulanacak çalışmalar ile kısa vadede üstesinden gelinebilecektir.

Yapılan çalışmalar da Schottky bariyer yapısından daha iyi sonuçlar verir, çünkü uyarıcı görüntüsüne dayalı olarak çok daha büyük hacimden (elektron deliği çiftleri) EHP' lerin toplanmasına izin verir ve hücre voltajını arttırmaktadır (Guo ve Lal, 2003). Ayrıca 63Ni izotop beta radyasyonunun (~17 keV) ortalama enerjisinde yaklaşık %10'dan az EHP kaybı olan CVD üretilmiş olup bu da, CVD elmas tabakasındaki taşıyıcıların difüzyon uzunluğunun birkaç mikron mertebesinde olduğu anlamına gelir ve yeterlidir (Delfaure et.al., 2013,).

Sonuç olarak ister Betavoltaik hücre için tek kristal CVD elmas membranlar kullanılsın, isterse kalın elmas Schottky bariyer diyotları ya da ince geniş alanlı dikey Schottky bariyerli elmas diyotlar kullanılsın, nükleer pillerin geleceği aydınlık görülmektedir. Nükleer piller, tam çıkışının gerekli olduğu yere yerleştirilebilen sabit, güvenilir bir karbonsuz elektrik ve ısı kaynağı sağlayarak, böylece pahalı ve hassas enerji ihtiyacını azaltarak ekonominin her sektöründe esneklik yaratmak için idealdir. İletim ve depolama altyapısı. Bunlar tasavvur ettiğimiz kadar yaygınlaşırsa, dünyanın sera gazı emisyonlarının azaltılmasına önemli bir katkı sağlayabilirler.

### Kaynaklar

- Aydın, S. (2019). Nikel-63 Ve Prometyum-147 Radyoizotopları İle Güçlendirilmiş Betavoltaik Ve Doğrudan Şarjlı Nükleer Pillerin Deneysel İncelenmesi, T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bormashov, V. S., Troschiev, S. Y., Tarelkin, S. A., Volkov, A. P., Teteruk, D. V., Golovanov, A. V., Blank, V. D. (2018). High power density nuclear battery prototype based on diamond Schottky diodes. *Diamond and Related Materials*, 84, 41–47. doi:10.1016/j.diamond.2018.03.00
- Bower, K.E., Barbanel, Y.A., Shreter, Y.G., 2002. *Polymers, phosphors, and voltaics for radioisotope micro-batteries*. CRC Press, Boca Raton (USA).
- Delfaure, C., Pomorski, M. et al., (2016) Single crystal CVD diamond membranes for betavoltaic cells, *Appl. Phys. Lett.* 108252105, doi: 10.1063/1.4954013.
- Duggirala, R., Lal, A., Radhakrishnan, S. (2010). *Radioisotope thin-film powered microsystems*. Vol: 6. New York: Springer.
- Dünya Gazetesi. (2021). Yıldız Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Erol Kam ile Röportaj, Değeri

yakında anlaşılacak: Nükleer pil teknolojisi, Yayınlama Tarihi: 17 Temmuz 2021

- George Chapline & Yoshiyuki Matsuda (1991) Energy Production Using Fission Fragment Rockets, Fusion Technology, 20:4P2, 719-722, DOI: 10.13182/FST91-A11946925
- GPC. (2001). Global Energy Concepts, LLC Kirkland, Washington WindPACT Turbine Design Scaling Studies Technical Area 3 Self-Erecting Tower and Nacelle Feasibility March 2001
- H. Guo, A. Lal, Nanopower betavoltaic microbatteries, IEEE Transducers 2003, Boston, USA, 2003,36-39, doi: 10.1109/SENSOR.2003.1215247
- Manasse, F., Pinajian, J., Tse, A. (1976). Schottky barrier betavoltaic battery. IEEE Transactions on Nuclear Science. 23(1), 860-870.
- J. Wandt, A. Freiberg, A. T. Ogrodnik, H. A. Gasteiger, Mater. Today 2018, 21(8), 825–833;
- Prelas, MA, Weaver, CL, Watermann, ML, Lukosi, ED, Schott, RJ ve Wisniewski, DA (2014). Nükleer pillerin gözden geçirilmesi. Nükleer Enerjide İlerleme, 75, 117-148. doi:10.1016/j.pnucene.2014.04.007
- R. Bao, P.J. Brand and D.B. Chrisey, Betavoltaic performance of radiation-hardened high-efficiency Si space solar cells, IEEE Transactions on Electron Devices 59 (2012) 1286-1294, doi: 10.1109/TED.2012.2187059
- Ronen, Y., Hatav, A. ve Hazenshrung, N. (2004). 242mAm yakıtlı nükleer pil. Fizik Araştırmalarında Nükleer Aletler ve Yöntemler Bölüm A: Hızlandırıcılar, Spektrometreler, Dedektörler ve İlişkili Ekipmanlar, 531(3), 639-644. doi:10.1016/j.nima.2004.04.238
- Russo, J., Litz, M., Ray, W., Rosen, GM, Bigio, DI ve Fazio, R. (2017). Nükleer pil için trityumlu nitroksit geliştirilmesi. Uygulamalı Radyasyon ve İzotoplar, 125, 66-73. doi:10.1016/j.apradiso.2017.04.013
- Ulmen, B., Desai, P. D., Moghaddam, S., Miley, G. H. & Masel, R. I. (2009). Development of diode junction nuclear battery using <sup>63</sup>Ni, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry volume 282, Article number: 601
- USDD, (2021). U.S. Department of Defence <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2998460/dod-to-build-project-pele-mobile-microreactor-and-perform-demonstration-at-idah/> APRIL 13, 2022
- Wacharasindhu, T. (2012). Composite-semiconductor-based micro power source (PhD Thesis), University of Missouri-Columbia May 2001 i NREL/SR-500-29493
- Wang, C., Sun, X., Li, H., Liu, J., Cheng, S., Li, H., & Yuan, X. (2021). Yüksek Performanslı Lityum İyon Pil Gerçekleştirmek için Hibrit TiO<sub>2</sub> /Grafit/Nanodiamond Anot. ChemistrySelect, 6(7), 1458–1465. doi:10.1002/slct.202004628
- Taner, A.C. (2007). Nükleer Enerji, , Fizik Mühendisleri Odası, Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007. [www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler). Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2022.
- TISNCM. (2022) . Superhard ve Novel Carbon Materials (TISNCM) için Teknoloji Enstitüsü ve National Science of Science and Technology MISIS Direktörü Vladimir Blank'ın açıklamaları, <https://tur.sciences-world.com/prototype-nuclear-battery-packs-10-times-more-power-43363>. Erişim Tarihi: 23.05.2022

# Transformatör Merkezlerinde Risk Analizi

**Alican AKSAKAL<sup>1</sup>, Emine CAN<sup>2\*</sup>**

İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Bölümü, Lisansüstü Enstitüsü,  
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul Türkiye

**Öz** - Transformatör merkezleri, elektriğin iletiminde indirici veya yükseltici görevleri üstlenen merkezlerdir. Bu merkezler aracılığı ile 380 kV veya 154 kV olarak transformatör merkezine gelen gerilim değeri, 36 kV olarak dağıtım kanallarına aktarılır (Anonim, 2007). Bu sebeple, bu merkezlerin işletilmesi, arıza durumları, yüksek gerilim altında çalışma gibi konular için tehlike ve risklerinin belirlenmesi, güvenli bir çalışma ortamı oluşturmada oldukça önemlidir. Bu çalışmada fine-kinney metodu kullanılarak transformatör merkezlerinde risk analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular değerlendirilerek alınması gereken önlemlere dikkat çekilmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada, küçük ihmallerin bile olası büyük tehlikelere, kazalara ve ölümcül sonuçlara sebep olacağı gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Transformatör merkezi, yüksek gerilim, fine-kinney metodu, risk analizi.

## *Risk Analysis in Substations*

**Abstract** – Substations are the centers that undertake the task of reducing or increasing the transmission of electricity. Via these centers, the voltage value coming to the substation as 380 kV or 154 kV is transferred to the distribution channels as 36 kV (Anonim, 2007). For this reason, it is very important to determine the dangers and risks for the operation of these centers, malfunction situations, working under high voltage, in creating a safe working environment. In this study, risk analysis was carried out in substations using the fine-kinney method. The findings were evaluated and attention was drawn to the precautions to be taken. At the same time, it has been shown in this study that even minor negligence can cause major hazards, accidents and fatal consequences.

**Keywords** – Substation, high voltage, fine-kinney method, risk analysis.

<sup>1</sup> alicanaksakal93@gmail.com Orcid id: 0000-0003-4680-2028

<sup>2</sup> emine.can@medeniyet.edu.tr Orcid id: 0000-0003-1192-2994

\*Emine CAN: emine.can@medeniyet.edu.tr, Ünalın, Ünalın Sok., D-100 Karayolu Yanyol, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Kuzey Kampüsü H Blok No:104, 34700 Üsküdar/İstanbul

## 1. Giriş

Doğadaki bir enerji kaynağından yararlanarak elektrik enerjisini üreten ve günlük kullanımımıza sunan tesislere elektrik santrali denir. Elektrik enerjisini üreten santraller genellikle tüketim merkezlerinin çok uzağında kurulur. Bir santralde üretilen elektrik enerjisi yüksek gerilimli iletim hatlarıyla yerleşim birimlerinin veya sanayi bölgelerinin yakınına kadar ulaştırılır ve ardından buradaki trafo merkezlerinde gerilimleri düşürülerek dağıtılır (Ceylan, 2012).

Transformatör merkezleri iş güvenliği açısından ele alındığında tehlike ve risklerin en yoğun olduğu yerlerden biri olarak değerlendirilir. Dünya ülkelerinin kalkınmışlık düzeyi ve teknolojik gelişimi; elektrikle çalışan aygıtlar ve tüketilen elektrik enerjisi ile doğru orantılı olarak kabul edilir. Elektrik enerjisi insanlık için vazgeçilemez olsa da doğru emniyet tedbirleri alınmadığında, ölümle sonuçlanan kazalara neden olabilmektedir (Özdemir, 2020).

Elektriğin üretildiği yerler olarak; güneş enerji santrali, hidroenerji santrali, termik santral, rüzgâr santrali ve doğal gaz termik santralleri olarak sıralanır. Elektrik, üretimden tüketime gelene kadar kendi içinde sıralanmış bir süreçten geçer, bu süreci oluşturan kurumlar Türkiye'de EÜAŞ (Elektrik Üretim A.Ş.), TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş) ve TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş)'tir. Türkiye'de transformatör merkezleri kamu ve özel sektörün bünyesinde işlev görmekle birlikte çoğunluk olarak kamusal yapıya sahiptir. Transformatör merkezinin görevi, yüksek gerilim seviyesinde olan elektriği orta gerilim seviyesine indirme, daha düşük yüksek gerilime düşürme veya yükseltme olarak açıklanır. Transformatör merkezleri içerisinde transformatörler, iletim hatları, hücreler, fiderler, kesiciler, baralar, ayırıcılar gibi yüksek gerilim devre elemanları barındırır. İş sağlığı ve güvenliği açısından bu yerleri özel kılan ana etken yüksek gerilimin bulunmasıdır.

Transformatör merkezleri için risk değerlendirmesi yapılırken, analizler; teknik bilgi ile iş güvenliği yöntem ve birikiminin birlikte harmanlanması ile ortaya çıkar. Çünkü bu merkezlerin yüksek gerilim, karmaşık ve fazlaca elektrikselsel devre eleman teçhizatlarının olduğu alanlar olması sebebiyle, teknik bilgiye sahip olmak, tutarlı, kapsamlı ve tüm riskleri, tehlikeleri öngören nitelikte değerlendirme yapmak özel bilgi, birikim, tecrübe ve iş güvenliği kültürünü gerektirir (Shu ve Tang, 2017; Soni ve Mehta, 2021).

Transformatör merkezleri bünyesinde yüksek ve orta gerilim bulunduğu için iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler barındırmaktadır (Du vd, 2015). Söz konusu tehlike ve risklerin önlenmesi veya en az olumsuz sonuç doğuracak düzeye indirgenmesi çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma da, tehlike ve risklerin önlenmesi veya azaltılması için gözlemlere, araştırmalara ve etkilere dikkat çekilmiştir. Transformatör merkezlerinde risk analizi yapıldı ve elde edilen bulgular değerlendirilerek alınması gereken önlemlere dikkat çekilmiştir. Bu çalışmanın 2. kısımda materyal ve yöntem hakkında bilgi verildi, ayrıca örneklem metodu yardımıyla belirli bir transformatör merkezinde meydana gelen riskler ve bulunan tehlikelerin risk analizini yapmak için fine-kinney metodu kullanılmıştır. 3.Kısımda ise, Yapılan analiz sonuçları risk faktörleri yönünden değerlendirildi. Sonuç kısmında ise, Transformatör merkezlerinde bulunan tehlike ve risklere karşın İSG açısından etkili çözüm önerileri yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, risk analiz yöntemlerinden, fine-kinney metodu ile var olan tehlikelere maruziyet sıklığı, risklerin gerçekleşme olasılığı ve etkilerinin ne derecede sonuçlanacağı analiz edilerek yapılmıştır. Fine-kinney metodu ile yapılan risk analizi üç farklı girdiyi esas alır ki bunlar; üzerinde çalışılan riskin gerçekleşme sonucu, zarar verme potansiyeli ve belirli bir periyotta gerçekleşme sayıları üzerine tutarlı yorum yapabilmek ve bu yorumun sonucunda girdilerin çarpımından elde edilen değere göre risk seviyesini belirleme noktasında yarar sağlamaktadır. Elde edilen risk seviyesi yüksek veya düşük olabilir ancak buradaki kritik nokta risklerin söz konusu üç girdiye göre değerlendirme yönünden sayısal olarak

belirlenmesidir.

Transformatör merkezlerinde karşılaşılabilecek riskler diğer çalışma alanlarına göre daha özel ve uzmanlık gerektiren nitelikte olan alanlardır çünkü transformatör merkezlerinde bulunan tehlikelerin dışarıdan tespiti (uzman olmayan kişiler için) mümkün değildir. Transformatör merkezlerinde herhangi bir iş kazası veya teçhizat kaybı olmaması için veriler anlık olarak cihazlar vasıtasıyla işlenmekte ve bu verilerde anormal bir durum varsa sistem alarm vermektedir (Aygün ve Sevin, 2021).

Bu merkezlerde daha önce çalışmamış, yüksek ve orta gerilim tehlikeleri konusunda teknik bilgiye sahip olmayan insanların transformatör merkezlerinde iş kazası geçirme olasılıkları çok yüksektir; aynı zamanda bu kazaların sonuçları da maddi ve manevi ciddi hasarlar ortaya çıkarabilmektedir.

Bu kapsamda Tepeören transformatör merkezindeki açık şalt sahası, kapalı şalt sahası, metal clad, kumanda binası ve GİS bölümleri gezilerek gerekli incelemeler yapıldı ve bu incelemeler sonucunda iş güvenliği açısından tehlike ve riskler belirlendi. Aynı zamanda, transformatör merkezlerindeki çalışmalarda genel iş sağlığı ve güvenliğini etkileyecek tehlike ve riskler çok boyutlu olarak Tepeören transformatör merkezi özelinde fiilen incelenerek belirlenmiştir, çalışanlarla İSG konularında söyleşi yapılmış, TEİAŞ iş kazaları istatistikleri alınmış, iş kazası raporları incelenmiş, transformatör merkezleri tehlike ve risk faktörleri yönünden araştırılmış, İSG açısından etkili çözüm önerileri getirilerek risk değerlendirmesi yapılmıştır.

### 3. Verilerin Toplanması ve Analizi

Transformatör merkezleri için hazırlanan risk değerlendirmesi, fine -kinney metodu kullanılarak yapılmıştır. Tepeören TM bünyesinde bulunan kapalı şalt, açık şalt, kumanda binası, akü odaları, haberleşme odaları gibi bina veya sahalar gezilmiştir. Gözlemler, tespitler, istatistikler, kontroller ve analizler vasıtası ile transformatör merkezi özelinde risk analizi hazırlanmıştır. Hazırlanan risk analizine ait değerlendirmelerden bazıları aşağıda tablo halinde listelenmiştir.

Tablo 1 – Fine-kinney Risk Değerlendirme metodu ihtimal, şiddet, frekans parametre değerleri

İhtimal Değeri	İhtimal	Frekans Değeri	Frekans	Şiddet Değeri	Şiddet
10	Beklenir, kesin	10	Hemen hemen sürekli (bir saatte birkaç defa)	100	Birden fazla ölümlü kaza / çevresel felaket
6	Yüksek / oldukça mümkün	6	Sık (günde bir veya birkaç defa)	40	Öldürücü kaza / Ciddi çevresel zarar
3	Olası	3	Ara sıra (haftada bir veya birkaç defa)	15	Kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı çevresel engel oluşturma, yakın çevreden şikâyet
1	Mümkün fakat düşük	2	Sık değil (ayda bir veya birkaç defa)	7	Önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı / arazi sınırları dışında çevresel zarar

0,5	Beklenmez fakat mümkün	1	Seyrek (yılda birkaç defa)	3	Küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım / arazi içinde sınırlı çevresel zarar
0,2	Beklenmez	0,5	Çok seyrek (yılda bir veya daha seyrek)	1	Ucuz atlatma / çevresel zarar yok

Tablo 2 - Fine-kinney Risk Değerlendirme metodu risk parametre değerleri

Risk Değeri	Risk Değerlendirme Sonucu
$400 < R$	Tolerans gösterilemez risk (hemen gerekli önlemler alınmalı / veya tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmelidir)
$200 < R < 400$	Esaslı risk (birkaç ay içinde iyileştirilmelidir)
$70 < R < 200$	Önemli risk (yıl içinde iyileştirilmelidir)
$20 < R < 70$	Olası risk (gözetim altında uygulanmalıdır)
$R < 20$	Önemsiz risk (önlem öncelikli değildir)



SIRA NO	YER/ FAALİYET	TEHLİKE KAYNAĞI VE NEDENİ	RİSK VE ETKİSİ	RİSKTEN ETKİLENECEK KİŞİ(LER)	RİSK			Risk Değeri	İLAVE ÖNLEMLER/ DÜZELTİCİ FAALİYET	YASAL GEREKLİLİK (STD. M. 6.1.3)	SORUMLULAR
					İ	F	Ş				
1	TEİAŞ çalışanları/İSG Eğitimi	İSG Eğitim Eksikliği	Tehlike ve risklerin farkında olmadan çalışma, Bilinçten yoksun hareket etme ve çalışma, İSG farkındalığı olmadan çalışma, Elektriksel temas veya arka kapılma sonucu çarpılma, KKD kullanmama, Yüksekten düşme, Yasal yaptırımlar ile karşılaşma.	Transformatör Merkezi ve ekip çalışanları	6	6	40	1440	6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu (17/1); İşveren, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almasını sağlar, vb.) hükümlerle; trafo bakım, hat bakım, ölçü, elektronik, işletme, kumanda teknisyenleri idari çalışanlar dahil tüm TEİAŞ çalışanlarına eğitimlerin yönetmelikte geçen süreç ve kapsam dikkate alınarak; işe başlamadan öncesinde, çalışılan süre içerisinde işyerinin tehlike sınıfına (yüksek gerilim ile ilgili çalışmalar çok tehlikeli sınıfta yer aldığı üzere yılda bir (1) on altı (16) saat her çalışana İSG eğitimi işveren veya işverenin destek aldığı yetkili kişilerce verilmelidir.) göre söz konusu periyotlarla, yapılan işin niteliği ve yeri değiştiğinde, kullanılan teçhizatların veya makinelerin değişmesiyle, ortam veya bina değişikliğiyle, İSG eğitimlerinin var olan ve oluşabilecek riskler göz önüne alınarak tekrarlanması, sürekli olarak periyotlar halinde yenilenmesi gerekmektedir.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler.	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
7	Transformatör merkezi veya hat bakım çalışmaları/teknik ve iş güvenliği eğitimleri	Teknik ve iş güvenliği yönünden özel durumların gerektiği eğitimlerin verilmemesi	Risklerin farkında olmama, yüksekten düşme, elektrik akımına kapılma, yanlış ekipman veya teçhizat kullanımı, KKD kullanmama, ihmalkârlık, sistemi tanımama, sebepleriyle iş kazası sonucu ölüm/ yaralanma/ yasal yaptırımlar.	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	6	6	40	1440	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (11);  İşverence iş ekipmanını kullanmakla görevli çalışanlara, bunların kullanımından kaynaklanabilecek riskler ve bunlardan kaçınma yollarına ilişkin eğitim almaları sağlanır.  Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği (Ek 4); Yüksekte yapılan çalışmalarda, bu alanlarda çalışanlara yüksekte çalışmayla ilgili tehlike ve riskler konusunda bilgilendirme yapılarak gerekli eğitim verilir.  154 Kv Ve Üstü Gerilim Seviyesindeki İletim Tesislerinde Enerji Altında (Canlı) Bakım Çalışmaları Uygulama Koşulları Yönergesi (5/1);  Canlı bakım çalışmaları, canlı bakım konusunda özel eğitim almış elektrik mühendisleri ile trafo bakım ve hat bakım çalışmaları konusunda temel eğitimini tamamlamış ve canlı bakım konusunda özel eğitim almış elektrik kuvvetli akım tesisleri çalışma yetki belgesi sahibi olan kişiler tarafından yapılabilir, vb.)  Hükümler dolayısıyla, transformatör merkezi veya ekip çalışanları yapılan işin niteliği göz önüne alınarak özel durumlara göre şekillenmiş teknik ve iş güvenliği eğitimlerini almalıdırlar. İş güvenliği eğitimleri (yüksekte çalışma, KKD kullanımı vs.) ve teknik eğitimler (cihaz-teçhizat kullanımı, transformatör merkezini oluşturan tüm devre elemanları hakkında bilgi sahibi olmak vs.) belirli periyotlar halinde verilebileceği gibi yeni bir cihaz ya da KKD geldiğinde, transformatör merkezine yeni bir ekleme (yapısal, sistemsel) yapıldığında veya yönetmelik değiştiğinde de verilir.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen

VI. TÜRKİYE'DE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA YAŞANILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ SEMPOZYUMU

14	Kişisel koruyucu donanımlar (ısı ve aleve dayanıklı iş elbisesi, elektrikli baret, izole ayakkabı, izole çizme, yağmurluk)	Çalışmalarda kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması, TS EN ISO standartlarına uymaması, KKD'lerin CE belgesinin bulunmaması, KKD'lerin son kullanma tarihinin geçmesi, KKD'lerin testlerinin olmaması	Elektrik akımına kapılma, düşme, yanma, kesilme, boğulma, başa cisim düşmesi- çarpması sonucu / yaralanma, ölüm	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	3	6	40	720	Transformatör merkezinde veya hat çalışmalarında personellerin, elektrik enerjisine teması, etkilenmesi esasına dayalı olarak KKD'leri sürekli olarak kullanması gereklidir. Kişisel koruyucu donanımlar (KKD) elektrik ile ilgili işlerde, izole eldiven, izole ayakkabı, izole çizme, ısı ve aleve dayanıklı iş elbisesi, yağmurluk, elektrikli baret olarak sıralanır ve gerektiğinde farklı KKD'lerde iş güvenliği amacıyla kullanılır, bu KKD'lerin çalışanlar tarafından mutlaka kullanılması ve kullanmadan çalışmaması gerekmektedir. İlgili söz konusu KKD'ler TS EN ISO standartlarını ve CE belgelerini sağlıyor olmalıdır. Çalışmaya başlamadan personellere ait olan KKD'ler ekip şefi veya mesul teknisyen tarafından kontrol edilmelidir. Eksik, hasarlı, yıpranmış, yırtık veya son kullanma tarihi geçmiş KKD'ler kullanılmamalıdır. Yenilenen standartlar sürekli olarak takip edilmeli ve ilgili KKD'ler standartlara göre yenisiyle değiştirilmelidir. Elektrik enerjisi altında çalışmak çok riskli bir ortam doğurduğundan KKD seçimlerinde maddi boyut düşünülmemelidir. KKD'lerin seçiminde elektrik ark dayanım veya direnç testi gibi süreçlerden geçmiş KKD'ler esas alınmalıdır.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
19	Manevra işlemi	EKV, YTIM, iş emri evraklarının hazırlanmaması, evraklara uyulmaması, eksik evrak olması, ilgili personelin TM'de bulunmaması, manevra esnasında KKD ve İSG malzemesi kullanılmama	Manevra işlemi kaynaklı tehlikeler sebebiyle patlama, yangın, yanma, arka mağruziyet, dumandan boğulma, binada çökme, ezilme sonucu /ölüm, yaralanma	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	3	6	40	720	Transformatör merkezinde yapılacak manevralar için YTIM manevra formu, EKV ve iş emirleri gereklidir. Söz konusu formlar, belgeler olmadan transformatör merkezinde manevra işlemi yapılmamalıdır. Yapılacak olan manevrada EKV ve iş emrinde ismi yazılı olan personel hazır bulunmalıdır. İlgili EKV, YTIM, iş emri evrakları transformatör merkezi veya bölge müdürlüklerinde istenildiğinde gösterilmek üzere arşivlenmelidir. Manevra yapacak personel işlem öncesinde ısı ve aleve dayanıklı iş elbisesi, 36 kV izoleli iş ayakkabısı, elektrik yalıtımlı baret, OG 36 kV izole eldiven, manevra stankası, vizörlü baret gibi KKD'lerini giymeli ve İSG malzemelerini yanında bulundurmalıdır. Manevra öncesinde gerilim dedektörü vasıtasıyla barada enerjinin olup olmadığı tespit edilmelidir.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen



39	Açık şalt sahası	Açık şalt sahasında tertip düzen olmaması, EKAT güvenlik açıklıklarına uygun durumun var olmaması, çıkur, aralık, çıkıntı bulunması, ot seviyesi uygunsuzluğu, KKD kullanmama, açık şalt teçhizatına ait maddenin açık şalt sahasında bulunması sonucu patlama, elektrik çarpması, dumandan boğulma, düşme, kesilme sonucu /ölüm, yaralanma	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	3	3	40	360	Transformatör merkezi açık şalt sahasında gereksiz, sistemin bir parçası olmayan, dışarıdan konuşlandırılmış ekipman, malzeme, eleman bulunmamalıdır. Açık şalt sahası tertipli ve düzenli olmalıdır. Bulunması gerekli yangın söndürücüler; yedek teçhizatlar uygun yerlere yerleştirilmelidir. Yedek teçhizata ait kasaların tahta parçaları saha içerisinde bulunmamalıdır. Ot açık şalt sahasında mümkün ise hiç bulunmamalı veya uygun seviyede yangına sebebiyet vermeyecek şekilde olmalıdır. Açık şalt sahası içerisinde ağaç bulunmamalıdır veya tarım, hayvan besleme tarzı bir işlem yapılmamalıdır. Kanal kapakları aralık barındırmayacak şekilde sıkı olarak yerleşik olmalıdır ve hasarlı durumda bulunmamalıdır. Açık şalt sahasında düşmeye, takılmaya sebep olabilecek çukur, girinti, çıkıntı gibi durumlar olmamalıdır. Açık şalt sahası teçhizatlarında EKAT güvenlik açıklıklarına uygun olarak aralarında belirli uzaklıklar olmalıdır. Açık şalt sahasına KKD (Izole ayakkabı, elektrikçi baret, ısı ve alev dayanıklı iş elbisesi, izole eldiven) kullanımı olmadan giriş yapılmamalıdır.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler,	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
47	Gaz maskesi, gaz filtresi ve SF6 gaz tulumu	Gaz maskesi, gaz filtresi ve SF6 gaz tulumunun standartlara uymaması, tarihinin geçmiş olması, kontrolünün yapılmaması, personele uygun olmaması, personelin malzemeleri kullanmaması,	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	3	6	15	270	Transformatör merkezlerinde yangın, patlama, SF6 gazı açığa çıkması, partiküller, tozlar, duman, gaz, kimyasal maddeye maruziyet durumlarında kullanılmak üzere gaz maskesi, gaz filtresi, SF6 gaz tulumu bulunmalıdır.  Çalışma alanında kullanılan gaz maskesi EN 136, TS EN 148-1 standartlarında, gaz filtresi TS EN 14387-A1, TS EN 148-1 standartlarında ve SF6 gaz tulumu TS EN ISO 13982-1/A1, TS EN ISO 13034-A1, CE standartlarında olması gerekmektedir.  Gaz maskesi, gaz filtresi ve SF6 gaz tulumları sürekli olarak belirlenmiş periyotlarda kontrol edilerek son kullanma tarihi geçmiş olanlar kullanılmamalıdır. İlgili İSG malzemeleri ortam şartlarına, yapılan işe, bölgeye, transformatör merkezi sistemine uygun kapasitede ve özellikle seçilmeli ve kullanılmalıdır. Yangın, dumana maruziyet, zararlı tozlar, partiküller, gaz gibi durumların olduğu şartlarda gaz maskesi filtresi ile beraber ve SF6 gaz tulumu uygun şekilde eksik ve hatasız takılarak/ giyilerek acil durum eylem planı ve risk analizi doğrultusunda hareket edilmelidir. Transformatör merkezinde ikişer adet gaz filtresi, ikişer adet gaz maskesi ve ikişer adet SF6 gaz tulumu bulunması gerekmektedir. İlgili söz konusu İSG malzemelerinin üzerinde imalatçı adı, imalat tarihi, son kullanım tarihi, standart, hangi gazlara karşı kullanıldığı gibi verilerin olması gerekmektedir. Malzemeler, gelişen teknoloji, ortam şartları, personel, bölge, transformatör sistemi gibi durumlara göre sürekli olarak güncellenmeli ve uygun olanlarını ile değişimi sağlanarak temin edilmelidir.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen

65	Transformatör merkezi çalışmaları, iletişim, koordinasyon, prosedür, talimat, yükümlülükler	Çalışmalarda iletişim, koordinasyon eksikliği, T.C kanun ve yönetmeliklerine uygun prosedür, talimat ve görev tanımlarının olmaması, acil durum eylem planının olmaması, manevraların karşılık numara, isim teyidi olmadan yapılması, talimattan anlaşılabilir ve açık olmaması	Transformatör merkezi çalışmaları, iletişim, koordinasyon, talimat, prosedür, acil durum eylem planı, manevra teyit süreci olumsuz nedenleri kaynaklı patlama, yanma, yangın, yanlış manevra, elektrik çarpması, dumandan boğulma, kimyasala mağruziyet, düşme, çarpma, arka mağruziyet sonucu /ölüm, yaralanma	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	6	6	15	540	<p>Transformatör merkezindeki çalışmalarının, iletişimli, haberli, bilgi veren, talimatlara göre hareket eden bir esasa dayanması sağlanmalıdır.</p> <p>Transformatör merkezinde iletişim araçlarının etkin kullanılması ve koordinasyonun oluşturularak uyulması gerekmektedir. İletişim mekanizmasının sağlanması için tüm sorumlu kişilerin ve çalışma yapan kişilerin bilgisi, haberi olmalıdır. İletişim süreci adımında bir personel verilen talimat veya bilgilerin tehlike veya risk teşkil edeceğini düşünüyor ise derhal yetkililere durumu haber vermeli gerekli bilgilendirmelerde bulunmalıdır. Talimatlar yazılı durumda olmalı, eksik bilgi barındırmamalı ve açık, okunaklı, anlaşılabilir, açık uç bırakmayacak nitelikte olmalıdır. Çalışma alanında bulunan personeller, işin gerektirdiği şekilde motivasyon durumları uygun seviyede çalışmalıdır. Transformatör merkezi çalışmalarında çalışan personeller, işverenler 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı yönetmelikleri, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, TS EN ISO standartlarına uymalıdır. Transformatör merkezi çalışmaları ve işletilmesi için işveren gerekli iyileştirmeleri yapmakla sorumlu olmalıdır, işyerinde T.C kanunlarına, yönetmeliklerine, TS EN ISO standartlarına uyan prosedürler, talimatlar, risk analizi, acil durum eylem planı işveren tarafından yapılır veya yetkili kişilere, kuruluşlara yaptırılır. Transformatör merkezi çalışmalarında görev tanımları olmalı ve görev tanımları dışında çalışanlar başka bir iş yapmamalıdır. Görev, yetki, sorumluluklar, T.C kanun ve yönetmeliklerine uygun şekilde yazılı olarak transformatör merkezi çalışmaları için hazır bulunmalıdır. Manevra işlemi sırasında kesicide, ayırıcıda, fiderde, barada, transformatörde, reaktörde, kuplajda, transferde gibi tüm manevralarda isim ve numara ifadelerinin karşılıklı olarak teyit edilmesi onaylanması sonrasında bir diğer adıma geçilmelidir. Tüm manevralarda uygun karların yerleştirilerek gerekli bilgilendirici ve uyarıcı durumun oluşması sağlanmalıdır.</p>	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
----	---	---	---	---	---	---	----	-----	--	---	---

78	Transformatör merkezini oluşturan binalar	Acil çıkış kapılarının yeterli sayıda ve uygun yerlerde olmaması, acil çıkış kapılarının panik barlı olmaması, geçitler, koridorlar kapılar etrafında, önünde, arkasında malzeme, ekipman bulunması, binaların yönetmelik, standartlara uygun yapılması ve ekipmanlarının yönetmelik, standartlara uygun yapılması ve ekipmanlarının yönetmelik, standartlara uygun yapılması ve ekipmanlarının yönetmelik, standartlara uygun yapılması	Transformatör merkezini oluşturan binalar, yüksek gerilim sistemi, iç tesisat durumlarında kaynaklı tehlikelerin nedeniyle acil durumlarda bina, ortam dışına çıkamamak, yangın durumunda yangına müdahale edememek, acil çıkış kapısını bulamamak, acil çıkış kapısını açamamak, koridorların 20 metreden uzun olmasıyla kaçamamak sonucu dumandan boğulma, yanma, ezilme ve çeşitli iş kazaları /ölüm, yaralanma	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	3	6	100	1800	<p>Transformatör merkezlerinde koridorlarda, merdivenlerde, kapı etrafında, geçitlerde, hollerde, açık şalt sahası içerisinde, kapalı şalt, metal clad ve gaz izoleli şalt sahası geçiş yolları üzerinde, acil durum kapıları etrafında olası kaçışları engelleyecek biçimde malzeme, teçhizat, araç-gereç, ekipman gibi tüm cisimlerin bulunmaması, acil durumlarda geçişlerin hızlı ve işlevli yapılmasını sağlayacak ortamın oluşturulması gerekmektedir. Transformatör merkezlerinde yüksek gerilim sistemi kaynaklı tehlike ve risklerin önlenmesi adına gereken iş ve işlemler yanında transformatör merkezleri, çalışma alanlarında meydana gelebilecek olası tüm tehlikeler, riskler için değerlendirilerek, önlemlerin alınması gerekmektedir. Transformatör merkezini oluşturan binaların acil çıkış kapıları her kat için en az iki adet bulunmak üzere panik bar sistemli olmalıdır. Acil çıkış kapıları, panik bar tarafından dışarıya kolayca açılabilir nitelikte olmalıdır. Binaların bütün koridorlarında, uygun kaçış yerlerinde konuşlanmış her iki yanda olacak şekilde en az iki adet panik barlı acil çıkış kapısı bulunmalıdır. Acil durumlarda çıkış yerlerini gösteren ve karanlıkta görülebilen, okunabilen fosfor maddesinden oluşmuş acil çıkış levhaları transformatör merkezinin tüm binaları, katları, koridorları, odaları, şalt sahaslarında bulunmalıdır. Tesis içerisinde tehlikeli durumlarda dışarıya çıkış için kullanılacak yolun uzunluğu 20 metreden fazla olmamalıdır. Acil çıkış kapıları dış taraftan kilitle ve açılmayacak durumda olsalar bile içeriden panik bar sistemiyle kolayca dışarıya açılabilir durumda olmalıdır.</p> <p>Transformatör merkezi kumanda binası, kapalı şalt, açık şalt, metal clad, gaz izoleli şalt sahası bölümlerinin uygun yerlerine Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliği'nde belirtildiği üzere çok tehlike sınıfta yer alan transformatör merkezleri için her 250 metrekarede bir adet 6 kg'lık yanmayı sağlayacak unsura ve yanacak maddenin tipine göre yangın söndürücü olmalıdır.</p> <p>Transformatör merkezlerini oluşturan tüm yapılar İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu İle Bu Kanuna Dayanarak Çıkarılan İlgili Yönetmelik Ve Tebliğler, TS 500 standardı gibi yapılar için bulunan tüm yönetmelik ve standartlara uyulması kontrollerin sağlanması, düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.</p>	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler; İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, TS 500 standardı	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
----	---	--	--	---	---	---	-----	------	--	---	---

85	Transformatör merkezi, çift Ana Bara + transfer bara sistemlerinde OG kuplajı vasıtasıyla iki baranın birleştirilmesi ve bir baranın boşa çıkartılması	Manevra işleminin hatalı yapılması, belli bir sıraya göre yapılmaması, KKD ve İSG malzemelerinin kullanılmaması,	Manevra işleminin hatalı, sıraya uymadan, koordinasyon sağlanmadan, bilgi, haber verilmeden yapılması, KKD ve İSG malzemelerinin kullanılmaması nedeniyle patlama, uzuv kaybı, yangın, yanma, dumandan boğulma, arka maruziyet, elektrik çarpması sonucu /ölüm, yaralanma	ransformatör merkezi ve ekip çalışanları	6	6	40	1440	<p>Çift ana bara + transfer bara sistemlerde OG kuplajı vasıtasıyla iki baranın birleştirilmesi ve bir baranın boşa çıkartılması manevrası belli bir sıraya, düzene, talimatlara, prosedürlere, koordinasyona, haberli, bilgi paylaşımı esasına göre ve uyararak yapılır. Manevra işlemi yapılmadan önce EKV, YTIM, iş emri, İGF-1 evrakları yapılan işin niteliğine ve aşamasına uygun olarak hazır olmalıdır. Sırasıyla; transformatörlerin paralel çalışma koşulları ve baralara ait kısa devre akımları önemslenmelidir. Kuplaj fiderine ait ayırıcılar kapalı konuma getirilmelidir. Kuplaj fiderine ait kesiciler kapalı konuma getirilmelidir. İşletme bünyesinde aktif olarak devrede kalacak transformatörün aşırı yük kaldırma durumunun değerlendirmesinin yapılması ve sürecin uygun değerlendirme sonucu ile ilerlemesi gerekmektedir. Fiderlerin aktarılabaraya ait ayırıcılarının kapatma işleminin yapılması ve boş duruma alınacak olan baranın ayırıcılarının açık konuma getirilmesi gerekmektedir. Kuplaj fiderine ait kesicinin açılması gerekmektedir. Kuplaj fiderine ait ayırıcının açılması gerekmektedir. İşletme harici olarak devre dışı bırakılacak transformatörün giriş-çıkış kesici ve ayırıcılarının açılması gerekmektedir. OG kuplajı vasıtasıyla iki baranın birleştirilmesi ve bir baranın boşa çıkartılması manevrası yapan ilgili personel olası iş kazaları ve olumsuz sonuçlar doğuracak olaylardan etkilenmemesi için güvenli bir noktada ve pozisyonda işlemlerini sürdürmelidir. Çalışan personelin KKD ve İş güvenliği malzemelerini vizörlü baret, izole iş ayakkabısı, OG (orta gerilim) izole eldiven, ısı ve alev dayanıklı takım (ceket, pantolon, örme başlık) olarak kullanması gerekmektedir. OG fierin transfere alınması manerası sonrasında İGF-2 evrakı, kumanda personelleri ile karşılıklı olarak çalışma sorumlusu tarafından imzalanmalıdır.</p>	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
----	--	--	---	--	---	---	----	------	---	---	---

105	Transformatör Merkezi Kapalı Şalt Giriş ve Çıkış	İş güvenliği eğitimi, ilkyardım eğitimi, iş sağlığı eğitimi, yangın eğitimi, manevra eğitimi, yüksek gerilim çalışmaları eğitimi eksikliği ve eğitimlerin gerektiği gibi çalışmama, TM'ye yabancı hayvan girmesi, KKD kullanmama, bilgilendirme eksikliği, panik barlı acil durum çıkış kapısı olmaması	Eğitim, yabancı hayvan, panik barlı acil durum çıkış kapısı, basınç pencereleri, bilgilendirme gibi süreçlerin olumsuz durumları kaynaklı patlama, yanlış manevra, yanlış işlem, yanma, yangın, elektrik çarpması, arka maruziyet, dumandan boğulma, düşme, çarpma sonucu /ölüm, yaralanma	Transformatör merkezi ve ekip çalışanları	6	6	40	1140	İş güvenliği eğitimi, ilkyardım eğitimi, iş sağlığı eğitimi, yangın eğitimi, manevra eğitimi, yüksek gerilim çalışmaları eğitimi gibi çalışan personellere verilen yapılan iş, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili verilen tüm eğitimlerin çalışma alanında personeller tarafından etkin şekilde uygulanması gerekmektedir. Çalışanlar, çalışmalarda işin niteliği ve gerektirdiği şekilde disiplinli olacak şekilde hareket etmelidir. Çalışmalarda KKD (kişisel koruyucu donanım) kullanımı zorunludur. Manevraların yapılması sırasında çalışan personeller mümkün mertebe en uzak mesafeden işlemlerini gerçekleştirmelidir. Transformatör merkezinde yeterli düzeyde havalandırma sağlanmalı ve periyodik kontrolleri akredite kuruluş ve yetkin kişilerce yapılmalıdır. Klasik kapalı şalt, metal clad, gaz izoleli şalt sahası (GIS), açık şalt, kumanda odası, akü odası önemli olacak şekilde dikkat edilerek transformatör merkezinin tüm yerlerine yabancı hayvan girişleri için önlemler alınmalıdır. Transformatör merkezinde aralık, açıklık, boşluk, çatlak gibi yerlerin uygun malzemeler ile kapatılması gerekmektedir. Kapalı şalt ve metal clad bölümlerinde basınç pencereleri etkin şekilde çalışır durumda olması gerekmektedir. Transformatör merkezinde bütün katlarda, hollerde en az iki adet dışarı açılır durumda olan panik barlı acil çıkış kapısı olmalıdır. Çalışan personeller vardiyalarının bitiminde diğer gelen vardiya personeline, kendi vardiyasında olan durumları, olayları ve gerekli bilgilendirmeleri yapmakla sorumludur.	20.06.2012 tarihli 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ile söz konusu kanuna bağlı yönetmelik ve tebliğler, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	İşveren, İşveren Vekili, İşletme Müdürü, İşletme Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı, Mesul Teknisyen
-----	---	---	--	---	---	---	----	------	--	---	---

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Transformatör merkezlerindeki risk ve tehlikeler elektrik konusundan meydana gelmektedir. Çalışma alanında var olan yüksek gerilim, bu merkezlerde çalışanlar için büyük bir risk teşkil etmektedir. Gerilimin değeri çok yüksek olduğu üzere etkilenecek kişilerde de zararı ciddi mertebelere ulaşmaktadır. Bu vesileyle transformatör merkezlerinde risk değerlendirmesi yaparken ana faktör olan yüksek gerilime odaklanılmış ve bu yüksek gerilimden doğrudan veya dolaylı doğabilecek sonuçlar incelenmiştir.

Yüksek gerilim risk faktörlerinin incelenmesi yanında genel çalışma alanı risk ve tehlikeleri de ayrıca ele alınmıştır. Genel olarak transformatör merkezlerindeki tehlikeler; yüksek gerilimli ortam, yüksek gerilim teçhizatları, yanlış manevra, hatalı işlem, habersiz iş yapma, teyitleşmeme, KKD kullanmama, teçhizatın eski veya hasar durumu, psikolojik sorunlar, yorgunluk, dikkatsizlik, umursamazlık, İSG malzemelerinin hasarlı olması veya kullanılmaması, teknik bilgi ve İSG eğitimi eksikliği, çalışanın duyu organlarının yetersiz olması, periyodik muayenelerinin yapılmaması, tertip düzen eksikliği gibi sıralanır. Hazırlanan risk analizinde tüm risk ve tehlikeler vurgulanmış ve alınması gereken önlemler sıralanmıştır.

Sonuç olarak transformatör merkezlerinde bulunan tehlikelerin riske dönüşerek olumsuz sonuçlanmasında hem bu merkezlerde çalışanlar için hem de dış çevreye istenmeyen olumsuz etkiler bırakır. Tehlikelerin riske dönüşmemesi veya var olan risklerin olumsuz sonuçlanmaması için çalışanlar İSG kültürünü özümseyerek farkında olmalıdır. Çalışanların teknik bilgi eksikliğinin olmaması, işin dikkatli ve teyitli yapılması, kayıt tutulması ve kayıtların haberdar edilmesi, teçhizatın bakımları ve kontrolleri-



nin düzenli olarak yapılması, dağıtım kanalları ile sürekli iletişimin olması tehlikelerden etkilenmemek için yapılması gereken önemli süreçleri oluşturmaktadır.

### **Kaynaklar**

- 1 MEGEP Transformatör Merkezleri, (2007), Ankara, 30-31.
- 2 Ceylan, H., (2012), Türkiye'deki Elektrik İletim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi, 100.
- 3 Özdemir, M., (2020) Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği İle İlgili Koruma Tedbirleri, 80-81.
- 4 Aygün, S.; Sevin, A., (2021), Trafo Merkezleri İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Kontrol Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, 30-31.
- 5 Du, W.; Bi, J.; Wang, T.; Wang, H., 2015, Impact of grid connection of large-scale wind farms on power system small-signal angular stability. CSEE J. Power Energy Syst. 1, 83–89.
- 6 Shu, Y.; Tang, Y., 2017, Analysis and recommendations for the adaptability of China's power system security and stability relevant standards. CSEE J. Power Energy Syst. 3, 334–339.
- 7 Soni, R.; Mehta, B., 2021, Review on asset management of power transformer by diagnosing incipient faults and faults identification using various testing methodologies. Eng. Fail. Anal. 128, 105634.

# Şantiyelerde Verilen Toolbox Eğitimlerinin Dijitalleştirilmesi

Tuğçe Oral<sup>1\*</sup>, Bengisu Altınten<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> USEM Koordinatörü, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - İnşaat veya madenler gibi insan ve gelişen teknolojiye uyumlu makine gücü bileşkesiyle çalışmaların yapıldığı işyerlerinde; iş güvenliği profesyonelleri kalıcılığı sağlamak ve etkin İSG uygulaması olarak toolbox (iş başı eğitimleri) vermektedir. Bu çalışma ile şantiyelerde istihdam edilen çalışanlarda İSG bilgilerinin sürekliliğinin sağlanması için verilen toolbox eğitimlerinin dijital ortama dönüştürülmesiyle, şantiyelerde güvenlik kültürünün desteklenebileceği vurgulanmaktadır. İnşaat veya madenlerde yaşanan iş kazası nedenlerine yönelik yapılan araştırma sonuçlarına göre elde edilen güvensiz davranış vurgusundan yola çıkarak; zorunlu temel İSG eğitimleri dışında verilecek olan toolbox eğitimleri katkısı literatürle desteklenmiştir. Aynı zamanda, temel İSG eğitim içeriklerinden yola çıkılarak genel bir toolbox eğitim içeriği oluşturulması (Tablo 1), bu alanda yapılacak açık kaynak bir dijital dönüşüm ile iş kazalarının azaltılma hedefi yalnızca büyük veya kurumsal işletmelerle sınırlı kalmayacaktır. Böylece, küçük veya orta ölçekli şantiyelerde de çalışanların eğitim tamamlama takip sistemleri ile İSG profesyonellerinin sahadaki iş yükünü hafifletmeye katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** –dijital dönüşüm, güvenlik kültürü, toolbox eğitimi.

## *Digitization of Toolbox Trainings Given at Construction Sites*

**Abstract** – In workplaces such as construction or mines, where work is carried out with the combination of human and machine power compatible with developing technology; Occupational safety professionals provide toolbox (on-the-job training) as an effective OHS practice to ensure permanence. With this study, it is emphasized that the safety culture at the construction sites can be supported by transforming the toolbox trainings given to ensure the continuity of OHS information for the employees employed at the construction sites. Based on the unsafe behavior emphasis obtained according to the results of the research on the causes of work accidents in construction or mines; The contribution of toolbox trainings, which will be given apart from the compulsory basic OHS trainings, has been supported by the literature. At the same time, the aim of creating a general toolbox training content based on the basic OHS training contents (Table 1) and reducing work accidents with an open source digital transformation to be made in this field will not be limited to large or corporate businesses. Thus, it is thought that the training completion tracking systems of those working at small or medium-sized construction sites will contribute to alleviating the workload of OHS professionals in the field.

**Keywords** – digital transformation, safety culture, toolbox training.

<sup>1</sup> tugce.oral@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0003-1795-1550

<sup>2</sup> bengisu.altinten@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0002-8856-1317

\*Tuğçe Oral: tugce.oral@uskudar.edu.tr, Üsküdar Üniversitesi Çarşı Yerleşkesi, Üsküdar/İstanbul

## 1. Şantiyelerde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)

Yapı veya yol yapımı işleri ile ilgili yatırımların son yıllarda hızlı gelişim göstermesi, ekonomik anlamda yüksek istihdam imkânı sağlayan ve asıl işveren-alt işveren kavramının en yaygın karşılaştığı çalışma sahaları haline gelmiştir (Çelik, 2019). Çalışma alanı içerisinde yapılan işlerin niteliğine göre uzmanlık, deneyim veya emek gücünün değişkenlik göstermesi ve bir arada yürütülmesi, şantiyelerde yürütülen işlerin çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerden sayılmasına dolaylı olarak çalışanların herhangi bir iş kazası veya işten kaynaklanan bir hastalığa yakalanma olasılığını arttırmıştır.

Türkiye’de SGK tarafından 2011-2019 yılları arasında yaşanan kazaların yayınladığı istatistik verilere göre yapılan bir araştırmada; kaza sıklık ve kaza ağırlık oranlarının hesaplanmasıyla yapılan bir karşılaştırmada sektörde yaşanan iş kazası sayıları Türkiye genelinin ortalama %11,22’sini oluşturduğu ve ölümlü iş kazası sayıları ortalama %31,35’inin ise yine inşaat sektöründen kaynakladığı hesaplanmıştır (Hacıbektaşoğlu, 2018). Başka bir çalışmada ise inşaat sektörünün toplam işgücünün yaklaşık %5’ini oluşturduğunu ve iş kazası sonucu hayatını kaybeden çalışan sayısının, ülkede yaşanan toplam ölümlü kazaların 1/3 ‘üne denk geldiği ve yine iş kazalarına bağlı olarak geçici veya sürekli iş göremezlikle karşı karşıya kalan çalışan sayısının, toplam vaka sayısının yaklaşık beşte birini oluşturduğu tespit edilmiştir (Gözüak ve Ceylan, 2021). 2020 yılında inşaatlarda yaşanan kazaların nedenleri ile ilgili yapılan bir araştırmada ise çalışma sahasında verilen anlık eğitimlerle bile güvenlik kültürünün sağlanabileceği ve kaza sayısının azaltılabileceği vurgulanmıştır (Uzdil ve Güllüoğlu, 2020). Yine, Türkiye’de bir inşaat firmasında 349 kişiye yapılan araştırma sonuçlarına göre güvenlik iletişiminin ve güvenlik eğitiminin sürekliliğinin sağlanmasıyla, güvenli davranış üzerinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Aca ve Akdamar, 2022).

Çalışma alanına yönelik yapılmış bilimsel çalışmalara bakıldığında, yalnızca mevzuata uygunluğu karşılamak adına eğitimlerin verilmesinin şantiyelerde kalıcı bir güvenlik kültürü oluşturulmasında tek başına yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Nitekim özellikle inşaat veya madenler gibi insan ve gelişen teknolojiye uyumlu makine gücü bileşkesiyle çalışmaların yapıldığı işyerlerinde; iş güvenliği profesyonelleri kalıcılığı sağlamak ve etkin İSG uygulaması olarak ‘toolbox (iş başı eğitimleri)’ vermektedir. Bu çalışma ile şantiyelerde istihdam edilen çalışanlarda İSG bilgilerinin sürekliliğinin sağlanması için verilen toolbox eğitimlerinin dijital ortama dönüştürülmesiyle, tüm taraflar arasında pozitif bir katkı sağlanacağı vurgulanmaktadır. Aynı zamanda, toolbox eğitimlerinin dijitalleştirilmesi çalışanların eğitim tamamlama takip sistemleri ile İSG profesyonellerinin sahadaki iş yükünü hafifletmeye katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

## 2. Sektörde Güvenlik Kültürü Algısı

Dünyada Sanayi Devrimi ile birlikte üretime olan talebin artması, özellikle inşaat sektöründe son yıllarda artan rekabet ve talep firmaları daha fazla üretime zorlamış; dolaylı olarak çalışma ortamlarında teknik olarak alınan güvenlik önlemlerini yetersiz kılmış ve artan iş yükü çalışanlar üzerinde psikolojik ve fiziksel baskı ile birlikte iş kazası sayısında artışa neden olmuştur (Altınten, 2020). Çalışma alanlarında oluşturulması beklenen güvenlik kültürü; devletler tarafından hazırlanan yasaların uygulanabilirliğiyle, sivil toplum kuruluşlarının yayınladıkları bildirgelerle, çeşitli meslek alanlarında ilgili standartların rehberliğiyle oluşmaktadır (Zopçuk, 2015).

Yaşanan birçok iş kazasının temelinde insan davranışları yer almaktadır. 2022 yılında yapılan bir araştırmada, şantiyeler gibi beden gücü ile iş makinelerinin bileşkesiyle yürütülen işyerlerinde verilen güvenlik eğitimlerinin ve güvenlik iletişiminin güvenli davranış üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu saptanmıştır (Aca ve Akdamar, 2022). İnsan tutumlarının ve algılarının birbirinden farklı olması, insan güvenilirliği hata yapma olasılığının izlenmesi ve çalışanların motivasyonu, ruhsal ve fiziksel durumların takibinin yapılması güvenli davranışı destekleyecektir (Zopçuk, 2015; Altınten, 2020). Çalışma alanında düzenli takiplerin yapılması, periyodik kontrollerin aksatılmaması çalışan tarafından

güvenli çalışma ortamında olma ve aidiyet hissi yaratacaktır. Camkurt, 2013 tarafından yapılan bir araştırmada aynı iş yerinde uzun süre bulunan çalışanın hissettiği aidiyet, güvenli çalışma ortamı ve sorumluluk duygusu kaza oranlarının azalmasına katkı sağlamaktadır (Camkurt, 2013).

Çalışma alanlarında zorunlu temel İSG eğitimleri dışında toolbox eğitimleri; çalışanların buldukları ortamdaki riskli davranışları gözlemlene kabiliyeti kazanmasını dolaylı olarak çalışanın farkında olmadan yaptığı ve gözlemleyemediği davranışları ortaya çıkartarak güvenlik kültürü oluşumuna olumlu gelişme sağlayacaktır. Toolbox eğitimlerinin dijitalleştirilmesi ise bu sürecin dönüşüm periyotlarını hızlandırarak etkinliğini arttıracaktır.

### 3. Toolbox Eğitimleri ve Dijital Dönüşüm

Toolbox (işbaşı eğitimleri), özellikle çok tehlikeli işyerlerinde temel İSG eğitimlerini tamamladıktan sonra çalışanların sağlık ve güvenlik konusunda kazanımlarını güncel tutmak adına işbaşı öncesinde veya düzenli aralıklarla toplandığı mesai öncesinde İSG profesyonelleri tarafından maksimum 15 dk. süren, soru-cevap şeklinde ekip katılımıyla gerçekleştirilen eğitimlerdir. Kısaca, çalışma alanlarındaki tehlike veya risk olasılığına göre eğitim içeriğinin düzenlendiği veya genel İSG eğitiminde aktarılan temel, sağlık veya teknik konu başlıklarından herhangi bir alt başlığın anlatıldığı etkin bir uygulamadır.

Yüz yüze gerçekleştirilebildiği gibi doküman dağıtımıyla da gerçekleştirilebilen toolbox eğitimlerinin her departman veya birime özel olarak düzenlenmesiyle, birim bazında çalışanların güvenlikle ilgili bilgi farkındalık düzeyleri, çalışan tarafından fark edilen tehlike/riskler veya ramak kala olaylar hakkında tespitlerin çalışan tarafından aktarıldığı bir ortam sağlanmaktadır. Fakat bu eğitimlerin en önemli kısıtlılığı genellikle yüz yüze yapıyor olması ve periyodik olarak eğitimlerin düzenlenmesi veya aynı birimle tekrar toplanma sürecinin zaman kavramına takılıyor olmasıdır.

Dijital dönüşüm sürecinde Tablo 1. 'de verilen konu başlıklarını içeren hatırlatmaları içeren bir aplikasyon geliştirilmesi ve işyerindeki tüm çalışanlara tanımlanan kullanıcı adı ve şifre ile girişlerinin yapılmasıyla kişiye özel takip yapılabileceği gibi, anlık bildirim sistemiyle de çalışma saatinin herhangi bir diliminde de bilgi aktarımı sağlanabilecektir.

Tablo 1. Şantiyelerde Verilen Toolbox Eğitimi için Genel Konu Başlıkları

Toolbox Eğitim Konu Başlıkları	
<p style="text-align: center;"><b>Genel Konular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İş Güvenliği Birliktir, Beraberliktir</li> <li>• Bir Saniye Bile Hayat Kurtarabilir</li> <li>• Yıllık İznim Ne kadar?</li> <li>• Güvenli Tutum ve Davranış Örneği</li> <li>• Hedefimiz Sıfır Kaza</li> <li>• İş Güvenliğinin 3 Temel Ögesi</li> <li>• İş Güvenliğinin Anlamı Nedir</li> <li>• Kazaya Ramak Kalma Durumları</li> <li>• Tehlike Konusunda Bilinçli miyiz?</li> <li>• İş Kazası Nedir?</li> <li>• Ucuz Atlatabildik mi?</li> <li>• Yeni Çalışma Arkadaşlarımız</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Teknik Konular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temel Makine Güvenliği</li> <li>• Barikatlar</li> <li>• Ekipman Civarında Çalışma Talimatları</li> <li>• El Aletleri ile Çalışma Güvenliği</li> <li>• Aseton Kullanımı ve Dikkat Edilecek Hususlar</li> <li>• Kapalı Alan Tehlikeli Olabilir</li> <li>• Kimyasal Tehlikeler Var, Dikkat!</li> <li>• Kişisel Koruyucu Donanımın Nerede?</li> <li>• Kaynak ve Kesme İşlemleri ile ilgili Bildiklerimizi Hatırlayalım</li> <li>• Tertip Düzen İşyerimizdeki Yaralanmalardan ve Kayıplara karşı korumadır</li> <li>• El Aletleri için Güvenlik Kontrol Listesi</li> <li>• Tehlikeli Kimyasallar Nelerdi?</li> <li>• İş Makineleri Bakımı</li> <li>• Elektrik Tehlikesi, Yüksek Voltaj</li> <li>• Uzatma Kablosu ile Güvenliği Şansa Bırakma</li> <li>• Sağlık ve Güvenlik İşaretleri</li> <li>• Şantiyeler Çocuklara göre Değil!</li> <li>• Kazıyoruz Ne yapalım?</li> <li>• Yangın Sınıfları ve Söndürücüler</li> <li>• Acil Durum mu! Çıkışlar Nerede?</li> <li>• Hareketli İş Makinesi varsa Alarma Geçin</li> <li>• Sapanlarımızı Kontrol Ettik mi?</li> <li>• Çok mu Yüksek?</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Sağlık Konular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soğuk Algınlığı Tedavisi ve Uyuma Hissi</li> <li>• Soğuk Hava Riskleri Azaltılabilir</li> <li>• Alkol ve İş Güvenliği</li> <li>• Kan Yoluyla Bulaşabilir, Dikkat!</li> <li>• Stres Kontrolü</li> <li>• Eyvah! Karbonmonoksit</li> <li>• Göz Koruması ve Görüş Koruması</li> <li>• Kod Adı Pire</li> <li>• Aşıdan Kim Korkar?</li> <li>• Mesleki Kanseri Nedir?</li> </ul>	

Kaynak: İnşaatta İş Güvenliği. (2022).

Bir işyerinde bulunan her çalışma birimine özel hazırlanan soruların veya eğitim içeriklerinin, günlük veya saatlik periyotlarla düzenlenecek bildirim sistemi ile hazırlanmış İSG toolbox dijital uygulama-

sı İSG profesyonelleri açısından süreç takibini ve zaman yönetimini daha etkin kullanmayı sağlayacaktır.

#### 4. Sonuç

Çalışma alanına yönelik yapılan saha çalışmaları ve SGK tarafından yayınlanan istatistiklere de bakıldığında 'şantiyelerde' yaşanan kazananların minimize edilmesi gerek istihdam olanakları gerek ülke ekonomisine sağladığı katkıyla sektör gelişimini etkileyecektir. Tüm bunları tamamlayıcı bir gelişim unsuru olarak şantiyelerde çalışanların güvenlik kültürü kazanımında İSG profesyonellerinin eğitim ve takip baskısı önemli rol oynamaktadır. Çalışan sayısının fazla olması; etkin İSG uygulamalarında kontrol ve izlem sürecinin uzamasına neden olmaktadır. Özellikle şantiyelerde istihdam edilen çalışanların güvenlik kültürü kazanımında uzun bir birikim sürecine ihtiyacı olduğu düşünülürse, bilgi tazelemek amacıyla düzenlenen toolbox eğitimlerinin dijitalleştirilmesi ve açık kaynak olarak erişimlere sunulması sektörel anlamda iş güvenliği ve işçi sağlığı verilerinde olumlu gelişmelere vesile olacaktır.

Bu araştırma konusundan yola çıkarak şantiyelerde verilen toolbox eğitimleri ile ilgili somut karşılaştırma verilerinin kullanarak yapılacağı analizler güvenlik kültürü oluşumuna katkısını vurgulayıcı olacaktır.

#### Kaynaklar

- Aca, Z. & Akdamar, E. (2022). Güvenlik Önceliğinin, Güvenlik İletişiminin ve Güvenlik Eğitiminin Güvenli Davranış Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: İnşaat Sektöründe Uygulamalı Bir Araştırma . Çalışma ve Toplum , 2 (73) , 1075-1104 . DOI: 10.54752/ct.1097169.
- Altınten, B. (2020). İş Güvenliği Uzmanlarında Güvenlik Kültürü ve İş Kazası Deneyimleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar. İstanbul.
- Camkurt, M.Z. (2013), "Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazalarının Meydana Gelmesi Üzerindeki Etkisi", TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, C:24, S:6, C:25, S.1-2, Ankara, 2013/Mayıs-Ağustos-Kasım.
- Gözüak, M. H. & Ceylan, H. (2021). Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği bağlamında analizi: Güncel eğilimlere genel bir bakış Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 8 (2) , 133-143 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sagakaderg/issue/62334/863926>.
- Hacıbektaşoğlu, S. E. (2018). İnşaat Sektöründe Yaşanan İş Kazalarının Analizi Ve Bu Kazalara Neden Olan Etkenlerin İncelenmesi. Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi , 2 (3) , 159-177 . DOI: 10.30692/sisad.452112.
- İnşaat İş Güvenliği. (2022). Genel Toolbox Eğitimleri. Erişim Adresi: <http://insaattaisguvenligi.com/isbasi-konusmalari/genel-toolbox/> Erişim Tarihi: 15.09.2022
- Uzdil, O. & Güllüoğlu, A. (2020). Türkiye İnşaat Sektöründe 2016 ve 2017 Yıllarında Meydana Gelen İş Kazalarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması . International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences , 32 (2) , 137-144 . DOI: 10.7240/jeps.555736.
- Zopçuk, O. (2015). İşletmelerde Kültürünün Ölçümü: Küçük ve Büyük Ölçekli Tekstil ve Metal İşyerleri Uygulaması; T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, file:///C:/Users/Hp/Downloads/osmanzopçuk.pdf.

# Sanayide Endüstriyel Robot Kullanımının ISG Açısından İncelenmesi

Mustafa Hırlak<sup>1\*</sup>, Rüştü Uçan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Sanayide endüstriyel robot kullanımı, teknolojinin gelişmesi ile akıllı fabrikaların kurulması yönünde atılan ilk adımlardan biri olmakla birlikte hızla yaygınlaşmaktadır. Robot yatırımlarının başlıca nedenleri, ağır ve tehlikeli işlerden insanların uzaklaştırılması ile tesislerdeki iş kazası ve mesleki hastalıklarının azaltılması ve üretimde hız ve kalitenin artmasıdır. Maliyet, üretim süresi, kalite ve işçi güvenliği açısından, üretimde robot kullanımı oldukça fayda sağlamaktadır. Üretimde robot hücresi kullanımı, detaylı bir fizibilite çalışması yapıp ihtiyaçlar iyi belirlenerek tasarlandığında birçok avantaj sunmaktadır. Kişilere bağımlı olmaktan çıkılarak kalite, maliyet, süre, iş güvenliği açısından manuel olarak üretilen ürünlere göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Covid-19 salgını sebebiyle geçtiğimiz üç yıl boyunca birçok tesiste üretimde aksamalar meydana gelmiştir. Vardiya boyunca sürekli tekrarlanan işlerde konsantrasyon kaybı sonucu iş kazası riski artmaktadır. Robot kullanımı ile insanların beden gücünden ziyade beyin gücü kullanımının artırılması hedeflenmektedir. Bu çalışma bünyesinde 1000'in üzerinde çalışan bulunduran seri üretim yapan bir fabrikanın yüzey işlem bölümünde yapılmış olup, çalışmada robot öncesi ve sonrası karşılaştırmalara yer verilmiştir. Robot entegrasyonu sonrası yıllık üretim adetinde %103 verim artışı ve iş kazalarında büyük ölçüde azalma gözlemlenmiştir. Özel tasarlanan makinelerin kullanımı ile çalışma ortamındaki toz oranı %90 oranında azaltılmıştır. Fabrikalarda robot kullanımının artması, yaygın olarak sanılan aksine çalışanların işlerini kaybetmesine neden olmaktan ziyade yeni iş kolları yaratmaktadır. İlerleyen zamanda, üretim tesislerinde robotik ve otomasyon sistemleri yaygınlaşarak insanların beden gücü kullanımının yerini beyin gücü alması öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Endüstriyel Robot, Robot Hücresi, Robot Entegrasyonu, İş Kazası, Meslek Hastalıkları.

## *Investigation of Industrial Robot Use in Industry in Terms of OHS*

**Abstract** – The use of industrial robots in the industry is rapidly spreading, although it is one of the first steps taken towards the establishment of smart factories with the development of technology. The main reasons for robot investments are the removal of people from heavy and dangerous work, the reduction of work accidents and occupational diseases in the facilities, and the increase in speed and quality of production. The use of robots in production is very beneficial in terms of cost, production time, quality, and worker safety. The use of robot cells in production offers many advantages when a detailed feasibility study is carried out and the needs are well defined. By getting rid of being depen-

<sup>1\*</sup> mustafahirlak@hotmail.com Orcid id: 0000-0002-4995-5794

<sup>2</sup> rustu.ucan@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0003-2389-8231

dent on people. For example, due to the Covid-19 epidemic, production disruptions have occurred in many facilities over the past 3 years. The risk of occupational accidents increases as a result of the loss of concentration in the work that is constantly repeated throughout the shift. With the use of robots, it is aimed to increase the use of brain power rather than body power of people. The study was carried out in the surface treatment department of a mass production factory with more than 1000 employees, and comparisons before and after the robot were included. After the integration of robots, an increase in efficiency of 103% in annual production and a significant decrease in occupational accidents were observed. With the use of specially designed machines, the dust rate in the working environment has been reduced by 90%. Contrary to popular belief, the increase in the use of robots in factories creates new business lines rather than causing employees to lose their jobs. In the future, it is foreseen that robotic and automation systems will become widespread in production facilities and brain power will replace the use of body power.

**Keywords** – Industrial Robot, Robot Cell, Robot Integration, Work Accident, Occupational Diseases.

## 1. Sanayide Endüstriyel Robot Kullanımının ISG Açısından İncelenmesi

İşyerlerinde robot kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Robotiğin yaygınlaşması, güvenlik ve sağlıkta iyileşmeler sağlamaktadır. Bunun başlıca sebebi robotların potansiyel olarak tehlikeli olan ortamlarda insanların yerini alabilmesidir. Robot kullanımının iş kazalarının önlenmesinde büyük etkisi vardır. Türkiye’de endüstriyel robotların %23’ü metal sanayinde, %35’i otomotiv sektöründe, %15’i kimya ve plastik sektörlerinde kullanılmaktadır. Kalan %27’lik orandaki robotlar tarımın dahi içinde bulunduğu çeşitli 30 sektörde faaliyet göstermektedir. Yüzey işlem olarak tabir edilen kesme, çapak alma, taşlama, zımpara, polisaj gibi işlemler genellikle döküm ve alüminyum ürünlerde uygulanmakta olup çalışan sağlığı ve güvenliği açısından birtakım riskler teşkil etmektedir. Bu prosesler manuel olarak (robot kullanılmadan) yapıldığında tehlikeli kesici delici ekipman kullanıldığından fabrikada en sık iş kazası görülen bölümler haline gelmektedir. Elektrikli el zımparası, hilti gibi ekipmanlar titreşim ile çalıştığından, günde yaklaşık 8 saat bu titreşime maruz kalan operatörlerde uzun vadede el-kol titreşim sendromu hastalıklarına yol açabilmekte ve KKD ekipmanları kullanılsa bile önüne geçilememektedir. Kullanılması oldukça tehlikeli ve dikkat isteyen testere üniteleri; teknik problem, dalgınlık gibi sebeplerden büyük yaralanmalara sebep olabilmektedir. Robotlar, işlenmiş parçaların yüzeyinde kalan fazla malzemeyi (çapakları) hızlı ve verimli bir şekilde alabilir. Zımpara, polisaj, çapak alma, taşlama gibi işlemler yapılırken, ürüne zarar vermemek için doğru miktarda basınç uygulamak önemlidir. Bu tür hassasiyet gerektiren işlemler robot kullanılarak yapıldığında, her çevrimde aynı yüzey kalitesine sahip ürün çıkartılabilmektedir. Zımpara, polisaj, taşlama, çapak alma gibi işlemler ortamda yüksek miktarda metal tozu bulundurduğundan özellikle solunum yollarında hasarlar meydana gelmesine sebep olabilirler. Göze metal tozu ve çapağı kaçması bu sektörde en sık karşılaşılan iş kazalarındandır, işçinin retina tabakasında zedelenmeler görülebilmekte, kalıcı görme bozuklukları meydana gelebilmektedir. Manuel zımpara, avuç taşlama makinelerinin uzun saatler kullanımı karpal tünel sendromuna sebep olabilmektedir. Yüzey işlemlerinde robot kullanımı işçiyi sağlıklı çalışma ortamından uzaklaştırır, ürün kalitesinde iyileşme sağlar.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, İstanbul’da faaliyet gösteren bir fabrikada yapılmıştır. Tesisin üretim bölümü kabaca; enjeksiyon, çapakhane, montaj, kalite birimlerinden oluşmaktadır. Çalışmanın yapıldığı bölüm enjeksiyon ve çapakhane birimlerini kapsamaktadır. Enjeksiyon ünitesinde farklı kalıplar kullanılarak yapılan farklı modeller ve boyutlarda alüminyum bloklar çapakhaneye getirilerek sırasıyla testerede yolluk kesme, çapak kırma, çapak alma, delme ve kılavuz açma işlemlerinden geçtikten sonra montaj birimine gönderilir. 8’er saatlik 3 vardiya olarak 24 saatlik kesintisiz çalışan çapakhane bölümünde toplamda 21 operatör



çalışmaktadır. Ölçümlerde 21 çalışanın işlemleri gerçekleştirdiği süreler ölçülüp ortalama alınmıştır. Robot hücresi projesi kapsamında 12 çeşit ürün bulunmaktadır. Ürünler, iki farklı model ve 6 farklı boydadır. Her ürün için, operatörler çalışma yaparken çevrim süresi ölçülmüş ve raporlanmıştır. Vardiya çalışması haftalık dönüşümlü olduğundan, ölçümler bir ay boyunca gündüz vardiyasında yapılarak tüm çalışanların süreleri tutulmuştur. Firmanın iş güvenliği uzmanı ile görüşülerek çapakhane bölümünde yaşanan iş kazaları raporları incelenmiş, alınması gereken önlemler tartışılmıştır. Saha gezilerek manuel proses incelenerek riskler gözlemlenmiştir. Maliyet çalışmaları fabrikanın iş geliştirme departmanı ile birlikte fizibilite çalışmaları kapsamında yapılmıştır.

## 2.1. Üretim Prosesi

Araştırma bir fabrikanın çapakhane bölümünde gerçekleştirilmiştir. Çapakhane bölümü; yolluk kesme, çapak kırma, çapak alma ve zımpara bölümlerinden oluşmaktadır. Üretim süreci; enjeksiyon makinesine alüminyum dökülerek şekillendirilmesi ile başlar. Sıvı formdaki alüminyum, makinenin içerisinde bulunan kalıbın şeklini alır. Hammadde olarak enjeksiyona giren alüminyum, yarı mamule dönüşüp blok haline gelir. Bu işlem bittiğinde yaklaşık 600 derece sıcaklığa ulaşmış ürün robot kol ile makineden alınarak paletin üzerine dizilerek birkaç saat boyunca soğumaya bırakılır. Bir sonraki süreçte, kalıp sebebiyle oluşan yolluk kısmı, şerit testere ile kesilir, gövde kanatlarında yine kalıp sebebiyle oluşan çapaklar hilti ile kırılır, aralarda kalan küçük boyutlu çapaklar ise freze ile alınır. Çapaklar temizlendikten sonra yüzey işlemi tamamlanmak üzere, ürünlere zımpara işlemleri uygulanır. Çapakhane temizlenen ürün, boya ve montaj operasyonlarından geçerek nihai haline getirilir.

## 3. Araştırma Bulguları

İncelenen ürünün üretiminde basınçlı döküm yöntemi kullanılmaktadır. Basınçlı döküm yönteminde, enjeksiyon ünitesi ile erimiş metalin belirli bir kuvvet ile kalıp boşluğuna itilmesi ile nihai ürün elde edilmektedir. Üretimde kullanılan kalıpların zamanla aşınması sebebiyle kalıpta çatlaklar oluşmakta, bu çatlaklardan sızan sıvı formdaki alüminyum ürün üzerinde çapak adı verilen istenmeyen parçacıklara sebep olmaktadır. Enjeksiyondan çıkan ürün montaja gitmeden önce bu çapakların alınıp ürünün nihai haline getirilmesi için çapakhane bölümünde birtakım işlemlerden geçmektedir.

### 3.1. Robotik ve Manuel Çalışma Maliyet Karşılaştırması

Tablo 1: Personel Yıllık Maliyet Tablosu

MANUEL	1 Çalışan Aylık Maliyet (TL)	1 Çalışan Yıllık Maliyet (TL)	3 Vardiya = 21 Çalışan Yıllık Maliyet (TL)	Toplam Yıllık Maliyet (Euro)
Maaş & Sigorta	9.016,00	108.192,74	2.272,032	140.098,00
Yemek	750,00	9.000,00	18.900,00	11.727,00
Servis	400,00	4.800,00	100.800	6.254,00
Toplam	10.166,00	121.992,00	2.561,832	158.965,00

- Proje kapsamında robotun yapacağı işlemleri mevcutta 8'er saatlik 3 vardiyada toplam 21 personel yapmaktadır.
- Ortalama personel maaşı aylık 6.000,00 TL olarak alınmıştır.
- Kişi başı yemek ücreti günlük 25 TL olarak alınmıştır.
- Kişi başı aylık servis ücreti 400 TL olarak alınmıştır.
- 15.05.2022 tarihli kura istinaden, 1 Euro = 16,12 TL olarak alınmıştır.

Tablo 2: Robotik Proje Maliyet Tablosu

MANUEL	1 Çalışan Aylık Maliyet (TL)	1 Çalışan Yıllık Maliyet (TL)	3 Vardiya = 21 Çalışan Yıllık Maliyet (TL)	Toplam Yıllık Maliyet (Euro)
Maaş & Sigorta	9.016,00	108.192,74	324.578,22	20.138,00
Robot Hücresi				100.000,00
Bakım & Onarım				1.200,00
Toplam				121.338,00

- Robotik projede ürünlerin paletten alınması amacıyla her vardiyada bir personel çalışması gerekmektedir. Bu nedenle robot hücresi maliyetine ek olarak üç personelin yıllık maaşı da Robotik Proje Maliyet Tablosuna eklenmiştir.

Tablolarda görüldüğü üzere, proje amortisman süresi 3,2 yıldır. Proje kapsamında yeni robot almak yerine eski robotun bakımının yapılıp yazılımı güncellenerek kullanılması ile, milli ekonomiye geri kazandırılmış olup, proje maliyeti yaklaşık olarak 40.000,00 Euro düşürülmüştür

### 3.2. Robotik ve Manuel Proseslerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Alüminyum döküm malzeme üretimi yapan bir fabrikada yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler doğrultusunda robotik sistemin; maliyet, süre, kalite, iş sağlığı ve güvenliği açısından daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir.

Firmanın robotik sistemi satın alma kararında; üretim kapasitesinde artış, ürün kalitesinde artış, kalifiye personel bulma zorluğu, artan personel maliyetleri, iş kazası riskleri ana maddeler olmuştur.

Robotik sistemlerin fabrikalara entegrasyonu ile çalışanlar, tozlu ortama ve kimyasal gazlara maruz kalma, ağır yük taşıma, ekipman kaynaklı kesi-yaralanma gibi durumlardan izole edilebilmektedir. Dökümhanede çalışan işçilerde uzun vadede alerjik astım, bronşit, akciğer problemleri görülebilmektedir. Tez aşamasında incelenen fabrikada çapak alma operasyonu sırasında yüksek miktarda alüminyum tozu meydana çıkmaktadır. Alüminyum tozu, ince ve yapışkan özelliğe sahip olduğundan ortam oldukça riskli bir hale gelmektedir. Firmada çalışma yapılan 120 kişilik bölümde ayda ortalama 10 göze çapak isabet etmesi, 1 kullanılan ekipman sebebiyle yaralanma vakası görülmektedir. Robotik sistem enteg-

rasyonu ile bu vakaların ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

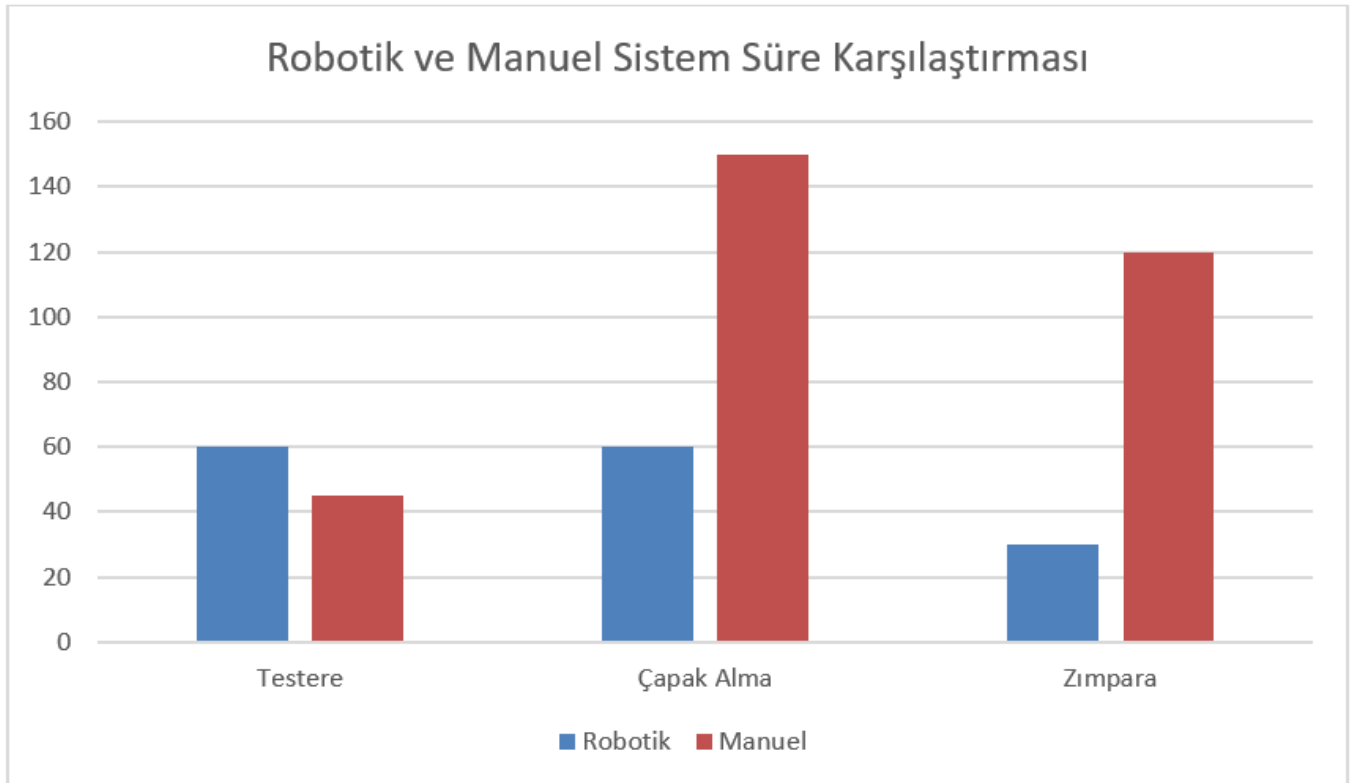
Vardiya boyunca sürekli tekrarlanan işlerde konsantrasyon kaybı sonucu iş kazası riski artmaktadır. Robot kullanımı ile insanların beden gücünden ziyade beyin gücü kullanımının arttırılması hedeflenmektedir. Fabrikalarda robot kullanımının artması, yaygın olarak sanılanın aksine çalışanların işlerini kaybetmesine neden olmaktan ziyade yeni iş kolları yaratmaktadır. Robotik sistem kurulumu öncesi testere, çapak alma, zımpara operatörü olarak çalışan personeller, kurulum sonrasında robot programlama ve hücre kullanımı konusunda eğitim alarak kendilerini geliştirme fırsatı bulmaktadırlar.

Çalışma süresince planlanmış ve planlanmamış duruşlar olması üretim hızını ve fabrika verimini etkilemektedir. Yemek, çay, tuvalet molaları robotik sistem entegrasyonu sonrası kazanılan süreler haline gelmektedir. Mevcut proseste kesme, çapak alma, zımpara işlemleri farklı bölümlerde yapıldığından; ürünlerin istasyonlar arası taşınma süresi prosesi yavaşlatmaktadır. Enjeksiyondan çıkan ürün çok yüksek sıcaklıklarda olduğundan dolayı saatlerce soğuması beklenmekte sonrasında diğer bölümlere taşınmaktadır. Kurulan robot hücresinde bulunan soğutma hücresi ile bekleme süresi kısaltılmış ve ürünün taşınması ihtiyacı ortadan kaldırılarak nihai haline gelene kadarki tüm işlemlerin tek hücrede gerçekleşmesi sağlanmıştır.

Üretimden çıkan ürünlerin kalitesi personelin tecrübesine ve el becerisine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu da fire, hurda, rework (yeniden işleme sokulması gereken) ürün adetlerinde artışa sebep olmaktadır. Robot kullanımı ile ürün kalitesi kişiye bağımlı olmaktan çıkarılıp her üründe aynı kalite sağlanmakta ve rötuş işleminde azalma görülmektedir.

Maliyet açısından karşılaştırma yapıldığında; personel maaş, sigorta, yemek, yol, mesai vb. ücretleri robotik sistem ile kıyaslanmış ve sistemin kendini 3,2 yılda amorti ettiği görülmüştür. Hesaplama yapılırken hurda ve fireye çıkan ürünlerin değerleri ve personel ikramiyeleri gibi ekstra ödemeler katılmamıştır. Manuel sistemde %100 performans ile hatasız çalışıldığı varsayılmıştır.

Şekil 1: Robotik ve Manuel Proses Süreleri



\*Sistemde kullanılan ekipmanların ömrünün daha uzun olması için makineler %100 hızda çalışmaktadır. Robotik çalışma hızlandırılabilir olup, tabloda belirtilen süreler %60 performansa ait gerçek çalışma süreleridir.

Süre çalışmaları henüz proje satın alınmadan, fizibilite çalışmaları için yapılmaya başlanmış ve proje kurulumu ve devreye alması sonlanana kadar devam etmiştir. Farklı vardiyalarda çalışan tüm operatörlerin farklı ürünler için süre ölçümleri yapılmış ve ortalama baz alınmıştır. Robot ile yapılan ürünlerin, -ürün modeli ve boyutuna göre değişmekle birlikte- manuel çalışmaya göre yaklaşık iki kat daha hızlı yapıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3: Manuel ve Robotik Operasyon Verim Hesaplaması

MANUEL OPERASYON	ROBOTİK OPERASYON
1 ürün = 107,4 s	1 ürün = 70 s
20 saatte toplam ürün adedi = $72,000/107 \cong 670$	23 saatte toplam ürün adedi = $82,800/70 \cong 1,183$
Yıllık ürün adedi = $365*670 = 212.795$	Yıllık ürün adedi = $365*1.183 = 431,795$
	%103 artış

\* Günlük çalışma; manuel operasyonda 20, robotik operasyonda 23 saat üzerinden hesaplanmıştır.

Yukarıda bahsedilen iş güvenliği, kalite, maliyet ve süre dışında diğer bir önemli avantaj, projede firmaya ait eski robotun değerlendirilmesi olmuştur. Projenin bu yönde ilerlemesi ile proje maliyeti %30 civarı düşmüştür. Firmanın elinde bulunan, haftada ortalama 2-3 vardiya çalışan robot, programının güncellenmesi ve eklenen makineler/ekipmanlar sayesinde 7/24 çalışabilir hale getirilmiştir. Yurtdışından yeni robot ithal edilmesinin, ekstra kablolama ve ekipman maliyetinin ve eski robotun hurdaya çıkmasının önüne geçilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, saha keşfi yapılarak fabrikada mevcut robotun kullanılabilirliği değerlendirilmiş, fabrika ihtiyacını karşılayacak robot hücresinde kullanılacak makine ve ekipmanlar belirlenmiş, tasarımları ve imalatı yapılmıştır. Farklı vardiyalarda hatta çalışan tüm operatörlerin işlem süreleri ölçülmüş ve robot ile karşılaştırılmıştır. Proje yaklaşık 12 ay sürmüştür. Entegratör robot firması ile projeyi satın alan firma birlikte fizibilite çalışmaları kapsamında iş güvenliği, maliyet, verim üzerinde çalışmalar ve ölçümler yapmıştır.

Robot hücresinin tasarımı esnasında iş sağlığı ve güvenliği birinci sırada tutulmuş, hız, maliyet, kalite kriterleri kapsamında geliştirme hedeflenmiştir. İşçi güvenliğinin sağlanması amacıyla robot çalışma alanı tel çit ile kapatılmış, kapı açıldığında sistemin durmasını sağlayacak sensör ve switchler eklenmiştir. Genel hücre güvenliği önlemleri haricinde proseste kullanılacak her makine ve ekipmanın tasarımı ve uygulaması esnasında oluşabilecek güvenlik açıkları tartışılmış ve gerekli önlemler alınmıştır. Bulgular bölümünde detaylı anlatıldığı üzere testere ünitesi kapalı kabini, otomasyon kontrollü açılan kapılar ve kapı açıkken sistem çalışmasını durduran kapı switchleri, zımpara ünitesinde bulunan toz toplama emiş sistemi, su haznesinde bulunan devir daim sistemi projede alınan güvenlik önlemleri arasındadır.

Proje fabrikaya kurulmadan önce dijital ortamda proje birebir kurularak simüle edilmiştir. Simülasyon programına, yapılan tüm tasarımlar eklenerek fabrikada kurulacak olan makine, ekipman ve çitletin yerleşimi belirlenmiştir. Güvenlik çitleri, robot erişim mesafesinin dışında kalacak şekilde konum-

landırılmıştır. Simülasyon programı yazılarak robotun erişimleri, oluşabilecek tehlikelerin öngörülmesi sağlanmış ve önlemler alınmıştır. Bu sayede kurulum esnasından itibaren meydana çıkabilecek kaza risklerinin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Tablo 4'te görüldüğü üzere robot hücresi öncesi kullanılan ekipman ve makineler üzerinde mevcut çalışma ortamında L tipi matris kullanılarak riskler derecelendirilmiş, şerit testere kullanımında yüksek derecede risk görülmüştür.

Tablo 4: L Tipi Matris ile Robot Öncesi Risk Değerlendirmesi

KONTROL ÜYAPILAN ALAN	Sıra No	TEHLİKE	TEHLİKE UNSURLARI	RİSK	DERECELENDİRME TABLOSU			
					OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	RİSK SEVİYESİ
Enjeksiyon Ünitesi	1	Yaralanma, Yanık	Yüksek sıcaklıkta ürün çıkması	Cilt Yanığı, iskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	3	3	9	O
Şerit Testere	2	Yaralanma	Çevresinde bir koruma olmayıp açık ünite olması, parçanın bir yere bırakılarak değil, el ile tutularak kesilmesi	Yaralanma, uzuv kaybı, iskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	4	4	16	Y
Elektrikli El Zımparası	3	Elektrik, Yaralanma	Kaçak olması durumunda elektrik çarpması, zımpara taşının parçalanarak sıçraması	Elektrik çarpması, iskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	3	3	9	O
Elektrikli Hilti	4	Elektrik, Yaralanma	Kaçak olması durumunda elektrik çarpması, el kol titreşimi sonucu kalıcı hasar	Elektrik çarpması, titreşime bağlı olarak kollar, omuz ve boyun kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları	4	3	12	O
Robotla Çalışma	5	Çalışma Ortamı Gözetimi, Yaralanma	Yaralanma, sıkışma	Çalışma alanı içinde robotla temas sonucu yaralanma	1	3	3	D

Tablo 5'te görüldüğü üzere robot hücresi sonrası kullanılan ekipman ve makineler üzerinde mevcut çalışma ortamında L tipi matris kullanılarak riskler derecelendirilmiş, insan faktörünün bulunmadığı çalışma ortamında bakım onarım gibi çalışmalar varsayıldığında çok düşük riskler tespit edilmiştir.

Tablo 5: L Tipi Matris ile Robot Sonrası Risk Değerlendirmesi

KONTROLÜ YAPILAN ALAN	Sıra No	TEHLİKE	TEHLİKE UNSURLARI	RİSK	DERECELENDİRME TABLOSU			
					OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	RİSK SEVİYESİ
Enjeksiyon Ünitesi	1	Yaralanma, Yanık	Yüksek sıcaklıkta ürün çıkması	Cilt yanıkları, iskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	1	1	1	Ç.D
Dikay Testere Ünitesi	2	Elektrikli Araçlar	Atık boşaltma alanının iletken yapıda olması	Elektrik çarpması	1	2	2	D
Çapak Alma	3	Metal Tozu	Bakım ve onarım alanında yaralanmaya sebep olabilecek metal tozu	Yaralanma	1	1	1	Ç.D
Zımpara Ünitesi	4	Havalandırma	Zımpara esnasında açığa çıkan tozun solunması	Solunum yolu hastalıkları	3	1	3	D
Soğutma Haznesi	5	Yaralanma Yanık	Yüksek sıcaklıkta ürün çıkması	Yaralanma	1	1	1	Ç.D

Tablo 6: Risklerin Kabul Edilebilirliği

RİSK SEVİYESİ	KABUL EDİLEBİLİRLİK	EYLEM
15, 16, 20, 25	KABUL EDİLEMEZ	Bu risklerle ilgili hemen çalışma yapılmalıdır. Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmaz veya devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulur. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenir.
8,9,10,12	DİKKATE DEĞER RİSK	Bu risklere mümkün olduğu kadar çabuk müdahale edilir. Müdahale sonucuna göre faaliyetin devamına karar verilir.
1,2,3,4,5,6	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	Acil önlem gerektirmeyebilir. Belirlenen riskleri azaltmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç yoktur. Ancak mevcut kontrollerin sürdürüldüğü ve bu kontrollerin devamlılığının sağlandığı izlenmektedir.

2022 yılında Yang ve arkadaşları tarafından yapılan “Robot Uygulaması ve Mesleki Yaralanmalar” konulu çalışmada, robot uygulamalarının gelişmekte olan ülkelerdeki mesleki yaralanmaları azaltmak için kullanımı araştırılmıştır. Çin’in Guangdong eyaletine dayalı bir veri seti kullanılarak robot uygulamasının ilk iki yılda mesleki yaralanma oranına etkisi incelenmiştir. Araştırmada, başta robot uygulamasının mesleki yaralanma oranında artış gösterdiği, sonrasında tam tersi olumlu etki göstererek iş kazalarında azalmalar sağladığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmaya göre iki yıllık veri incelendiğinde robot kullanımı sonrası mesleki yaralanmalarda %14’lük bir düşüş görülmüştür (Yang, 2022).

Çalışmada incelenen projenin seri ve yarı zamanlı toplam 5 aylık çalışma süresi boyunca bir iş kazası yaşanmamıştır. Çapakhane bölümünde proje kapsamındaki ürünlerin çapak alma proseslerinde çalışan 21 personelik ekipte aylık ortalama 2 iş kazası (sıklıkla göze çapak sıçraması sonuçlu kornea çizilmesi) yaşanırken, robot ile bu risk ortadan kaldırılmış ve projenin incelendiği süre boyunca robot kullanımının iş kazası sonucu yaralanma oranında olumlu yönde büyük ölçüde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Kalite bölümünde incelemeye alınan ürünlerin yüzeylerinde operatörlerin deneyimi, el becerisi vb. kaynaklı farklılıklar görülebilmektedir. Programlama yapılırken robotun gideceği her bir nokta kaydedilip her seferinde aynı konuma gittiğinden kalite açısından ürünlerde hiçbir farklılık görülmemektedir. Mavi yaka personelde kalifiye eleman bulma zorluğu sebebiyle ürünler arası kalite farkları çok fazla olabilmektedir. Robot hücresi kurulumu sonrası ilk üründe elde edilen kalite her seferinde aynı olmaktadır. Bu sayede, arıza durumları dışında fire ürün çıkmamakta, tekrar işlem gerekmemekte ve hem süreden hem kaliteden yana manuel işlemlere göre daha avantajlı hale gelmektedir.

Sonuç olarak; üretimde robot hücresi kullanımı, detaylı bir fizibilite çalışması yapıp ihtiyaçlar iyi belirlenerek tasarlandığında edildiğinde birçok avantaj sunmaktadır. Kişilere bağımlı olmaktan çıkılarak (Örneğin Covid-19 salgını sebebiyle geçtiğimiz 3 yıl boyunca birçok tesiste üretimde aksamalar meydana gelmiştir.) kalite, maliyet, süre, iş güvenliği açısından manuel olarak üretilen ürünlere göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. İlerleyen zamanda, üretim tesislerinde robotik ve otomasyon sistemleri yaygınlaşarak insanların beden gücü kullanımının yerini beyin gücü alması öngörülmektedir.

## Kaynaklar

A.Gürhan Fişek-Hedef : Çevre ve Meslek Hastalıkları , Petrol-İş'93-94 Yıllığı, s.320

Adolph, S., Tisch, M. and Metternich, J. (2014). "Challenges and Approaches to competency development for future production". Journal of International Scientific Publications–Educational Alternatives, 12(1), 1001-1010.

Ak, A. (2012). Otonom Robotlar. Erişim adresi: [https://www.academia.edu/6139459/END%C3%9CSTR%C4%B0YEL\\_ROBOTLAR](https://www.academia.edu/6139459/END%C3%9CSTR%C4%B0YEL_ROBOTLAR)

Akbulut, M. C. (2018). AÜ Beypazarı MYO - ISG Tarihsel Gelişim ve İlgili Kuruluşlar – Ünite 1. [Powerpoint slides]. Erişim adresi [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/101761/mod\\_resource/content/1/unite1.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/101761/mod_resource/content/1/unite1.pdf)

Askarpour, M., Mandrioli, D., Rossi, M. ve Vicentini F. (2016). SAFER-HRC: Safety Analysis Through Formal Verification in Human-Robot Collaboration. Italy.

Baltrusch, S. J., Krause, F., de Vries, A. W., van Dijk, W. and de Looze, M. P. (2021). "What about the Human in Human Robot Collaboration? A literature review on HRC's effects on aspects of job quality". Ergonomics, 1-22.

Baylan, O. (2019) Endüstriyel Robotların Tarihçesi. Erişim adresi: <https://www.metaluzmani.com/endustriyel-robotlarin-tarihcesi/>

Brougham, D. and Haar, J. (2018). "Smart technology, artificial intelligence, robotics, and algorithms (STARA): Employees' perceptions of our future workplace". Journal of Management & Organization, 24(2), 239-257.

Camkurt M. 2013) Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazalarının Meydana Gelmesi Üzerindeki Etkisi, 25(2)

Cerev, G. Ve Köseoğlu, Y. (2018), İş Sağlığı ve Güvenliği (17-19 ss), Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/profile/BoraYenihan/publication/337791809\\_IS\\_SAGLIGI\\_ve\\_GUVENLIGI\\_KAVRAMSAL\\_CERCEVE/links/5dea520f299bf10bc3452a6c/IS-SAGLIGI-ve-GUeVENLIGI-KAVRAMSAL-CERCEVE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/BoraYenihan/publication/337791809_IS_SAGLIGI_ve_GUVENLIGI_KAVRAMSAL_CERCEVE/links/5dea520f299bf10bc3452a6c/IS-SAGLIGI-ve-GUeVENLIGI-KAVRAMSAL-CERCEVE.pdf)

Çiçek Ö. Ve Öçal M. (2016). "Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi". Emek ve Toplum Dergisi, 11(2)

Dağlı, M., İnsan Robot İşbirliği: Kolaboratif Robolar, Mühendis ve Makine Dergisi

Devasia, A. (2021). "What are Cartesian Robots", Control Automation from <https://control.com/technical-articles/what-are-cartesian-robots/>

Dişlitaş, S. (2015). Endüstriyel Robot Programlama. Erişim adresi: [https://www.academia.edu/29171525/End%C3%BCstriel\\_Robot\\_Programlama](https://www.academia.edu/29171525/End%C3%BCstriel_Robot_Programlama)

Dişlitaş, S. (2018). Hitit Üniversitesi- HERPE- METEG -Ünite 1: Endüstriyel Robotlara Genel Bakış. [Powerpoint slides]. Erişim adresi: [http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/serkandislitas\\_20.02.2018\\_0P7A.pdf](http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/serkandislitas_20.02.2018_0P7A.pdf)

Erdinç, A. (2020) – TÜV Nord,Endüstri Otomasyon Dergisi-Endüstriyel Robotlar ve Emniyet.

Fidanboy, C. Ö. (2022). Human and Robot Employees in the Future of Businesses: An Evaluation in the Context of Society 5.0 . Equinox Journal of Economics Business and Political Studies , 9 (1) , 107-127 . DOI: 10.48064/equinox.1066170

Filizöz, B. ve Orhan, U. (2018). "İnsan kaynakları yönetimi bağlamında endüstri 4.0: Bir yazın çalışması". Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(2), 110-117.



- Gihleb, R. ve ark. (2022) "Industrial Robots, Workers Safety and Health", Labour Economics
- Gök, H. , Akyazı, Ö. & Sahın, E. (2020). Genel Amaçlı Kübik Bir Robot Tasarımı ve Uygulaması. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 10 (1), 111-120 . DOI: 10.31466/kfbd.714331.
- Gu, E.Y.L., (2013). Introduction to Robotics and Digital Human Modeling. A Journey from Robot to Digital Human, Modeling and Optimization in Science and Technologies, vol 1., 1-13, Springer, Berlin, Heidelberg
- Gürgüze, G., Türkoğlu, İ., (2018). Kullanım Alanlarına Göre Robot Sistemlerinin Sınıflandırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 31(1), 53-66.
- "İş Sağlığı ve Güvenliği Protokolü Türkiye" (2016). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Genel Yayın No: 62 Erişim adresi: <https://www.csgb.gov.tr/medias/4578/kitap09.pdf>
- Jiang, B.C. ve Gainer, C.A., Jr, 1987. A cause-and-effect analysis of robot accidents. Journal of Occupational Accidents, 9: 27-45.
- Karacıgan, A. O. (2021), "İş Birlikçi Endüstriyel Robotlarda İş Güvenliği ve Risk Analizi Yaklaşımları"
- Karakurt, Ü. ve ark. (2012). Acil Tıp ve İş Kazaları. Erişim adresi: [https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article\\_22092/EAJEM-11-227-En.pdf](https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_22092/EAJEM-11-227-En.pdf)
- Karatay, C. (2020) Robot Yatırımları Dergisi: Etkileşim (2022) Erişim adresi: <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/turkiye-de-endustride-isbasina-gecen-robot-sayisi-h104887.html>
- Kurt, D. , Bozoklu, Ü. "Robot Ekonomisinin Yükselişi". Sosyal Bilimler Metinleri 2019 (2019 ): 25-47
- Kurt, D. ve Bozoklu, Ü. (2019). Robot Ekonomisinin Yükselişi. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/712252>
- Lius, L. A. (2021). The Future of Robotics, ARCADEA (20) from [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/371594/Lius\\_Lynsey.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/371594/Lius_Lynsey.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- McKinsey Global Institute. (2017). A Future That Works: Automation, Employment and Productivity.
- Michaels, D. (2015). Adding Inequality to Injury: The Costs of Failing to Protect Workers on the Job. PewResearchCenter. (2014). Digital Life in 2025. AI, Robotics, and the Future of Jobs.
- Rafioğlu, G. (2011) "Çevre ve İş Güvenliği Açısından Endüstriyel Tıp Motor Üretimi Yapan Bir İşletmede Risk Değerlendirme Uygulaması"
- Robot Teknolojilerinde Son Durum, Endüstri Otomasyon Dergisi, Erişim adresi: <http://www.endustriomotasyon.com/tr/icerik/sayfa/robot-teknolojilerinde-son-durum>
- Şen, M., Dursun, S. ve Murat, G. (2018). Türkiye'de iş kazaları: Avrupa birliği ülkeleri bağlamında bir değerlendirme. OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 9(16), 1167-1190. DOI: 10.26466/opus.463211
- Takigawa, T. (2002), The current state of workers' pneumoconiosis in relationship to dusty working environments in Okayama Prefecture, Japan, Acta Medica Okayama.
- Thomas M. Stepien, Larry M. Sweet, Malcolm C. Good, Masayoshi Tomizuka, Control of Tool/Workpiece Contact Force with Application to Robotic Deburring, IEEE Journal Of Robotics And Automation, 1987; 7-18.
- Türkiye'nin Endüstriyel Robotları, GE Türkiye Blog. (2017, 5 Şubat). Erişim adresi: <https://geturkiyeblog.com/turkiyenin-endustriyel-robotlari/>
- Wall ve Andes (2015), Robots Seem to Be Improving Productivity,Not Costing obs. Harward Business Review. Retrieved February 10, 2019 from <https://hbr.org/2015/06/robots-seem-to-be-improving-productivity-not-costing-obs>

ving-productivity-not-costing-jobs

- Y. Hamida El Naser , G. Atalı , D. Karayel ve S. S. Özkan , “Prototyping an Industrial Robot Arm for Deburring in Machining”, Academic Platform - Journal of Engineering and Science, c. 8, sayı. 2, ss. 304-309, May. 2020, doi:10.21541/apjes.601867
- Yamafuji, K. (2018). “Development of SCARA Robots” J. Robot. Mechatron., Vol.31, No.1, pp. 10-15, 2019.
- Yang, S. ve ark. (2022), “Robot application and occupational injuries: Are robots necessarily safer?”, Safety Science.
- Yankın, F. B. (2019). “Dijital dönüşüm sürecinde çalışma yaşamı”. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(2), 1-38

# Denetimli Makine Öğrenme Algoritmalarıyla İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesi

**Adnan KARABULUT<sup>1\*</sup>, Mehmet BARAN<sup>2</sup>, Ergün ERASLAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> İnşaat Müh., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Endüstri Müh., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye

**Öz** - İş Sağlığı ve Güvenliğinde (İSG) temel amaç, proaktif bir yöntemle İş Kazalarını (İK) ve Meslek Hastalıklarını (MH) önlemektir. İşverenlerin risk değerlendirmesi yapması, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi çalıştırması zorunludur. Birçok ülkede iş müfettişleri ile denetimler yapılmakta ve özel şirketler İSG hizmeti vermektedir. Ancak, işçi, malzeme, iş alet ve ekipman akışının çok hızlı olduğu petrokimya ve rafineriler gibi büyük sanayi tesislerinde yetkililerin iş güvenliğini izlemesi zorlaşmaktadır. İşyeri kapasitesi, çalışan sayısı ve malzeme akışı arttıkça iş kazaları ve meslek hastalıklarının türü ve sayısı da artmaktadır. Yapay Zekâ (YZ) teknolojileri bu takipleri kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı İK ve MH'na neden olan etkenlerin proaktif şekilde denetimli makine algoritmalarıyla önlenmesini araştırmak ve işletmedeki yöneticilere önerilerde bulunmaktır. Yöntem kapsamında, sciencedirect, scopus, googlescholar veri tabanları üzerinde Liteartür taraması yapılmıştır. Hangi sektörlerde ne tür algoritmaların kullanıldığı incelenmiştir. 1943 yılında nörobilimci McCulloch ve matematikçi Pitts ile 1950'de Alan Turing teorik çalışmalarından sonra Arthur Samuel 1959'da Denetimli Makine Öğrenimi (DMÖ) tekniğini geliştirdi. Literatürdeki çalışmalara göre sensörlerle toplanan veriler, Nesnelerin İnterneti (Nİ) üzerinden bulut bilişimde saklanmaktadır. Bu veriler eğitilip test edilmiş ilgili MÖ'si algoritmalarına beslenerek, İK ve MH'na neden olan faktörler önceden belirlenmektedir. DMÖ ile ses, görüntü, sağlık, konum ve ortam verilerinin yanı sıra mesafe, seviye ve basınç gibi fiziksel parametreler de takip edilebilmektedir. DMÖ ile iş araçlarının bakım ve takibinin yanı sıra, işçinin güvenliği ve konumu da izlenebilmektedir. Sonuçta, denetimli makine öğrenmesi algoritmaları ile İK ve MH'na neden olan faktörler proaktif olarak tespit edilerek, işletmelerin İSG performansı artırılabilir. İşverenlerin bu kapsamdaki yatırımları, karşılacakları tazminatları da azaltacaktır.

**Anahtar Kelimeler** – Algoritma, iş kazası, meslek hastalığı, sensör.

## *Prevention Of Work Accidents and Occupational Diseases With Supervised Machine Learning Algorithms*

**Abstract** – The main goal in Occupational Health and Safety (OHS) is to prevent Occupational Acci-

<sup>1\*</sup> adnan.karabulut@hotmail.com

<sup>2</sup> mehmet.baran@ybu.edu.tr Orcid id: 0000-0001-6674-7308

<sup>3</sup> eraslan@ybu.edu.tr Orcid id: 0000-0002-5667-0391

\*Sorumlu yazar / Corresponding Author: Adnan KARABULUT adnan.karabulut@hotmail.com, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

dents (OA) and Occupational Diseases (OD) with a proactive method. It is obligatory for employers to carry out risk assessments and to employ occupational safety specialists and occupational physicians. In many countries, inspections are carried out with labor inspectors and private companies provide OHS services. But, it is difficult for the authorities to monitor occupational safety in large industrial facilities such as petrochemicals and refineries, where the flow of workers, materials, work tools and equipment is very fast. As the workplace capacity and number of employees and material flow increase, the type and number of occupational accidents and occupational diseases also increase. Artificial Intelligence (AI) technologies facilitate these follow-ups. The aim of this study is to investigate the proactive prevention of the factors that cause OA and OD with supervised machine algorithms and to make suggestions to the managers in the enterprise. Within the scope of the method, a literature search was conducted on sciencedirect, scopus, googlescholar databases. What kind of algorithms are used in which sectors are examined. After theoretical work with neuroscientist McCulloch and mathematician Pitts in 1943 and Alan Turing in 1950, Arthur Samuel developed the Supervised Machine Learning (SML) technique in 1959. According to studies in the literature, data collected with sensors are stored in cloud computing over the Internet of Things (IoT). These data are fed into the related ML algorithms that have been trained and tested, and the factors causing OA and OD are determined in advance. In addition to sound, image, health, location and environment data, physical parameters such as distance, level and pressure can also be followed with SML. The safety and location of the worker can be monitored, as well as the maintenance and follow-up of work vehicles with SML. As a result, the OHS performance of enterprises can be increased by proactively identifying the factors that cause OA and OD with supervised machine learning algorithms. Investments by employers in this context will also reduce the compensation they will encounter.

**Keywords** – Algorithm, occupational disease, sensor, work accident.

## 1. Giriş

İş kazaları ve meslek hastalıklarıyla ilgili ekonomik maliyetler, ülke tahminlerinde GSYİH'nın %1,8 ila %6,0'ı arasında değişmekte olup, ILO'ya göre ortalama %4'tür (Takala vd., 2012). Bir çalışmada (Leigh vd., 1999) her yıl 100 bin kişinin iş kazalarında, 700 bin kişinin meslek hastalıklarından öldüğü bildirilmiştir. 1999'dan 2021 yılına kadar geçen sürede ölüm sayıları kuşkusuz artmıştır.

Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO, 2021) göre dünyada 2,84 milyarlık bir iş gücü var. Her yıl 270 milyon iş kazasında 400 bin, 160 milyon meslek hastalığında 2 milyon işçi hayatını kaybetmektedir. 2011 yılında Almanya'da ortaya çıkan Endüstri 4.0, son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Endüstriyel yapay zekâ, genel yapay zekânın yanında daha önemlidir (Peres vd., 2020). Endüstri 4.0 kapsamında YZ kullanan İSG teknolojileri ile İK ve MH'nı önlemek mümkündür. Büyük veri ile nesnelerin interneti (Nİ), bulut bilişim, robotik sistemler, artırılmış ve sanal gerçeklik gibi YZ teknolojileri İSG performansını artırmaktadır (Çelik, 2019).

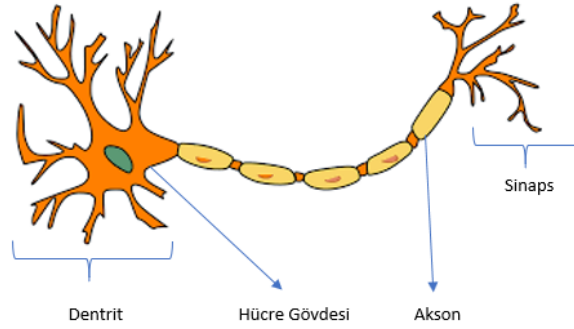
Gerek denetimli makine öğrenimi, gerekse denetimsiz makine öğrenimi ile makine öğreniminin daha gelişmiş hali olan derin öğrenme algoritmaları sahadan alınan gerçek zamanlı verilerle beslenmektedir. Denetimli makine öğrenmesinde derin öğrenmenin aksine, veriler etiketlenmekte, sistem eğitilip ardından test edilmektedir. Derin öğrenme ise makine öğrenmesinin daha gelişmiş hali olup sisteme müdahale edilmemektedir.

Tesla firmasının çalıştığı sürücüsüz arabalar derin öğrenmesinin en ileri ve güncel örneğidir. Mevcut çalışmada, denetimsiz makine öğrenimi ve derin öğrenmenin ayrıntılarına girilmeden, denetimli makine öğreniminin iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemedeki durumu incelenmiştir.

### 1.1. Denetimli Makine öğrenmesi algoritmaları

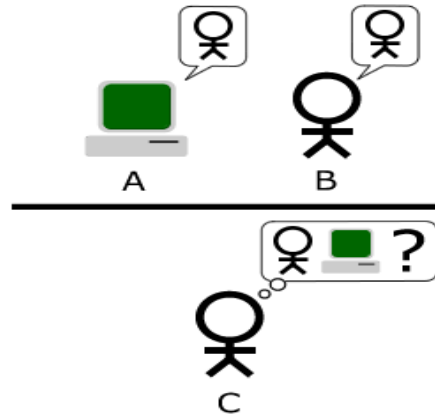
Sinir bilimci McCulloch ve matematikçi Pitts 1943 yılında yayınladıkları “*Sinirsel aktivite niçin matematiksel hesaplama*” adlı makalede, bir nöronun biyolojik çalışmasını matematiksel olarak modellemişlerdir. Nöronun uçlarında bulunan dendritler dış aldıkları giriş değerlerini ağırlıkları oranında çarparak nöronun merkezine iletmektedir.

Nöron merkezinde toplanan çarpımlar, eşik değeri aşarsa akson üzerinden sonraki nöronların uçlarına (dendritlerine) iletilmektedir (Şekil 1). 1943’te McCulloch ve Pitts’in önerdiği bu model, ağırlık, iletim ve hücre gövdesi hakkında bir hesaplama içeren basit bir model olarak kabul edilebilir (Wu vd., 2019).



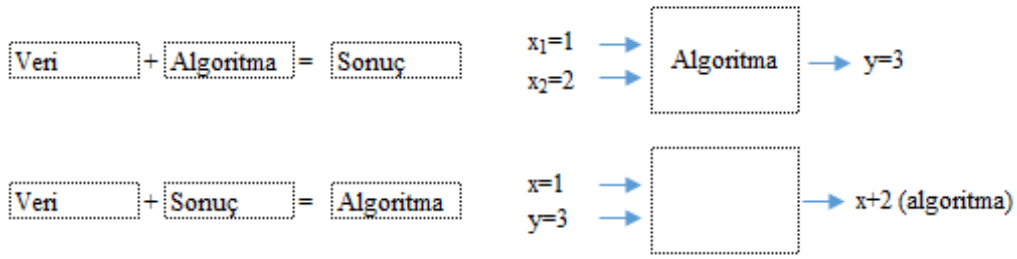
Şekil 1. McCulloch and Pitts nöron modeli

1950 yılında Alan Turing, Makine düşünebilir mi? Adlı makalesinde, Turin testini geçen makinenin (yazılımın/robotun) insan zekâsına sahip olacağını belirtmiştir. Turing testinde bilgisayardan yazarak soru soran sorgucu bulunmaktadır (Şekil 2’de C). Perdenin arkasında bir gerçek kişi (Şekil 2’de A) ve makine (Şekil 2’de B) yine yazarak cevap vermektedir. Sorgucu cevaplardan, hangisinin insan olduğunu belirleyemezse, makine Turin testini geçmektedir. Günümüze kadar Eugene Goostman adlı bilgisayar % 33 başarı sağlamıştır (Ingram, 2014).



Şekil 2. Turing testi modeli

1956 yılında McCharty, Dartmouth konferansında, yapay zekâ terimini önermiştir. McCharty, tüm nöronların algoritması yazılabilirse, insan zekâsı gibi karar veren yapay zekânın 2050 yılına kadar oluşturulabileceğini belirtmiştir (Moore, 2006). 1950’li yıllarda, İnsan beyinde  $10^{11}$  nöron olduğu ve her nöronun onbinlerce bağlantısının ve sonuçta milyarlarca olasılık olduğu belirtilerek tüm nöronların algoritmasının yazılamayacağı teorik çerçevede tartışılmıştır. Bu sorunu aşmak için 1959 yılında Arthur Samuel programlanmadan bilgisayarlara öğrenme yeteneği olan Makine Öğrenmesini bulmuştur (Alzubi vd., 2018). Şekil 3’de görüldüğü gibi, klasik programlamada,  $X_1$  ve  $X_2$  değerleri girilerek Y bulunmaktadı. Makine öğrenmesinde X ve Y değerleri girilerek  $X+2$  değeri bulunmaktadır.



**Şekil 3.** Makine öğrenimsel modeli

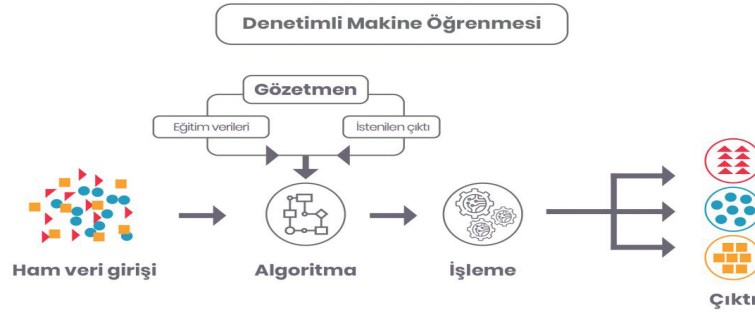
Makine öğrenmesinin, denetimli, denetimsiz, yarı denetimli ve pekiştirilmiş öğrenme alt dalları bulunmaktadır. Bu çalışmanın konusu kapsamında sadece denetimli makine öğrenimi incelenmiştir. Makine öğrenimi verilerden öğrenmeyi amaçlayan bir bilgisayar bilimi dalıdır (Jiang vd., 2020). Şekil 3'deki yapı denetimli makine öğrenmesinin bir modelidir. Denetimsiz makine öğrenmesinde sadece veriler sisteme girilmektedir.

Denetimli makine öğrenmesinde sistem veri ve sonuçlarla eğitilmektedir. Literatür çalışmalarına göre verilerin %80'i eğitim için %20'si test için kullanılmaktadır. Makine öğrenimi ile açıklama, tahmin ve nedensel çıkarım yapılabilmektedir (Hernán ve., 2019).

## 1.2. Denetimli Makine algoritmalarının eğitimi ve testi

Makine öğrenimi, güvenlik teorileri, tıp, bilgi teknolojisi, istatistik, olasılık, psikoloji, nörobiyoloji, finans, mühendislik gibi birçok disiplinde yaygın kullanılmaktadır. Makine öğrenimi algoritmasının görevi, kalıpları bulmak ve matematiksel modeller oluşturmaktır. Makine öğrenmesi algoritmalarının verimli çalışması için seçilen verilere göre en iyi modelin oluşturulması gerekmektedir (Suthaharan, 2016). Makine öğreniminde; denetimli, denetimsiz, yarı denetimli, takviye, aktarım ve öğrenmeyi öğrenme olmak üzere altı farklı metot bulunmaktadır (Nateski, 2017). Denetimli makine öğreniminde etiketli verilerle sınıflama ve regresyon (tahmin) yapılırken, denetimsiz öğrenimde etiketsiz verilerle gruplama yapılmaktadır. Denetimli makine öğrenmesinde sürekli verileri için regresyon, karar ağaçları ve rasgele ormanlar gibi algoritmalar kullanılırken, kategorik veriler için en yakın komşu, ağaçlar, lojistik regresyon, naive bayes ve destek vektör makineleri gibi sınıflama algoritmaları bulunmaktadır ve her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Bhavsar vd., 2012). Genel olarak makine öğrenmesinde, görev sırasında edinilen tecrübeden öğrenilmelidir (Brynjolfsson vd., 2018). E postalarının spam veya normal posta olarak sınıflanması görevinde (T), kişinin e postaları işaretlemesi tecrübesinden (E) doğru sayıda sınıflanmış e posta sayısı makine öğrenmesinin performansı (P) olarak kabul edilmektedir (Shetty vd., 2022).

Makine öğrenimi istatistik ve öğrenme süreçlerini birleştirdiğinden, verimliliği çalışması için eğitimi ve testi önemlidir. Literatürde verilerin %80'ini eğitim, %20'si test için kullanılmaktadır (Muhammad vd., 2020). Şekil 4'de görüldüğü gibi, sistem metin, doküman ve fotoğraflarla eğitildikten sonra test edilmektedir. Örneğin bin adet akciğer filmi ve Corona sonuçları var ise, sekiz yüzü sisteme etiketlenerek işlenir. Kalan 200 adetden 100'ünün pozitif ve 100'ünün negatif olduğunu düşünelim. Sistem 100 pozitifin 95'ini ve 100 negatifin 90'ını tespit edebiliyorsa makine öğrenimi ortalama %92,5 doğrulukla yeni akciğer filmlerinde Corona teşhisi yapabilir.



**Şekil 4.** Denetimli makine öğrenme modeli

Denetimli makine öğrenimi algoritmasının ne derece sağlıklı sonuç verdiğini belirten göstergeler karışıklık matrisinde bulunmaktadır (Şekil 5). Doğru negatif (TN) ve doğru pozitif (TP) olanlar ne derece yüksek oranda bilinirse algoritma o derece verimli sonuçlar sağlayacaktır, (Choudhary vd., 2017).

		Tahmin edilen sonuç	
		0	1
Gerçek sonuç	0	DN	YP
	1	YN	DP

**Şekil 5.** Denetimli makine öğrenme modeli

Denetimli makine öğrenimsi algoritmalarının verimliliğini belirlemek için literatürde aşağıda verilen ölçütler kullanılmaktadır (Ciortuz, 2008).

- Doğruluk:  $Acc = (DP + DN) / (DP + DN + YP + YN)$
- Hassasiyet:  $P = DP / (DP + YP)$
- Geri Çağırma (veya: hassasiyet):  $R = DP / (DP + YN)$
- F ölçüsü:  $F = 2 * P * R / (P+R)$
- Özgüllük:  $Sp = DN / (DN + YP)$
- Sonlandırma:  $= YP / (DN + YP)$
- Mathew's Corr. Katsayı:  $MM = (DP * DN - YP * YN) / [(DP + YP) * (DN + YN) * (DP + YN) * (DN + YP)]^{0.5}$

Başka bir çalışmada WEKA 3.7.13 kullanılarak, çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının verimlilikleri karşılaştırılmıştır (Osisanwo vd., 2017). Çalışmada, veri ve öznitelik sayısı arttıkça tüm denetimli algoritmaların verimliliklerinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak daha güçlü makine öğrenimi algoritmaları için eğitim ve test verilerinin aynı dağılımdan alınmaması önemlidir (Bagnell, 2005). Denetimli makine öğrenme algoritmalarının verimlilikleri farklı olabilmektedir, Covid19 tespitinde (Muhammad vd., 2020) kullanılan algoritmaların verimlilikleri Tablo 1'deki gibi tespit edilmiştir.

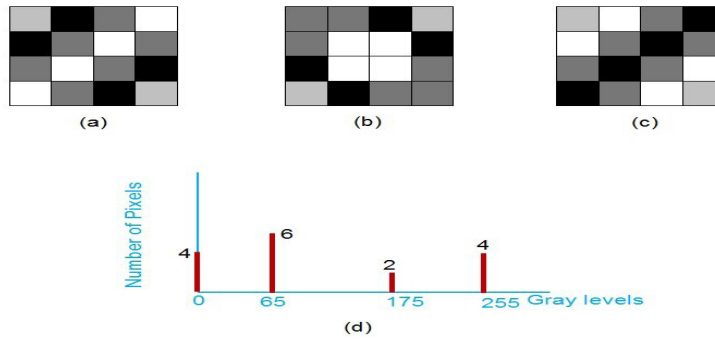
**Tablo 1.** Denetimli makine öğrenme algoritmaları performans değerleri

Model	% Doğruluk	% Duyarlılık	% Özgüllük
Karar ağacı	94.99	89.20	93.22
Lojistik regresyon	94.41	86.34	87.34
Navi bayes	94.36	83.76	94.30
Destek vektör makineleri	92.40	93.34	76.50
Yapay sinir ağları	89.20	92.40	83.30

İş sağlığı ve güvenliğinde, iş akzasına ve meslek hastalıklarına neden olacak etkenlerin makine öğrenmesi ile önceden tespiti mümkündür. Bu kapsamdaki uygulamaların daha iyi anlaşılması için bilgisayar dilinde metin ve görüntü işlemenin nasıl olduğu önem kazanmaktadır.

### 1.3. Denetimli Makine algoritmalarında metin ve görüntü işleme

Görüntü işleme, bilgisayar görmesinin yalnızca bir yönüdür ve Python'da test edilebilir. Görüntüler sisteme girildiğinde, piksellere bölünerek, her pikselin renk değeri hesaplanmakta (beyaz:1 siyah:0 ve ara renkler 0-1 arası) ve böylece benzeyen resimler tespit edilmektedir. Şekil 7'de görüldüğü gibi hangi girilik seviyesinde kaç piksel olduğu görülmektedir. Grilik seviyesi 0 demek beyaz demektir.

**Şekil 7.** Resim işleme

Bir metnin tıp, ekonomi vb hangi sınıfa girdiğinin tespiti metin işlemeye örnek verilebilir. Tablo 2'de görüldüğü gibi C1,C2,C3 ve C4 cümleleri sistemde sırasıyla sağlık, felsefe, ekonomi ve spor olarak etiketlenmiştir. 5 nolu cümle (C5) sisteme girildiğinde en çok benzerliği C4 ile gösreceğinden spor metni olarak tespit edilecektir.

**Tablo 2.** Metin işleme modeli

C1	tansiyonu ölçmek	sağlık
C2	dürüstlükte yalan	felsefe
C3	Dövizle borsa	ekonomi
C4	ligde fenerbahçe skor	spor

C5:Fenerbahçe iyi bir skorla ligde birinci olunca borsa değerini ölçmek zor olacak

	tansiyon	ölçmek	dürüstlükte	yalan	dövizle	borsa	ligde	fenerbahçe	skor
C1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
C2	0	0	1	1	0	0	0	0	0
C3	0	0	0	0	1	1	0	0	0
C4	0	0	0	0	0	0	1	1	1



## 2. Mevcut çalışmanın amacı

Bu çalışmada makine öğrenmesi algoritmaları ile görüntü, ses (titreşim), basınç gibi fiziksel değerlerle, çalışma ortamındaki termal veriler ile iş ekipmanlarındaki kritik çalışma değerlerinin takip edilerek iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi araştırılmıştır. Literatür ve sanayi uygulamalarına göre işletmelerde söz konusu verilerin gerçek zamanlı takibinde daha çok denetimli makine öğrenimi algoritmaları kullanıldığından diğer makine öğrenimi algoritmaları incelenmemiştir. Çalışmada, proaktif şekilde iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olan etkenlerin tespitine genel bir bakış açısı sağlanmak amaçlanmıştır.

## 3. Metodoloji

Yapay Zekânın alt dalları olan makine öğreniminin önemine değinildikten sonra denetimli makine öğrenimi algoritmaları teorik geçmişi ile incelenmiş ve eğitim ile testlerinin nasıl yapıldığı belirtilmiştir. Denetimli makine öğrenmesinde görüntü, ses (titreşim), basınç gibi verilerin nasıl işlendiği incelendikten sonra iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olan etkenlerin proaktif şekilde tespiti kapsamında uygulamada literatürde yapılan çalışmalar incelenerek işletmecilere önerilerde bulunulmuştur.

## 4. Literatür araştırması

Ölümcül yaralanmalar açısından tarım, madencilik, petrol, ulaşım ve inşaat önde gelen sektörlerdir. PubMed, Google Scholar ve Scopus arama motorları kullanılarak bu sektörlerde İSG alanında iş kazaları gerçekleşmeden ve meslek hastalıkları oluşmadan ilgili etkenleri MÖ algoritmalarıyla tespiti incelenmiştir. Bir çalışmada (Pishgar vd., 2021) ABD’de tarım, madencilik, petrol, ulaşım ve inşaat sektörlerinde yapılan çalışmada bu sektörlerde kullanılan sensörler ve ilgili MÖ algoritmaları tespit edilmiştir. Robotların, sensörlerle gördüklerini doğru bir şekilde tanıma yetenekleri %90’a kadar artmış bulunmaktadır (Tkach vd., 2011). Tarım, madencilik, petrol, ulaşım ve inşaat sektörlerinde kullanılan sensörler ve makine öğrenme algoritmaları bir arada görülmektedir (Tablo 3)

**Tablo 3.** Makine öğrenim algoritmaları ve sensör bilgileri

Sektör	Sensörler	MÖ algoritmaları
Tarım	Laser, Kamera, EEG, Ultrasonic, GPS, Infrared Laser, Basınç, İvme, Ses	Sinyal algılama teorisi, SDT, SVM, Görüntü işleme, Doğrusal karışık model
Petrol	Sıcaklık, Basınç, Gaz, RFID, Akış, Ses, Nem, Rüzgar, GPS	SVM, GMM, KNN, ANN, Dönüştürme, Yerelleştirme
Madencilik	Hareket, Hız, Dönme, Manyetometre, GPS, Nem, Ses, Sıcaklık, Gaz, Toz, Nabız, Kızılötesi, Kamera, Sigara	Görüntü işleme, ANN, DT, RF
Ulaşım	Kızılötesi, kamera, EMG, Basınç, Araç, ECG, PPG, EOG, EEG, Hız, Dönme	GMM, Helly model, ANN, CNN, Bayes nöral ağlar, Dijital sinyal, İşleme, Bulanık nöral ağlar, Derin öğrenme, İkili karar, Sınıflama, ANN, NN, CNN
İnşaat	Basınç, Hareket, Hız, Ses, Dönme, Basınç, Elektromiyografi, Kamera, Titreşim, Ortam	SVM, ANN, KNN, RBF, PPCA, LDA, GMM, HMM, Yüksek seviye bulanıklık, Petri ağı, Karar ağacı, Bilgisayar görmesi, Navei bayes, Desen eşleştirme, Markov zinciri

#### 4.1. Tarım sektörü

Tarımda pestisit kullanımı, biçerdöverlere kapılma, traktör devrilmesi, güneş çarpması gibi tehlikeler bulunmaktadır. Tarım robotları, ekim, mahsul yönetimi ve hasat sırasında ağır işleri yapmaktadır. İlaçlama ve su sulama prosedürleri, aşılama ve kesme, ot ayıklama, budama, mahsullerin izlenmesi, haritalama, hava koşullarının takibi ve depolanma gibi işlerde, denetimli makine öğrenimiyle en ideal koşullarda iş yapıldığından iş kazası ve meslek hastalıkları önlenmektedir. GPS, LIDAR, İnsansız Hava Araçları, Drone ile tehlikeli alanlar önceden belirlenerek işçilerin gitmesi önlenmektedir (Feritias vd., 2012). Yarı otonom cihazlarla pestisitlerin etkili püskürtülme alanı tespit edilmektedir. Tarım uçağı gibi gürültülü araçları kullanan işçilerinin maruz kaldığı titreşim takip edilebilmekte ve meslek hastalığı önlenebilmektedir (Calvo vd., 2018)

#### 4.2. Petrol sektörü

Petrol sektöründe yer altından çıkarılan ham petrol ve doğalgaz borularla taşınarak rafinerilerde işlenmekte ve motorin, benzin, doğalgaz gibi ürünler olarak tüketiciye sunulmaktadır. Sensörlerle endüstriyel operasyonların yanı sıra işçilerin güvenliği ve sağlığı ile iş ekipmanları takip edilmektedir. Petrol ve gaz sektöründe arama, sondaj, rezervuar mühendisliği, üretim operasyonlarında da makine öğrenimi algoritmaları kullanılmaktadır. Delme, inceleme ve erozyon kontrolü gibi zorlu işlerde akıllı robotlar kullanılmaktadır. Sıcaklık veya gaz seviyelerindeki artış tehlike olduğundan kuyular seviye, sıcaklık ve gaz sensörleriyle takip edilmekte (Barani vd., 2013). tehlikedeki çalışanlar GPS ile izlenmektedir.

- Ham petrol, doğalgaz ve bunlardan elde edilen ürünler taşınırken tıkanma, yangın, patlama, çevre kirliliği gibi durumları önlemek için boru hattı sensörleri kullanılmaktadır (Yu vd., 2012). Ham petrol ve doğalgaz işlenirken kullanılan basınç, sıcaklık ve seviye gibi arıza sensörleriyle olası yangın, patlama önlenerek iş kazaları ve meslek hastalıkları önlenmektedir (Jung vd., 2014). Giyilebilir saatler, akıllı kasklar ve akıllı gözlüklerle işçiler ve ortamı takip edilerek tehlikeli durumlar saptanmaktadır (Priyadarsyh vd., 2017).
- Görüntü algoritmalarıyla karadaki petrol sızıntıları (Oziris vd., 2019) tespit edilerek çevre kirliliğinin yayılması engellenmekte ve halkın kimyasal maruz kalması engellenmektedir.
- Destek Vektör Makinesi (SVM), Naive-Bayes, K-En Yakın Komşu, Karar Ağaçları, Rastgele Ormanlar (RF), Lineer Regresyon, Lojistik Regresyon ve DÖ denetimli makine öğreniminde yaygın kullanılan algoritmalarıdır.

#### 4.3. Madencilik sektörü

Madenciliğin aranması ve özellikle çıkarılması tehlikeli koşullarda gerçekleşmektedir. Yer altı maden ocaklarında, dar çalışma alanı, yetersiz aydınlatma ve hava beslemesi tehlikeli atık, gaz, toz ve bakteri gibi tehlikeler bulunmaktadır. Patlama, zehirlenme daima olasıdır.

- Otonom matkaplar ve kesiciler kullanılarak işçiler ağır işlerden korunmakta, göçük önlenmektedir (Ghasem vd., 2012). Havadaki zehirli gaz ve tozlar ile çalışan ve iş araçları sensörlerle takip edilerek iş kazaları meslek hastalıkları önlenmektedir. Yer altında çalışan işçiler akıllı saat ve GPS ile takip edilebilir (Johnson, 1998). Vücut ısısı, nabız, kan basıncı gibi fizyolojik özellikler takip edilebilir (Wang, 2006).
- Çevresel sensörlerle yer altındaki maden ocaklarındaki havada bulunan gürültü, zehirli gaz, toz ve bakteriler takip edilerek yangın, patlama ve zehirlenme önlenmektedir ayrıca meslek hastalıkları meydana gelmemektedir (Jones, 1995). Farklı tipte sensörler kullanan kablosuz kasklar, saatler,

kameralar gibi giyilebilir cihazlar, hareket ve konumu izlemek, aşırı ortamları ölçmek ve çalışanların fizyolojik özelliklerini kaydetmek için kullanılmaktadır (Ghasem vd., 2012).

- Bu giyilebilir cihazlarla hareket sistemleri ve darbeler ile çalışanların aktif ve pasif konumu takip edilebilmektedir. Akıllı kasklara zehirli gaz ve tozu tespit eden sensörler takılabilmektedir. İşçinin kemerine veya sırt çantasına takılan giyilebilir solunum tozu monitörleriyle zehirli toz ve bakteriler tespit edilebilmektedir.
- Güvenlik yeleği, akıllı gözlük ve kask ile akıllı saati birleştiren entegre yazılımlar bulunmaktadır (Mardova, 2018). Tehlikeli yerlerde sigara içen işçinin anormal vücut hareketleri tespit edilmektedir (Parate vd., 2017).

#### 4.4. Ulaşım sektörü

Ulaştırımda kazalar ölümleri arttırmakta, ürüne zarar vermekte, lojistiğin ve üretimi aksatmaktadır. Temel sebep yorgunluk olup belirtileri esneme, yavaş reaksiyon süresi, göz kapağının kapanması ve gevşek direksiyon tutuşudur.

- Ancak yorgunluğu ölçmede altın standart olarak kabul edilen Karolinska Uykululuk Ölçeği (Bekiaris vd., 2001) yorgunluk algoritmalarıyla karşılaştırılmaktadır. Göz kırpma süresi (Körber vd., 2015) gibi sürücü özelliklerinden, araç özelliklerinden veya her ikisinden sensörlerle gelen bilgilerle biyolojik, yüz, araç veya hibrit algoritmalar kullanılarak önceden yorgunluk tespit edilebilmektedir. Biyolojik algoritmalar, kalp, beyin ve kas aktivitesinden gelen verileri kullanır (Kaide vd., 2006).
- Foto platizma gram (PPG) okumalarındaki değişiklikler de yorgunluğu belirlemek için kullanılabilir. Denetimsiz makine öğrenmesi algoritmasıyla yorgunluğu tespit eden çalışmada (Li vd., 2013) yirmi iki katılımcıdan göz çevresinden elektrotlarla EoG verileri elde edilerek, yanıt hatasının yorgunlukla arttığı gösterilmiştir.
- Elektroensefalografi (EEG) ile alınan beyin dalgaları (Britton vd., 2016) ve elektromiyogramı (sEMG) ile alınan kas aktivitesi seviyesinden (De Lucca vd., 1984) yorgunluk tespit edilmektedir. Göz, ağız ve baş hareketleri gibi yüz ifadeleri, yorgunluğun en görünür belirtileridir. Göz, ağız, kafa-omuz, yüz hareketlerini aynı anda algılayıp analiz eden sistemler (PERCLOS) bulunmaktadır (Gengler, 2007). Ayrıca derin öğrenmeyle yorulma sınıflandırması yapılmaktadır (Dwivedi vd., 2014).
- Yüz algoritmalarını içeren Smart Eye, Anti Sleep ve OPTALERT gibi yazılımlar bulunmaktadır (Bretzner vd., 2005). Sleep Diagnostics, göz kapağı ve göz bebeği aktivitesini kaydetmek için kablosuz gözlükler ve Care Drive gözbebeği ve kafa hareketini kaydeden kızılötesi görüntü sensörleri kullanılmaktadır.
- Yorgunluk sürücünün direksiyon açısı, şerit sapması gibi durumları etkilediğinden, araçta düzensiz pedal ve direksiyon hareketlerinden veya basıncın şoför koltuğunda bir noktaya yoğunlaşmasından tespit edilebilmektedir (Volkswagen, 2020).
- Sensörler direksiyon koluna, pedala, koltuğa monte edilebilir (Frugori vd., 2005). GMM ve Helly şirketleri araç hızı, fren pedalı, gaz pedalı ve öndeki arabaya olan mesafeyi ölçen bir sistemle yorgunluğu tespit etmektedir. Göz kapağı kapanması ile şerit konumunun standart sapması takibi gibi hibrit sensörler, hem araç hem de sürücü özelliklerini aynı anda takip etmektedir (Cheng vd., 2012).

#### 4.5. İnşaat sektörü

Şantiyede çalışanların güvenliği ve sağlığı önemlidir. Düşme tespiti, giyilebilir cihazlar, ortam ve kamera sensörlerden (Khan vd., 2017) veya bina bilgi modellemesinden (BIM) tespit edilebilmektedir (Zhang vd., 2013). Giyilebilir sensörler pazar değerinin 2025 yılına kadar yaklaşık 3 milyar çıkması beklenmektedir (Suhai vd., 2019). İvmeölçer (Gibson vd., 2016) ve jiroskop sensörleriyle (Jian vd., 2015) çalışan düşme algılama yöntemleri geliştirilmiştir.

- Kamera sensörleri (Özcan vd., 2015) vücut hareketindeki şekil, duruş ve baş hareketindeki değişiklikleri algılayabilir. Basın, titreşim, kızılötesi gibi hareket sensörleri bireyi çevreleyen ortamdaki değişiklikler hakkında bilgi toplar (Alwan vd., 2006), çeşitli hareketlilik ve yürüyüş parametrelerinin doğru ölçümlerine göre anormallikler tespit eder (Rimminen vd., 2010) ancak görüş tabanlı sensörlerin daha iyi sonuç verdiğini ifade eden çalışmalar bulunmaktadır (Mubashir vd., 2013).
- Giyilebilir ve görüntü sensörlerini birleştiren çalışmalarda bulunmaktadır (Yu, 2008). Şantiyelerde düşme olaylarına dönüşebileceğinden ramak kala düşüşün tespiti de önemlidir (Zhang vd., 2019). İskele çökmeden tehlikeyi önceden tahmin edebilmek için iskele kolonlarından elde edilen gerinim takip edilmektedir (Sakhakrma vd., 2019).
- Ses sensörleriyle elde edilen ses özellikleri düşmeleri tespit etmek için bir MÖ algoritmasına beslenmiştir (Le vd., 2020). Adım süresi, adım mesafesi, ortalama hız ve maksimum ayak boşluğu gibi veriler ile karşılaştırılarak, işçilerin anormal yürüyüş desenlerinden düşme tahmin edilebilir (Yang vd., 2019). Aşağıdaki dört yürüme parametresinin (yani adım süresi, adım mesafesi, ortalama hız ve maksimum ayak boşluğu) tehlikeli ortamları ayırt etmede daha iyi olduğunu buldular. Sonuç olarak, düşmeleri tespit etmek için çeşitli giyilebilir cihazlar, kamera tabanlı ve ambiyans sensörleri ile MÖ algoritmaları geliştirilmiştir.

## 5. Sonuçlar ve değerlendirme

Artan nüfus ve üretimle İK ve MH kaynaklı maliyetler büyümektedir (Yokoyama vd., 2013). İK ve MH kaynaklı maliyetlerin yurtiçi milli hasıla üzerinden hesaplayan çalışmalar bulunmaktadır. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı, küresel hasılanın %3,9'u ve Avrupa hasılasının %3,3'ü olarak tespit etmiştir (EU-OSHA, 2017). ILO küresel hasılanın %4'ü olarak tahmin etmektedir (Dorman, 2012). İş dünyası ve hükümetler İK ve MH kaynaklı maliyetleri azaltmak için YZ teknolojilerini kullanabilir. Sanayi, tarım ve hizmet işletmelerde sahadan sensörlerle toplanacak verilerin etiketlenerek (sisteme işlenerek) ilgili denetimli makine öğrenme algoritmalarına gönderilmesiyle, iş kazalarına neden olacak tehlikeli durum ve davranışlar ile meslek hastalıklarına neden etkenler proaktif şekilde önlenebilir. Böylece olası iş kazaları ve meslek hastalıkları önlenirken, iş araçları ve çevre zararları da olmayacaktır.

Stanford Üniversitesinin 2022 YZ indeks raporuna göre, 2021 yılında YZ konulu yayınlanan yaklaşık 364 bin yayının sadece %1'i tez ve kitap olarak çıkmıştır, yaklaşık %75'i makale kapsamındadır. 2021 yılı yayınlarının %2,5'i kontrol teorileri ile ilgilidir. Güvenlik bilimi ve iş kaza teorileri kapsamında İSG araştırmalarını bu kapsamda düşünmek doğru olacaktır. İSG uygulamalarında YZ araştırmalarına yönelik %2,5 oranı günümüz itibariyle yeterli olmasa da artan bir ilgi bulunmaktadır. ABD'de, Robotik ve yapay zekânın çalışma ortamı üzerindeki etkisini değerlendirmek için kurulan Mesleki Robotik Araştırma Merkezi (CORR) ve Avrupa İSG Ajansı (EU -OSHA) İSG'de YZ ile ilgili çalışmalar yapmaktadır (Moore, 2019). Özellikle, ABD'de tarım, petrol, doğal gaz, madencilik, ulaşım ve inşaat endüstrilerinde İK ve MH'nı önlemek için YZ teknolojileri yoğun şekilde kullanılmaktadır (Pishgar ve diğerleri, 2021).

Literatür ve sanayi uygulamaları incelendiğinde İK ve MH'na neden olan sebeplerin önlenmesinde denetimli makine öğrenimi algoritmalarına yoğunlaşıldığı görülmektedir. Çalışan, çalışma ortamı ve iş aletlerinde kullanılan sensörler tarafından anlık olarak toplanan veriler nesnelere interneti üzerinden bulut bilişimde saklanarak MÖ algoritmalarına beslenip ve riskli durumlar önceden tespit edilebilir. Ses (titreşim), hareket, darbe, sıcaklık, toz, gaz, bakteri vb bir çok çevre kriterini takip eden ortam sensörleri bulunmaktadır. Hareket, sağlık (sağlık), bakım, görüntü, mesafe, yorgunluk, düşme gibi bir çok sensör türü bulunmaktadır. Bu sensörler kask, gözlük, saat, yelek, bot, eldiven vb kişisel koruyucu donanımlara, iş araçlarına, ortama ve GPRS, Drone, LIDAR, kamera gibi cihazlarda takılarak (monte edilerek) kullanılmaktadır.

Sensörlerden gelen veriler, önceden eğitilen denetimli algoritmalarda işlenerek devrilen kimyasal

varil, yaralı işçinin yürüme şekli, boru hattı etrafındaki sızıntılar gibi anormal durumlar tespit edilmektedir. Forklift gibi araçlarda kullanılan mesafe sensörleri ile işçi - ekipman mesafe takibinde kullanılan çoklu nesne izleme yazılımları (Ohay vd., 2020) işçinin tehlikeli alana girmesi durumunda uyarıcı denetimli makine öğrenimi uygulamalarıdır. Ayrıca tehlikeli alanlarda işler, işönlere değil Drone, LIDAR gibi sensör kullanan cihazlara yaptırılmaktadır. Sanayide genellikle yapılandırılmış veri içeren denetimli MÖ kullanılırken, denetimsiz MÖ ve DÖ algoritmaları daha az kullanılmaktadır. Literatür araştırmaları da çoğunlukla denetimli MÖ'na yoğunlaşmıştır.

İşletmeler İK ve MH'na neden olan etkenleri, işçi, ekipman ve ortama takacakları (monte edecekleri) ses, görüntü, hareket gibi sensörlerle gerçek zamanlı takip ederek, bu verileri önceden eğitilmiş denetimli makine algoritmalarında değerlendirilerek İK ve MH'nı önleyebilir. İşletmelerinde İK ve MH'nı bu çalışmada anlatılan sensörler ve ilgili denetimli makine öğrenmesi programlarıyla çözmek isteyen işverenler, kısa vadede uygulama engelleriyle karşılaştıkları gibi uzun vadede avatjaları da elde edecektir.

- İK ve MH'nı önlemek için kurulacak dijital sistemlerin maliyeti ilk engel olacaktır. Denetimli makine algoritmalarını kuracak ve işletecek yazılımcı ve veri bilimciler ile dijital ekipmanları kullanacak işçilerin eğitimi bu süreçte aşılması gereken diğer engellerden olacaktır.
- Bu temel engellerin aşılmasıyla, kurulacak denetimli makine öğrenim sistemleriyle İK ve MH verilerinin sistemde birikmesi sağlanacak, bu da ileri de yapılacak risk analizlerinde faydalı olacaktır.
- İK ve MH azalacağından, verimlilik artacak, mesleki kaza ve hastalık kaynaklı tazminatlar azalacaktır.

İşverenler, sanayide kullanılan üretim ve iş robotlarını içerecek şekilde genelde YZ özelde denetimli makine öğrenimi konusunda yasal düzenlemeler ve vergi kolaylıkları talep etmelidir (IBA, 2017). Yine işverenler, Endüstri 4.0 kapsamında YZ mevzuat çalışmalarına aktif katılım sağlayıp, faydalarını çalışanlara, kamuoyuna ve kamu yöneticilerine etkili şekilde anlatarak daha kolay finans elde etmeleri mümkündür.

## Kaynakça

- Jukka Takala, Päivi Hämäläinen, Kaija Leena Saarela, Loke Yoke Yun, Kathiresan Manickam, Tan Wee Jin, Peggy Heng, Caleb Tjong, Lim Guan Kheng, Samuel Lim & Gan Siok Lin (2014) Global Estimates of the Burden of Injury and Illness at Work in 2012, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11:5, 326-337.
- Leigh, J., Macaskill, P., Kuosma, E., & Mandryk, J. (1999). Global burden of disease and injury due to occupational factors. *Epidemiology*, 626-631.
- RS Peres, X. Jia, J. Lee, K. Sun, AW Colombo ve J. Barata, "Industrial artificial intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook", *IEEE Access*, cilt. 8, s. 220121-220139, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042874.
- Çelik, N. (2019). Sanayinin geleceği Endüstri 4.0 ve iş sağlığı ve güvenliği. Doktora tezi. İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalı. İstanbul, Türkiye.
- A. Singh, N. Thakur and A. Sharma, "A review of supervised machine learning algorithms," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016, pp. 1310-1315.
- J. Wu, J. He ve Y. Todo, " Dendritic neuron model is a universal predictor ", 2019 6. Uluslararası Sistemler ve Bilişim Konferansı (ICSAI), 2019, s. 589-594, doi: 10.1109/ICSAI48974.2019.9010178.
- Ingram, R. (2014). DoC Professor disputes whether computer 'Eugene Goostman' passed Turing Test. Imperial College London.

- Moor, James. AI MAGAZINE; WIN 2006; 27; 4; p87-p91.
- J. Alzubi, A. Nayyar, A. Kumar, Journal of Physics: Conference Series , Volume 1142 , Second National Conference on Computational Intelligence (NCCI 2018), IOP Publishing Ltd.
- Tammy Jiang, Jaimie L. Gradus, Anthony J. Rosellini, Supervised Machine Learning: A Brief Primer, Behavior Therapy, Volume 51, Issue 5, 2020, Pages 675-687, ISSN 0005-7894.
- M.A. Hernán, J. Hsu, B. Healy A second chance to get causal inference right: A classification of data science tasks Chance, 32 (1) (2019), pp. 42-49.
- Suthaharan, S. (2016). Supervised learning algorithms. In Machine learning models and algorithms for big data classification (pp. 183-206). Springer, Boston, MA.
- Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. Horizons. b, 4, 51-62.
- Bhavsar, H., & Ganatra, A. (2012). A comparative study of training algorithms for supervised machine learning. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 2(4), 2231-2307.
- Brynjolfsson, Erik, Tom Mitchell, and Daniel Rock. 2018. "What Can Machines Learn, and What Does It Mean for Occupations and the Economy?" AEA Papers and Proceedings, 108: 43-47.
- Shetty, S. H., Shetty, S., Singh, C., & Rao, A. (2022). Supervised Machine Learning: Algorithms and Applications. Fundamentals and Methods of Machine and Deep Learning: Algorithms, Tools and Applications, 1-16.
- Muhammad, L. J., Algehyne, E. A., Usman, S. S., Ahmad, A., Chakraborty, C., & Mohammed, I. A. (2021). Supervised machine learning models for prediction of COVID-19 infection using epidemiology dataset. SN computer science, 2(1), 1-13.
- Choudhary, R., & Gianey, H. K. (2017, December). Comprehensive review on supervised machine learning algorithms. In 2017 International Conference on Machine Learning and Data Science (MLDS) (pp. 37-43). IEEE.
- Ciortuz, L. Support Vector Machines for MicroRNA Identification, 2008.
- Osisanwo, F. Y., Akinsola, J. E. T., Awodele, O., Hinmikaiye, J. O., Olakanmi, O., & Akinjobi, J. (2017). Supervised machine learning algorithms: classification and comparison. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT), 48(3), 128-138.
- Bagnell, J. A. (2005, July). Robust supervised learning. In AAAI (pp. 714-719).
- Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsema, M., Pratap, P., & Darabi, H. (2021). REDECA: a novel framework to review artificial intelligence and its applications in occupational safety and health. International journal of environmental research and public health, 18(13), 6705.
- Tkach, I.; Bechar, A.; Edan, Y. Switching between collaboration levels in a human-robot target recognition system. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C (Appl. Rev.) 2011, 41, 955-967.
- Freitas, G.; Zhang, J.; Hamner, B.; Bergerman, M.; Kantor, G. A low-cost, practical localization system for agricultural vehicles. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Robotics and Applications, Montreal, QC, Canada, 3-5 October 2012; pp. 365-375.
- Calvo, A.; Romano, E.; Preti, C.; Schillaci, G.; Deboli, R. Upper limb disorders and hand-arm vibration risks with hand-held olive beaters. Int. J. Ind. Ergon. 2018, 65, 36-45.
- Barani, R.; Lakshmi, V.J. Oil well monitoring and control based on wireless sensor networks using Atmega 2560 controller. Int. J. Comput. Sci. Commun. Netw. 2013, 3, 341.
- Yu, H.; Guo, M. An efficient oil and gas pipeline monitoring systems based on wireless sensor networks. In Proceedings of the 2012 International Conference on Information Security and Intelligent Control, Yunlin, Taiwan, 14-16 August 2012; pp. 178-181.
- Jung, J.; Song, B. The possibility of wireless sensor networks for industrial pipe rack safety monitoring. In Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Wai-koloa, HI, USA, 6-9 January 2014; pp. 5129-5134.

- Priyadarshy, S. IoT revolution in oil and gas industry. In *Internet of Things and Data Analytics Handbook*; Wiley Telecom: New York, NY, USA, 2017; pp. 513–520.
- Ozigis, M.S.; Kaduk, J.D.; Jarvis, C.H. Mapping terrestrial oil spill impact using machine learning random forest and Landsat 8 OLI imagery: A case site within the Niger Delta region of Nigeria. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2019, 26, 3621–3635
- Ghasemi, E.; Ataei, M.; Shahriar, K.; Sereshki, F.; Jalali, S.E.; Ramazanzadeh, A. Assessment of roof fall risk during retreat mining in room and pillar coal mines. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 2012, 54, 80–89
- Johnson, L. GPS in mining. *Mining Magazine*, 7 August 1998; 387–389.
- Wang, J. Electrochemical biosensors: Towards point-of-care cancer diagnostics. *Biosens. Bioelectron.* 2006, 21, 1887–1892.
- Jones, K.W. Environmental Sensors. In *Sensors: Micro- and Nanosensor Technology-Trends in Sensor Markets*; Meixner, H., Jones, R., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 1995; pp. 451–489.
- Mardonova, M.; Choi, Y. Review of Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry. *Energies* 2018, 11, 547
- Parate, A.; Ganesan, D. Detecting Eating and Smoking Behaviors Using Smartwatches. In *Mobile Health*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2017; pp. 175–201.
- Bekiaris, E.; Amditis, A.; Wevers, K. Advanced driver monitoring-the awake project. In *Proceedings of the 8th World Congress on ITS, Sydney, Australia, 30 September–4 October 2001*.
- Körber, M.; Cingel, A.; Zimmermann, M.; Bengler, K. Vigilance decrement and passive fatigue caused by monotony in automated driving. *Procedia Manuf.* 2015, 3, 2403–2409.
- Kaida, K.; Takahashi, M.; Åkerstedt, T.; Nakata, A.; Otsuka, Y.; Haratani, T.; Fukasawa, K. Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clin. Neurophysiol.* 2006, 117, 1574–1581.
- Li, G.; Chung, W.-Y. Detection of Driver Drowsiness Using Wavelet Analysis of Heart Rate Variability and a Support Vector Machine Classifier. *Sensors* 2013, 13, 16494–16511.
- Britton, J.W.; Frey, L.C.; Hopp, J.L.; Korb, P.; Koubeissi, M.Z.; Lievens, W.E.; Pestana-Knight, E.M.; St. Louis, E.K. *Electroencephalography (EEG): An Introductory Text. and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants*; American Epilepsy Society: Chicago, IL, USA, 2016.
- De Luca, C.J. Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 1984, 11, 251–279.
- Gengler, A. Are you on Track? *Money* 2007. p. 114. Available online: [https://money.cnn.com/magazines/moneymag/moneymag\\_archive/2007/01/01/8397408/index.htm](https://money.cnn.com/magazines/moneymag/moneymag_archive/2007/01/01/8397408/index.htm) (accessed on 7 March 2020).
- Dwivedi, K.; Biswaranjan, K.; Sethi, A. Drowsy driver detection using representation learning. In *Proceedings of the 2014 IEEE International Advance Computing Conference (IACC), Gurgaon, New Delhi, India, 21–22 February 2014*; pp. 995–999.
- Bretzner, L.; Krantz, M. Towards low-cost systems for measuring visual cues of driver fatigue and inattention in automotive applications. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, Xi'an, Shaan'xi, China, 14–16 October 2005*; pp. 161–164.
- Volkswagen. Available online: <https://www.volkswagen.co.uk/technology/car-safety/driver-alert-system> (accessed on 12 March 2020).
- Furugori, S.; Yoshizawa, N.; Iname, C.; Miura, Y. Estimation of driver fatigue by pressure distribution on seat in long term driving. *Rev. Automot. Eng.* 2005, 26, 53–58.
- Cheng, B.; Zhang, W.; Lin, Y.; Feng, R.; Zhang, X. Driver drowsiness detection based on multisource information. *Hum. Factors Ergon. Manuf. Serv. Ind.* 2012, 22, 450–467.

- Khan, S.S.; Hoey, J. Review of fall detection techniques: A data availability perspective. *Med. Eng. Phys.* 2017, 39, 12–22.
- Zhang, S.; Teizer, J.; Lee, J.-K.; Eastman, C.M.; Venugopal, M. Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules. *Autom. Constr.* 2013, 29, 183–195
- Shuai, G.; Martinez-Feria, R.A.; Zhang, J.; Li, S.; Price, R.; Basso, B. Capturing Maize Stand Heterogeneity Across Yield-Stability Zones Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV). *Sensors* 2019, 19, 4446
- Gibson, R.M.; Amira, A.; Ramzan, N.; Casaseca-de-la-Higuera, P.; Pervez, Z. Multiple comparator classifier framework for accelerometer-based fall detection and diagnostic. *Appl. Soft Comput.* 2016, 39, 94–103
- Jian, H.; Chen, H. A portable fall detection and alerting system based on k-NN algorithm and remote medicine. *China Commun.* 2015, 12, 23–31
- Ozcan, K.; Velipasalar, S. Wearable camera-and accelerometer-based fall detection on portable devices. *IEEE Embed. Syst. Lett.* 2015, 8, 6–9
- Alwan, M.; Rajendran, P.J.; Kell, S.; Mack, D.; Dalal, S.; Wolfe, M.; Felder, R. A smart and passive floor-vibration based fall detector for elderly. In *Proceedings of the 2006 2nd International Conference on Information & Communication Technologies, Damascus, Syria, 24–28 April 2006*; pp. 1003–1007
- Rimminen, H.; Lindström, J.; Linnavuo, M.; Sepponen, R. Detection of falls among the elderly by a floor sensor using the electric near field. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.* 2010, 14, 1475–1476.
- Mubashir, M.; Shao, L.; Seed, L. A survey on fall detection: Principles and approaches. *Neurocomputing* 2013, 100, 144–152.
- Yu, X. Approaches and principles of fall detection for elderly and patient. In *Proceedings of the HealthCom 2008-10th International Conference on E-health Networking, Applications and Services, Singapore, 7–9 July 2008*; pp. 42–47.
- Zhang, M.; Cao, T.; Zhao, X. Using Smartphones to Detect and Identify Construction Workers' Near-Miss Falls Based on ANN. *J. Constr. Eng. Manag.* 2019, 145, 04018120.
- Sakhakarmi, S.; Park, J.; Cho, C. Enhanced machine learning classification accuracy for scaffolding safety using increased features. *J. Constr. Eng. Manag.* 2019, 145, 04018133.
- Lee, Y.-C.; Shariatfar, M.; Rashidi, A.; Lee, H.W. Evidence-driven sound detection for prenotification and identification of construction safety hazards and accidents. *Autom. Constr.* 2020, 113, 103127.
- Yang, K.; Ahn, C.R.; Kim, H. Validating ambulatory gait assessment technique for hazard sensing in construction environments. *Autom. Constr.* 2019, 98, 302–309
- Yokoyama, K., Iijima, S., Ito, H., & Kan, M. (2013). The socio-economic impact of occupational diseases and injuries. *Industrial health*, 51(5), 459–461.
- EU OSHA (European Occupational Health and Safety Agency). An international comparison of the costs of occupational accidents and sickness. 2017.
- Dorman P. Estimating the economic costs of occupational injuries and diseases in developing countries: essential information for decision makers. Geneva: International Labor Organization; 2012.



# İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Karar Destek Sistemleri ile Yürütülmesi Sürecinde Dinamik Kontrol Matris Kullanımı

Öğr. Gör. Abidin ÖZLER<sup>1\*</sup>, Öğr. Gör. Ersan YAZAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Besni Meslek Yüksekokulu, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye

**Öz** - En temel amacı çalışanların güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamına sahip olmasının sağlanması olarak özetleyebileceğimiz iş sağlığı ve güvenliği sürecinin düzgün bir şekilde yürütülmesi bu amacın gerçekleştirilmesi konusunda en önemli ilkedir. Günümüzde iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri bu süreci işletirken gerçekleştirmiş oldukları işlemleri daha hızlı ve güvenli bir şekilde kayıt altına alabilmek için çeşitli uygulamalar kullanmaktadır. Bu uygulamalar yapılan işlemlerin kayıt altına alınması ve bazı gerekli raporların çıkarılması konusunda kolaylık sağlamakta ve yapılabilecek bazı hataların da önüne geçmektedir. Bunların haricinde çalışma ortamının güvenli bir hale getirilmesi, verimliliğin artması ve kurumsal imajın artırılması gibi konularda da etkili rol oynarlar. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında süreçlerin yönetimi oldukça zor ve karmaşıktır. İşletmenin büyüklüğü, bölüm ve bina kurguları, çalışanların organizasyon şemasındaki yeri, kullandıkları ekipmanlar, işletmede kullanılan kimyasallar gibi etmenler bu süreci daha da zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle tüm sistemin eksiksiz bir şekilde analiz edilmesi ve süreci etkileyen tüm faktörlerin dikkate alınarak sürece dahil edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte süreç içerisinde gerçekleştirilmesi gereken bazı işlemlerin kullanıcılar tarafından unutulması ayrı bir problem teşkil etmektedir. Bu çalışmada, zor olan bu sürecin işletilmesi amacıyla saha uygulamalarını takip edecek bir karar destek sisteminin oluşturulması ve yürütülmesine yönelik Meditek İBYS olarak adlandırdığımız bir sistem önerisi yer almaktadır. Önerilen sistemde süreci etkileyen faktörler ve bu faktörlerin ilişkilendirilerek gerçekleştirilecek olan faaliyetlerin planlanması ve takibinin otomatize edilmesi amacıyla kontrol matrisleri kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – OHS, İş güvenliği, İş sağlığı, Kontrol Matrisi.

## *Using Dynamic Control Matrix In The Process Of Executing Occupational Health And Safety Applications With Decision Support Systems*

**Abstract** – The proper execution of the occupational health and safety process, which can be summarized as ensuring that the employees have a safe and healthy working environment, is the most important principle for the realization of this purpose. Today, occupational health and safety professionals use various applications in order to record the transactions they perform while operating this process in a faster and safer way. These applications makes it easier to record the transactions, preparing

<sup>1</sup> abidin.ozler@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0001-9742-6654

<sup>2</sup> eyazan@adiyaman.edu.tr Orcid id: 0000-0002-3315-241X

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: abidin.ozler@uskudar.edu.tr

some necessary reports and preventing some mistakes that can be made. They also play an effective role in issues such as making the working environment safe, increasing productivity and increasing the corporate image. Process management in occupational health and safety practices is quite difficult and complex. Factors such as the size of the business, department and building setups, the place of the employees in the organization chart, the equipment they use, the chemicals used in the business can make this process more difficult. For this reason, it is necessary to analyze the entire system completely and to include it in the process, taking into account all the factors affecting the process. However, it is a separate problem that users forget some of the processes that need to be performed during the process. In this study, there is a system proposal called Meditek İBYS, for the creation and execution of a decision support system that will follow the field applications in order to operate this difficult process. In the proposed system, control matrices were used in order to automate the planning and follow-up of the factors affecting the process and the activities to be carried out by associating these factors.

**Keywords** – OHS, Occupational Safety, Occupational Health, Control Matrix.

## 1. Giriş

İş güvenliği ve iş sağlığı konusu ilk defa ciddi anlamda 17. Yüzyılda İtalyan Bernardino Ramazzini (1633-1714) tarafından bilimsel olarak ortaya konulmuş, “De Morbis Artiricum Diatriba” adlı meslek hastalıklarına ilişkin bir de eser yazmıştır. Her ne kadar ilk iş güvenliği ve iş sağlığı konusu İtalya da ortaya atılmışsa da gerçek anlamda gelişimi İngiltere de olmuştur. Zira 17. ve 18. Yüzyıllarda İngiltere de buhar makinalarının icadı ile mekanik sanayi kurulmaya başlanmıştır. Madencilik alanındaki gelişmeler, sanayinin de gelişmesini hızlandırmıştır (Çağlayan, Y - Kılınc, A. 2005, s.1).

Özellikle sanayileşme ile birlikte son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Rönesans ile birlikte gelen sanayi devrimi ve daha sonraları petrolün bulunmasıyla iş güvenliği konusu iyice önem kazanmıştır. 20. Yüzyılda kimyasallardaki önemli gelişmeler ise bu konuyu daha da önemli hale getirmiştir (Yiğit, A. 2005, s.3).

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) süreçleri özellikle çok personelin çalıştığı işletmelerde yürütümü ve takibi oldukça zor ve meşakkatlidir. Süreç yönetiminde işyerinin bölüm, birim, tesis, bina, üretim bantları gibi altyapı kurgusu ile çalışanların organizasyon şemasındaki yeri, yaptığı iş, kullandığı iş ekipmanları, işletmede kullanılan kimyasallar gibi çeşitli faktörler oldukça önemlidir. Yine İSG süreçleri İSG profesyonelleri tarafından çok katmanlı olarak yürütülür. İş güvenliği, iş sağlığı gibi temel süreçlerin yanında evrak, dokümantasyon ve arşiv yönetimi İSG profesyonellerinin yürütmek zorunda olduğu diğer konulara örnek olarak verilebilir. Bu işlemlerin daha kolay yürütülmesi ve çalışma ortamındaki olası risklerin tespiti edilerek mevzuata uygun bir şekilde risklerin ortadan kaldırılması için gerekli programların oluşturulduğu ve uygulandığı sistemlere “İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Yönetim Sistemi” denmektedir (Dizdar ve Koçar, 2018) (İBYS). İBYS işletmelerin genel stratejileri çerçevesinde, işletmenin içinde bulunduğu şartları sürekli iyileştirmeyi amaçlar. Bu doğrultuda tehlike ve risklerin tanımlanması, analizi ve gerekli önlemlerin alınması gibi işlemleri ihtiva eder (Dizdar, 2008).

İBYS ile işletme içerisindeki iş kazaları ve sağlık problemlerine önlem almak amacıyla, durum analizi yapılarak riskler tespit edilir ve bu risklerin ortadan kaldırılması için mevzuata uygun çözüm stratejileri geliştirilir. İBYS içerisinde işleyen süreçler belirli bir sistematik dahilinde dokümente edilip, ilgili kişilere bildirilir. Böylelikle yetkililer tarafından da süreçlerin nasıl gerçekleştirildiği denetlenebilir olmaktadır.

İBYS içerisinde gerçekleştirilecek süreçlerin düzgün bir şekilde yürütülebilmesi için öncelikle gerekli tanımların eksiksiz ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Bu çok katmanlı süreçlerin çetele, kağıt, kalem ile yürütülmesi neredeyse imkansızdır. Bu süreçler teknolojik imkanlarla rahatlıkla kurgulanabilir, yürütülebilir ve denetlenebilir. Günümüz teknolojisinde oldukça gelişmiş bilgisayar yazılımları mevcuttur. Doğru bir algoritma ile çok katmanlı ve çok boyutlu iş işlemler minimum

iş gücü ile rahatlıkla yapılabilir. Doğru bir algoritmanın geliştirilmesi ve kurulması sadece yazılım bilen teknik personellerle değil aynı zamanda İSG profesyonellerinin, veri analistlerinin kullanıcı arayüz deneyimi uzmanlarının da katılımı ile saha tecrübesi olan bir ekip ile kurgulanması ve yürütülmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, İSG süreçlerinin kolay bir şekilde yürütülmesi amacıyla bir karar destek sisteminin oluşturulması ve yürütülmesine yönelik sistem önerisi yer almaktadır. Meditek İBYS olarak adlandırığımız sistemde süreci etkileyen faktörler ve bu faktörlerin ilişkilendirilerek gerçekleştirilecek olan faaliyetlerin planlanması ve takibinin otomatik bir şekilde yürütülebilmesi için kontrol matrisleri kullanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. İş Sağlığı Ve Güvenliği Kavramı

Ülkemiz nüfusunun genelde genç bireylerden oluştuğu ve bu bağlamda her yıl birçok gencin iş gücüne katıldığı anlaşılmaktadır. İş yaşamındaki verimliliği sağlayabilmek adına çalışanların işlerine daha çok bağlanması ve bu konuda bilinçlendirilmeleri önem arz etmektedir. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliğinde son yıllarda iş sağlığının, üstün boyutta olması gerektiği ifade edilerek bu bağlamda; İş sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinin temel amacı, iş kazaları ve meslek hastalıklarının meydana gelmeden önce önlenmesidir (Korkmaz ve Avsallı, 2012).

Teknolojik gelişmeler ve üretim metotlarındaki hızlı ilerleme işyerlerinde verimin ve kalitenin gelişmesine imkan tanırken aynı zamanda bu ilerleme çalışanların yeni risk ve tehlikelere maruz kalması gibi sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlar; işletmelerin çalışmasını tehlikeye atması, çalışanların sağlık ve güvenliğini etkilemesi, iş verimini etkilemesi, artan bilinçlenme ve toplumsal baskı neticesinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tedbirlerin alınmasını gündeme getirmektedir (G.Serin – M.T. Çuhadar 2015:44-45).

Sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı ihtiyacı, insanlık tarihi kadar eskilere dayanmasına rağmen; iş güvenliğinin bir sosyal ihtiyaç olarak kabulü yakın zamanlara dayanmaktadır. (BALKIR, Z. Gönül, 2012, s. 58).

İş sağlığı ve güvenliği, çalışanların yaptıkları işten, çalışma koşullarından ve kullanılan araç ve gereçlerden doğabilecek tehlikelere karşı, çalışanların yaşamının ve sağlığının etkin olarak korunmasını ve sağlıklı ve güvenli çalışabileceği ortamın sağlanmasını ifade eder (SÜMER, H. 2011, s. 153).

## 3. Literatür Taraması

### 3.1. Yönetim Kavramı

Yönetim, grupların belirli amaçlarını gerçekleştirebilmesi için yürütülen faaliyetler topluluğu olarak tanımlanabilir. Yönetim ortak amaçların belirlenmesi, bu amaçlara ulaşmak için insanların örgütlenmesi, insanların motive edilmesi, amaçları gerçekleştirmedeki başarılarının kontrol edilmesi gibi sistematik bir süreci kapsamaktadır (Saruhan, S.C. – Yıldız, M.L. 2009 s.21).

İşyerlerindeki tehlikelerden ortaya çıkan sağlık ve güvenlik risklerini değerlendiren sürece iş güvenliği yönetim sistemi (İGYYS) denir. Sistemik olarak tehlikeleri belirlemek, riskleri ortaya çıkarmak ve riskleri kontrol etmek için uygun yöntemler kullanılarak yapılan çalışmaların bütünüdür. Örneğin: İş kazaları kayıtlarında; nerelerde oluyor, kimler kazaya uğruyor, kaza sonucunda hangi organlar daha çok zarar görüyor, malzeme ve iş gücü kayıpları ne kadardır vs. gibi. Günlük iş sağlığı ve iş güvenliği toplantı tutanakları ve çalışanların poliklinik kayıtları iş sağlığı ve güvenliğinde istatistik olarak değerlendirilmesi gereken bilgilerdir (G.Serin – M.T. Çuhadar 2015:53).

### 3.2. Yönetim Bilişim Sistemlerinin (YBS) Karar Destek Süreçlerinde (KDS) Kullanımı

Yönetim bilişim sisteminin genel kabul görmüş bir tanımı yoktur. Literatür farklı tanımlar yapılmış olup bunlardan bazıları şunlardır;

“YBS; Örgüt içi ve örgüt dışı çevreden aldığı ham verileri toplayan, filtreden geçiren ve bunları birer anlamlı bilgi haline getirdikten sonra yöneticilere sunan bir sistemdir” (Murdict .ve Munson, 1986, s.6).

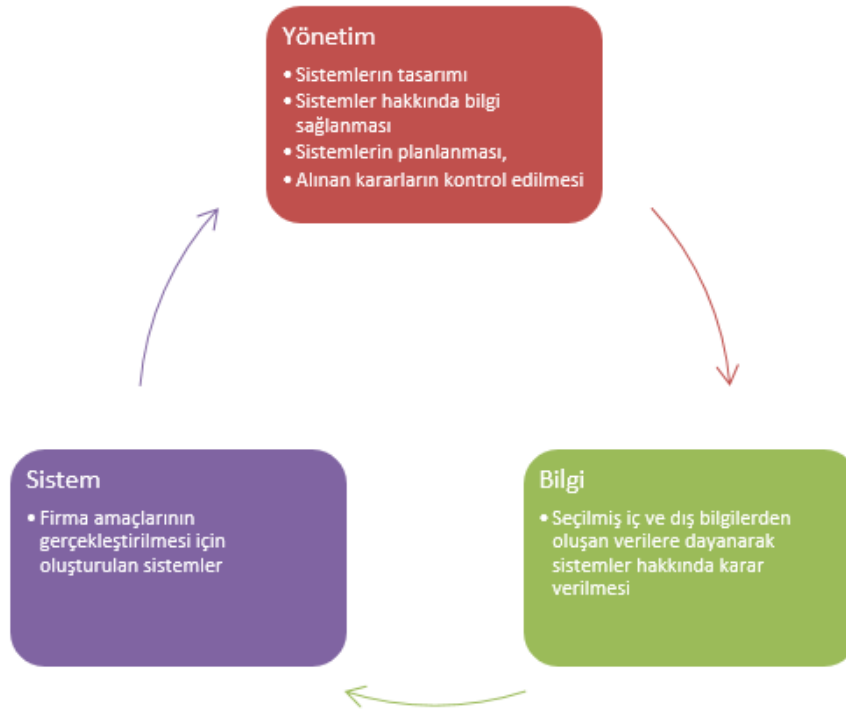
“YBS; Örgüt ihtiyaçlarını karşılamak üzere, bilgi toplama, bilgi aktarım ve bilgi sunuşunu optimize eden veri tabanları ve bilgi akışlarının entegre yapısıdır.” (Long, 1989, s.44).

YBS; bir örgütteki tüm gerekli bilgi akışını sağlama yanında, yönetim ve karar işlevleri için bilgi ve işleme desteği sağlayan bir sistemdir” (Erkut, 1989, s.24).

“YBS; rutin veri işlemlerini yapmak ve karar vericilere gerekli bilgileri sunmak için tasarlanmış işletme sistemleri dizisidir” (Fuori ve Avfiero, 1989, s. 527).

Tanımlar özet olarak verinin anlamlandırılmasını ve yönetilmesini çağrıştırmaktadır. KDS süreçleri algoritmaları tasarlanırken verinin hızlı ve doğru bir şekilde elde edilmesi oldukça önemlidir. Bu veriler ilgisine mümkün olan en kısa sürede hızlıca iletilmelidir. Bu veriler yöneticilere bilgi vermesinin yanında yöneticinin KDS süreçlerinde farklı kararlar alabilmesi için analizleri de içermelidir.

YBS'yi oluşturan unsurları aşağıdaki Şekil.1 aracılığıyla açıklamak mümkündür (Murdict ve Munsori, 1986, s.7).



**Şekil 1.** YBS'yi oluşturan unsurlar

Bir örgütte yöneticiler planlama ve kontrol faaliyetlerini yerine getirebilmek için gerekli bilgilere sahip olmalıdırlar. Çalışma programları, kaynak dağılımının planlanması ve faaliyetlerin kontrolünde kullanılmak üzere yöneticilere iletilen bilgilerin doğru ve zamanlı olması, işletmenin geleceği ile ilgili alacağı kararlarda hayati bir rol oynar (Hanna, Duces ve Burt, 1990, s.S). Temel bir kaynak olan bilgi, örgütlerin başarıları için hayati bir önem taşımaktadır. Ancak elde edilen bu bilginin doğru olarak ve zamanında elde edilmesi gereklidir. İşte YBS'nin temel amacı yöneticilere, karar almalarına yardımcı olacak işlenmiş bilgileri doğru ve zamanında aktarmaktır (Hicks, 1981, s.571).

Bilgisayar, genel olarak bilgileri kabul edip, onları işleyerek anlamlı sonuçlar elde eden bir grup elektronik makina olarak tanımlanabilir. Bilgisayar, bir hesap makinesi gibi çalışmaktan çok, bütün bir örgütün her türlü bilgi akış ihtiyacını karşılayan bir bilgi sistemi içinde, temel unsurlardan biri olarak önemli katkılar sağlar (Özgen H. 1992: s.49).

Günümüzde bilgisayar kullanımının olmadığı yer neredeyse hiç yok gibidir. Hayatımızı kolaylaştırıcı birçok işlevin planlanmasından gerçekleştirilmesine kadar birçok adımı bu bilgisayarlar otomatik olarak yürütmektedir. Bilgisayarların bu işlevi iş sağlığı ve güvenliği alanında hizmet veren İSG profesyonellerinin bu süreçleri sanki bir asistanı varmış gibi yürütmesi için kullanılabilir.

Yöneticiler, işletmelerdeki her türlü faaliyeti artık günlük olarak takip etmek ve görevlerini bu bilgilere dayanarak yerine getirmek zorundadırlar. İşletmelerde kurulan bilgisayar destekli yönetim bilişim sistemleri yardımıyla, yöneticiler her türlü bilgiyi istenen düzeyde takip etmek ve bilgisayar ekranlarından bu bilgileri görebilmek imkanlarına kavuşmuşlardır (Erkut, 1988, s.B).

KDS için kullanılacak YBS (yazılımın)'de süreç yönetimi kurgusu oluşturabilmek için işyeri, çalışanlar ve İSG profesyonellerini kapsayan temel düzeyde bir algoritma yapısına göz atalım.

### 3.3. İşyeri, Bölüm ve Birim Kurgusu

İş sağlığı ve Güvenliği mevzuatımızda işyeri kavramı SGK sicil numarası üzerinden kurgulanmıştır. Konuya uzak olan kişilerin kafasında genellikle bir kurumsal kimlik veya vergi levhası üzerinde yazan firma ünvanı, işyeri olarak düşünülmektedir. Firmanın farklı lokasyonlarında işyerleri olabileceği gibi aynı lokasyonda birden fazla işyeri de olabilir. İSG-Katip üzerinden yapılan atamalar bu işyerleri tek tek seçilerek yapılmaktadır. Bunun yanında aynı lokasyonda alt işverenler ve / veya taşeronlar da bulunabilmektedir.

İşyeri kurgusu bu şekilde oluşturulduktan sonra işyerini öncelikle fiziki parçalara ayırmak gerekir. Bu noktada karşılaşılan en büyük sorun organizasyon şemasının bu işyeri fiziki bölümü ile karıştırılmasıdır. İsg faaliyetleri ve süreçleri genellikle işyerinin fiziki alanlarında yürütülür. Organizasyon şeması idari konular içindir. İşyerinin bu fiziki bölümleri, birimleri gibi alanlar ile çalışanlar ilişkilendirilir. Böylelikle **Kontrol Matrisinin** ilki artık oluşmuştur. Bu bölümde çalışanlar için çeşitli konularda kontrol ve takip işlemleri yapılabilir.

### 3.4. Çalışanların Risk Faktörlerine Göre Sınıflandırılması

İSG'nin olmazsa olmaz şartı insandır. Çalışanlar, çalışma ortamlarında çeşitli risklere maruz kalırlar. Bu maruziyet ortama bağlı fiziksel, iş yürütümünde doğrudan veya yardımcı olarak kullanılan maddeler nedeniyle kimyasal ve biyolojik, çalışanın yaşarken ve çalışırken karşılaştığı sorunlar nedeniyle psikososyal ve son olarak çalışma koşullarından kaynaklanan tekrarlanan ve rutin hareket veya hareketsizlik nedeniyle oluşan ergonomik risk etmenleridir. Bu faktörler işletmeden işletmeye farklılık göstereceği gibi işlemenin kendi içerisinde de farklılık gösterir.

Doğru bir İSG yönetimi için işletmede çalışan personeller hem maruz kaldıkları risk faktörlerine göre hem de kişisel ve ortamdan kaynaklı sağlık durum ve koşullarına göre sınıflandırılmalıdır.

### 3.5. Kontrol Matrisleri

Kontrol matrisleri çalışan ile kontrol edilecek konuların eşleştirilmesi ile elde edilir. Öncelikle hedef kitlenin belirlenmesi gerekir. İSG faaliyetleri çalışanların tamamını kapsayacak şekilde yürütüldüğü gibi belirlenen bir grubu da kapsayabilir. Saha uygulamalarına baktığımızda genellikle aşağıda bahsedilen gruplamaların yapıldığı görülür. Tabi ki bu gruplar arttırılabilir. Yapılan işe, işletmenin çalışma şekline,

alt ve üst işverenler ile beraber çalışma veya birçok işyerinin tek lokasyonda olması gibi durumlarda farklılık gösterebilir. Ya da çok şubeli ve personel sirkülasyonunun fazla olduğu yerlerde çok daha farklı gruplar oluşturulabilir. Bu gruplara kısaca bir göz atalım.

### 3.5.1. İşyeri Bölümleri

İşyerinin farklı işlerin yürütüldüğü farklı fiziksel ortamlarında çalışanlar farklı risklere maruz kalabilir. Bunun için bu alanlarda çalışacak personellere göre çeşitli İSG süreçleri yürütülür. Bu süreçler İSG eğitimi gibi farklı konuları ve farklı süreleri içerebilir. Aynı zamanda belirli bir periyodu da olabilir. Örneğin işletmenin 'Depo' bölümünde çalışan personellere yılda 1 kez 'Kimyasalların Güvenli Depolanması' konulu eğitim düzenlenip takibi yapılmak istenebilir.

### 3.5.2. Çalışanın Görevi

İşyerinde çalışan personeller farklı görevlerde çalışırlar. Belirli bir görevde çalışan personellere yönelik eğitimler düzenlenip etkinliği takip edilebilir. Örneğin işi 'şoför' olan çalışanlar için 'Güvenli Sürüş Teknikleri' isimli bir eğitim planlanıp belirli aralıklar tekrarı takip edilmek istenebilir.

### 3.5.3. Kişi Grubu

Çalışanlardan belirli bir amaca yönelik gruplar oluşturup eğitim programları düzenleme ihtiyacı olabilir. Örneğin 'Ormanlık alanda çalışanlar' gibi bir grup oluşturup 'Yabani hayvan saldırılarından korunma' konulu bir eğitim ile çalışanlar bilinçlendirilmek istenebilir.

### 3.5.4. Özel Politika Gerektiren Gruplar

Özel politika grupları, iş sağlığı ve güvenliğinde dezavantajlı gruplar (engelliler, yaşlılar), gebeler, kronik hastalığı olanlar, ameliyat geçirenler gibi çalışan gruplarını ifade eder. Bu grupların genellikle iş sağlığı süreçleri takip edilir.

## 3.6. Uygulama Alanları

### 3.6.1. Eğitimler

Çalışanlara verilecek eğitimler Temel İSG Eğitimleri ve diğer eğitimler olarak 2 gruba ayrılabilir. Temel İSG eğitimleri mevzuatımızda da belirtilen Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkındaki Yönetmelik ekinde belirtilen konuları kapsayan ve tüm çalışanlara verilmesi gereken eğitimlerdir. Çalışanlara verilecek İSG eğitimleri yönetmelikte bahsi geçen konuları kapsayacak şekilde ve işletmenin çalışma koşul ve şartları göz önünde bulundurularak başka İSG eğitim konu başlıkları da ilave ederek, işletmenin tehlike sınıfına göre az tehlikeli işletmelerde 8, tehlikeli işletmelerde 12, çok tehlikeli işletmelerde 16 saatten az olmamak şartı ile uygulanır.

Eğitimler programlarında öncelikle mevzuat gereği verilmesi gereken eğitimlerin tüm personellere eksiksiz verilmesi ve tekrar periyotlarında hatırlatılarak yenilenmesi hedeflenir. Özelleştirilmiş çalışan eğitimlerinde ortam şartları, yapılan iş, kullanılan malzemeler -kimyasallar, işi gerçekleştirmek için kullanılan alet ve ekipmanlar göz önünde bulundurulur

### 3.6.2. Kişisel Koruyucu Donanım(KKD)

Kontrol matrislerinin en yaygın kullanım alanlarından biri de kişisel koruyucu donanımlardır. KKD'ler kaynağında kabul edilebilir risk seviyesine düşürülemeyen risklerden korunmak için tercih edilir. KKD'ler çalışanı sağlık ve güvenlik risklerinden korur. Kimlerin KKD kullanacağına risk değerlendirilmesi ile karar verilir.

Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik ile KKD'lerin işyerlerinde kullanımına ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir. Yönetmelik ekinde örneği verilen tabloya göre riskler değerlendirilir ve çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden kişisel koruyucu donanım kullanılması gereken durumlar belirlenir.

Yönetmelikte Kişisel Koruyucu donanımların kategorilerine de yer verilmiştir. Bu kategoriler şunlardır;

- Baş Koruyucuları
- Kulak Koruyucuları
- Göz Ve Yüz Koruyucuları
- Solunum Sistemi Koruyucuları
- El Ve Kol Koruyucuları
- Ayak Ve Bacak Koruyucuları
- Cilt Koruyucuları
- Gövde Ve Karın Bölgesi Koruyucuları
- Vücut Koruyucuları

Bu KKD'ler aşağıdaki listede yer alana risk faktörleri ile eşleştirilerek bir tablo oluşturulur.

#### A. Fiziksel

- a. Mekanik
- b. Termal
- c. Elektrik
- d. Radyasyon
- e. Gürültü

#### B. Kimyasal

- a. Aerosollar
- b. Sıvılar
- c. Gazlar
- d. Tozlar

#### C. Biyolojik

- a. Zararlı Bakteriler
- b. Zararlı Virüsler
- c. Mantarlar
- d. Mikrobiyolojik olmayan Antijenler

Hangi KKD'nin ne şekilde kullanılması gerektiği yukarıda özet olarak paylaşılmıştır. KKD' dağıtımında göz önünde bulundurulması gereken kriterlerden birisi de KKD'nin kullanım ömrü veya bir son kullanma tarihinin oluşudur. Örnek olarak solunum sistemi koruyucularından olan maskelerden bazılarının 6 ay gibi maksimum kullanım süresi vardır. Çalışanlara dağıtım yapıldığında bu parametrenin de

kontrol matrislerinde bulunması gerekir.

KKD dağıtımında bir diğer konu da dağıtılacak malzemenin sayısıdır. Belirli bir periyotta çalışana verilecek KKD sayısı belirlenerek gereksiz dağıtımların önüne geçilebilir. Bu şekilde kaynak israfı da önlenmiş olur. Sahadan firmaların, kurumların verdiği KKD'lerin çalışanlar tarafından pazarlarda bile satıldığı konusunda bilgiler gelmektedir.

Çalışanlara verilecek olan KKD'lerin çoğunun aynı zamanda bir bedeni vardır. Örneğin ayak koruyucularda ayakkabı numarası 39,40,41 vb., iş elbisesinde S, M, L, XL vb. Doğru bir kaynak planlaması yapmak için de çalışanlardan dağıtımı yapılacak KKD'lerin beden tanımlarının da toplanması gerekir. Böylelikle zaman içerisinde dağıtılacak KKD'ler için beden tanımlarına göre hangisinden kaç tane ihtiyaç olduğuna dair bir planlama yapılabilir. Bu malzemelerin depo kontrolleri de etkin yapılabilirse az bir maliyetle yüksek bir verim elde edilebilir.

KKD dağıtım yönetiminde bozulan, zarar gören, kaybolan KKD'ler nedeniyle yeni verilen KKD'nin kontrol matris kurallarına göre yeni dağıtım kriterleri tekrar hesaplanarak planlamaya dahil edilmelidir.

Bu kadar çeşitli KKD'nin bu kadar farklı ortamda kullanımı KKD'nin dağıtım süreçlerini oldukça karmaşıklştırmaktadır. Çalışan sayıları arttıkça hangi çalışanın hangi KKD'yi ne zaman aldığı, hangi KKD'leri alabileceği, plansız yapılan dağıtımlar, işe yeni başlayan, işten ayrılan çalışanların KKD dağıtım ve geri alım süreçleri eklenince bir süre sonra bu süreç tamamen kontrolden çıkmaktadır.

### 3.6.3. Sertifika – Belge Kontrolü

Çalışanlardan yaptıkları bazı özel işlerde ehil olduklarının belgelendirilmesi istenebilir. Bu hem mevzuat gereği hem de risk değerlendirme çıktısı olarak talep edilebilir. İşyerinde bulunan ve hali hazırda çalışan personeller ile işe yeni başlayan personellerden gerek çalıştığı işlerdeki yetkinliklerinin ispatında gerekse acil durum ekiplerindeki görevlendirilmelerinde bu belge ve sertifikalardan biri veya birden fazlası talep edilebilir. Bu belge ve sertifikaların kimisinin belirli bir geçerlilik tarihi vardır. Bazı belgeler ise süresiz geçerli olabilir. Örneğin acil durum ekiplerinden İlkyardım ekibinde bulunan çalışanların İl Sağlık Müdürlüğü tarafından verilen ilkyardımcı sertifikasının geçerlilik süresi 5 yıldır. Başka bir örnek ise kaynak yapan personelin Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) tarafından yetkilendirilmiş kurumlar tarafından verilen Kaynak Operatörü belgesidir. Bu belgenin de geçerliliğini devam ettirmesi belirli aralıklarla kontrolünü ve yenilemesini gerektirir.

### 3.6.4. Laboratuvar Tetkikleri

Laboratuvar tetkikleri çalışanların içinde buldukları sağlık riskleri hakkında bilgi verir. İşe alım sürecince çalışanın hangi sağlık risklerini taşıdığına tespitinde önemli bir parametredir. Çalışanın yaptığı işe ve çalışma ortamına göre uygun bir pozisyonda işe başlatılması ile süreç başlar. Çalışma ortamının çeşitli risk faktörleri içermesi ve aynı zamanda çalışanın genetik ve biyolojik yatkınlığı iş kazası ve meslek hastalığı risklerini tetikleyebilir. Bunun için belirli periyotlarla laboratuvar tetkikleri talep edilir.

### 3.6.5. Periyodik Muayene

Çalışanın geçmiş sağlık öyküsü ve anamnez bilgisi de sağlık risklerinin tespitinde önemli faktörlerdendir. Çalışanın uygun bir işe yerleştirilmesi esastır. Çalışma hayatı boyunca da iş sağlığı riskleri işyeri hekimi tarafından takip edilir. Takip süreçleri özel politika gerektiren gruplara göre çalışanların yaş, cinsiyet gibi biyolojik özelliklerine göre çalışma ortamındaki risk faktörlerine göre değişiklik gösterebilir. Bunların tanımlanması ve takip edilmesi çok önemlidir. Çalışanlar sağlık risklerine göre bazı gruplar oluşturulup takip edinilmek istenebilir. Bu grupların da kendi içerisinde farklı periyodik



muayene aralıkları olabilir. İşletmenin belli bir bölgesinde çok riskli işler yürütülüyor olabilir. Bu bölgede çalışan personeller için özel eğitim ve sağlık programları uygulama ihtiyacı doğabilir.

## 4. Uygulama

Yukarıda İSG uygulamalarında ihtiyaç duyulan ve etkin bir yönetim için gerekli olan bazı kriterler ortaya konmuştur. Bu bölümde kontrol matrislerinin oluşturulması ve yönetilmesi için geliştirilen Meditek İBYS (İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Yönetim Sistemi) yazılımı ile işlemlerin nasıl gerçekleştirildiği yer almaktadır.

### 4.1. İşyeri Tanımı

İSG Mevzuatımıza göre farklı SGK Sicil numarasına sahip olan birimler işyeridir. Bir lokasyonda tek bir işyeri olabileceği gibi (Örn. Bakkal) birden fazla işyeri de olabilir (Örn. İnşaat Şantiye alanı, AVM).

Şekil 2. Meditek İBYS işyeri tanımlama ekran görüntüsü

### 4.2. İşyeri Bölümleri – Tesisler – Birimler

İşyerleri monopol tek bir yapı olabileceği gibi farklı risklerin değerlendirildiği fiziksel parçalardan oluşabilir. Bu alanlarda çalışan personeller bu tesis, bölüm ve birimlerle eşleştirilerek risk yönetimi yapılır.

Şekil 3. Meditek İBYS işyeri bölümü tanımlama ekran görüntüsü

### 4.3. Çalışan Bilgisi

İşyerlerinde çalışanlar genel olarak Beyaz ve Mavi yaka olarak sınıflandırılır. Çalışanların temel kimlik bilgileri birçok İSG faaliyetlerinin yürütümünde önemli rol oynamaktadır.

The screenshot shows a form titled 'Hızlı Çalışan Ekle' with a warning icon and text 'Koyu renkli alanlar zorunludur'. The form contains the following fields:

- TC Kimli... (Text input)
- Adı (Text input)
- Soyadı (Text input)
- Doğum T... (Date picker, value: gg.aa.yyyy)
- Cinsiyeti (Dropdown menu, value: Seçiniz)
- Doğum Yeri (Text input)
- Medeni D... (Dropdown menu, value: Seçiniz)
- Kan Grubu (Dropdown menu, value: Seçiniz)
- Eğitim D... (Dropdown menu, value: Seçiniz)

Şekil 4. Meditek İBYS Çalışan tanımlama ekran görüntüsü

### 4.4. Çalışanın İşyeri, Bölüm ve Birim Tanımları

Önceki maddelerde bahsi geçen temel yapı taşları olan işyeri kurgusuna göre çalışanların öncelikle işyeri ile ilişkisi kurulur sonrasında görev yapacağı bölüm, birim gibi yerler ile eşleştirilir.

The screenshot shows a form with the following fields:

- İşyeri (Dropdown menu, value: İşyeri Seçiniz)
- Bölüm (Dropdown menu, value: Bölüm Seçiniz)
- İşe Giriş T... (Date picker, value: 29.09.2022)

Şekil 5. Meditek İBYS çalışan işyeri ve bölüm ilişkisi tanımlama ekran görüntüsü

### 4.5. Çalışanın Mesleği, Görevi ve Yaptığı İş

Çalışanın işyerinin bu alanlarında hangi iş ve işlemleri yürüteceği bilgisi yine kişinin ilk kaydı ile alınır, istenirse sonradan değiştirilebilir.

The screenshot shows a form with the following fields:

- Mesleği (Dropdown menu, value: Meslek Seçiniz)
- Görevi (Dropdown menu, value: Bölüm Çalışanı)
- Çalışan T... (Dropdown menu, value: Sözleşmeli Çalışan)
- Yapacağı İş (Text input)
- Sicil No (Text input)
- Doktor (Dropdown menu, value: Seçiniz)

Şekil 6. Meditek İBYS çalışan mesleği, görevi ve yaptığı iş tanımlama ekran görüntüsü

### 4.6. Çalışan Grupları

Çalışanları farklı kriterlere göre gruplandırıp farklı kontrol kriterleri uygulamak gerekebilir.

<input type="checkbox"/> Gebeler	<input type="checkbox"/> Alkol bağımlıları
<input type="checkbox"/> Emziren anneler	<input type="checkbox"/> İlaç bağımlıları
<input type="checkbox"/> 18 yaşından küçükler	<input type="checkbox"/> Uyuşturucu bağımlıları
<input type="checkbox"/> 2 yaşından küçük çocuğu olan anneler	<input type="checkbox"/> Birden fazla iş kazası geçirmiş kişiler
<input type="checkbox"/> Meslek hastalığı tanısı veya ön tanısı olanlar	<input type="checkbox"/> Engelliler

Şekil 7. Meditek İBYS çalışan grup atama ekran görüntüsü

#### 4.7. Kontrol Matrisleri

Öncelikle uygulanacak kontrol kriterlerinin hangi işyerlerinde olacağı bilgisinin sisteme kaydedilmesi gerekir. Tek bir işyeri olabileceği gibi tüm işyerleri de olabilir.

Şekil 8. Meditek İBYS kontrol kriterlerinin uygulanacağı işyeri seçim ekran görüntüsü

Çok fazla kontrol matrisi olacağı ve sistemi kullanacak kişilerin yetkileri doğrultusunda işlemleri yöneteceği düşünüldüğü için matrisleri kategoriler altında takip etmenin daha ergonomik olacağı düşünülmüştür.

Şekil 9. Meditek İBYS kategori tanımlama ekran görüntüsü

Her bir kategori altında kategori ile ilişkili takip konuları oluşturulmuştur.

**Kategori**

İş Güvenliği

**Takip Konusu**

Seçiniz...

Seçiniz...

Eğitim

**Sertifika**

KKD

**Şekil 10.** Meditek İBYS iş güvenliği takip konusu tanımlama ekran görüntüsü

**Kategori**

İş Sağlığı Yönetimi

**Takip Konusu**

Seçiniz...

Seçiniz...

**Laboratuvar Tetkiki**

Kontrol Muayenesi

Periyodik Muayene

Hastahane Kontrolü

**Şekil 11.** Meditek İBYS iş sağlığı takip konusu tanımlama ekran görüntüsü

**Kategori**

İnsan Kaynakları

**Takip Konusu**

Seçiniz...

Seçiniz...

**Belge Tanımları**

Fiziki Ortam Sınıfı

Gürültü Sınıfı

Hava Sınıfı

Elektirik Sınıfı

**Şekil 12.** Meditek İBYS insan kaynakları takip konusu tanımlama ekran görüntüsü

İlgili kuralın hangi periyotta kontrol edileceği bilgisinin girildiği ekrandır. Belirli aralıklarla kontrol edilebileceği gibi, bir kontrol kriterinin 1 kere sağlanması yeterli görülebilir.

Belirli Aralıkla  Sürekli Geçerli

**Periyod**

1

gün

**Şekil 13.** Meditek İBYS takip konusu periyod belirleme ekran görüntüsü

Kontrol matrisleri tanımlandıktan sonra bu takip konularının kimlere uygulanacağını yani hedef grubun belirtilmesi gerekmektedir. Hedef grup çalışan listesinden seçilebileceği gibi kişi grubu, görev ve ünvana göre de belirlenebilmektedir.

İşyeri Kısa Adı	Kategori	Takip Konusu	Kriter	Tekrar Süresi	Hedef Grup	İşlemler
ALM	İş Sağlığı	Kontrol Muayenesi		1 gün	Murat Çelik	🔍 🗑️ 🔄 📄
ALM	İş Güvenliği	Eğitim	Genel Konular	2 gün	Emrah Balcı	🔍 🗑️ 🔄 📄
ALM	İş Sağlığı	Kontrol Muayenesi		1 gün	Ayşe Özmen	🔍 🗑️ 🔄 📄
DENEME BUSRA	İş Sağlığı	Laboratuvar Tetkiki		1 gün	MERKEZ OFİS Bölümü	🔍 🗑️ 🔄 📄
DENEME BUSRA	İş Güvenliği	Eğitim	Genel Konular	2 gün	ANA BİNA Bölümü	🔍 🗑️ 🔄 📄
FIKİR	İş Sağlığı	Kontrol Muayenesi		1 gün	Genel Bölümü	🔍 🗑️ 🔄 📄
FIKİR	İş Güvenliği	KKD	Güvenlik Ayakkabısı 200 jü (EN 20345) (E...	1 hafta	SEVİLAY MUTLU	🔍 🗑️ 🔄 📄
FIKİR	İş Güvenliği	KKD	Bel Tipi Emniyet Kemer ve Emniyet Hala...	1 gün	SEVİLAY MUTLU	🔍 🗑️ 🔄 📄
LİSA OSGB	İş Sağlığı	Hastahane Kontrolü		1 gün	HASAN HÜSEYİN KARAZEHİR	🔍 🗑️ 🔄 📄
LİSA OSGB	İş Güvenliği	KKD	Güvenlik Ayakkabısı 200 jü (EN 20345) (E...	1 yıl	İNŞAAT görevinde çalışanlar	🔍 🗑️ 🔄 📄

27 kayıttan 1 - 10 arasındaki kayıtlar gösteriliyor

İlk 1 2 3 Son

**Şekil 14.** Meditek İBYS iş güvenliği takip konusunun uygulanacağı hedef grup tanımlama ekran görüntüsü

Yapılan tanımlamalara göre oluşturulan kontrol matrisleri bir liste halinde kullanıcıya sunulur. Kullanıcı bu ekran üzerinden mevcut tanımlamaları görüntüleyip, gerekli değişiklikleri yapabilmekte ve detay bilgilerini görüntüleyebilmektedir.

**Kategori**

İş Sağlığı Yönetimi

**Takip Konusu**

Seçiniz...

Seçiniz...

Laboratuvar Tetkiki

Kontrol Muayenesi

Periyodik Muayene

Hastahane Kontrolü

**Şekil 15.** Meditek İBYS Kontrol matris listesi

Şekil 15'te yer alan liste ekranında istenilen kontrol matris kriterlerine uyan çalışanlar listelenebilmektedir. Şekil 16 ve 17'de örnek ekran görüntüleri verilmiştir.

**Tanımlanacak Grup**

Seçiniz...

Seçiniz...

Bölüm Seç

Kişi Seç

Kişi Grubu Seç

Görev Seç

Ünvan Seç

**Şekil 16.** Meditek İBYS Laboratuvar Tetkiki takip konusu için hedef grup listesi

Uygulamada istenilen kontrol konuları için otomatik elektronik posta ve SMS gönderimi ile ilgili kişilerin bilgilendirilmesi sağlanabilmektedir. Bu işlem kullanıcı tarafından isteğe bağlı bir şekilde ve dinamik parametrelerle tanımlanmaktadır.

T.C. Kimlik No.	Adı Soyadı	Takip Konusu
	Beyza YILMAZ	Laboratuvar Tetkiki
	Beyza YILMAZ	Laboratuvar Tetkiki
	covid ondokuz	Laboratuvar Tetkiki
	MUSTAFA YILMAZ	Laboratuvar Tetkiki
	testuğur testuğur	Laboratuvar Tetkiki
	testuğur test	Laboratuvar Tetkiki
	MELİSA ALATAŞ	Laboratuvar Tetkiki
	testuğur test	Laboratuvar Tetkiki
	deneme1 deneme1	Laboratuvar Tetkiki

Vazgeç

Şekil 17. Meditek İBYS KKD takip konusu için hedef grup listesi

T.C. Kimlik No.	Adı Soyadı	Takip Konusu
	halil olt	KKD
	eren can salbaş	KKD
	kamil rıza	KKD
	mahmut tuncer	KKD
	mehmet mehmet	KKD
	İPEK KARA	KKD

Vazgeç

Şekil 18. Meditek İBYS kontrol konusu bilgilendirme ekranı

## 5. Tartışma ve Sonuç

Hızlı bir teknolojik değişimin yaşandığı çağımızda bilginin önemi her geçen gün daha da arttığı aşikârdır. Elde edilen bu bilgilerin doğru bir şekilde işlenmesi yöneticilerin karar alma aşamalarında daha doğru karar almalarını ve daha etkin bir yönetim sergilemelerini de sağlar.

İşletmelerde uygulanan ve sürekli iyileşmeyi hedefleyen yönetim sistemlerinin planla-uygulama-kontrol et-önlem al (ISO:9001) döngüsünün kontrol ayağında etkin bir sistem kurgulamak oldukça önem arz etmektedir.

İSG süreç yönetiminde kullanılan karar destek sistemlerinin olmazsa olmaz şartlarından biri olmasını düşündüğümüz kontrol matrisleri; çok karmaşık fonksiyonları yazılım algoritmaları ile çok kolaylaştırmaktadır. Yöneticilerin karar alma, planlama, uygulama ve kontrol etme aşamalarında hızlı veri elde etme, analiz etme ve doğru karar vermelerinde işlerini oldukça kolaylaştıracaktır.

Çalışmamızda bu kontrol matrislerinin nasıl kullanılacağı ile ilgili yaklaşımlar ve bu yaklaşımları

destekleyen uygulama örnekleri verilmiştir.

Kontrol matrisleri her bir işyeri için farklılık gösterecektir. Bu matrisleri sadece işyeri ile de bağlı olmadığı işyerinin alanları ile bu alanlarda çalışanların maruz kalabileceği riskler de yönetecek şekilde dinamik olarak tasarlanmalıdır.

## Kaynaklar

- BALKIR, Z. Gönül, 2012, İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkının Korunması: İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Organizasyonu, s. 58.
- Çağlayan, Y - Kılınç, A. (2005), İş Güvenliği, İstanbul, Milli Eğitim Bakanlığı Devlet Kitapları Müdürlüğü 2.Baskı, s.1
- Dizdar E. Ve Koçar O. (2018) İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde Risklerin Yapay Sinir Ağlarıyla Değerlendirilmesi, s.74
- Dizdar, E. N., İş Güvenliği, Trabzon, Murathan Yayınevi, (4. Baskı), 2008.
- Erkut, Haluk (1989), Yönetim Bilişim Sistemleri, M E S S Yayınları, İstanbul.
- Fuori, W.M.; Aufiero, L. J. (1989), Computers And Information Processing, Englewood Cliffs: Prentice Hall, Usa
- G.Serin – M.T. Çuhadar 2015, İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetim Sistemi, s.44-45,53
- Hanna, Nagy; Duobs, Brigitte; Burt, Henry R. (1990). «A Framework:K For Information Management», World Bank Press, Usa.
- HICKS, Herbert; GULLET, Ray (1981), «Management», McGraw-Hill, Singapere.
- Korkmaz, A., Avsallı, H., 2012. Çalışma hayatında Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı:26, 11:153- 167
- Larry LONG, Management Information Systems, Prentice-Hall International, Ine, New Jersey, 1989, s. 44
- Özgen H. (1992) İşletmelerde Yönetim Bilişim Sistemi ve Yönetim Kararlarında kullanılması s.249
- Robert G. MURDICK and John C. MUNSON, Management Information Systems, Prentice Hall, New York, 1986, s:6
- Saruhan,S.C.-Yıldız,M.L. (2009), Çağdaş Yönetim Bilimi, İstanbul, Beta Yayın ss.21
- SÜMER, Haluk Hadi, İş Hukuku, 16. Bs., Konya, 2011, s. 153.
- Yiğit, A. (2005), İş güvenliği ve İş Sağlığı, İstanbul, Aktüel Yayınları, s.3

## Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Öğr. Gör. Abidin Özler, Meditek Yazılım firma sahibidir.

# İSG-Kâtip ve Sahada İş Sağlığı ve Güvenliği

**Fahriye Yonca AYAS<sup>1\*</sup>**

<sup>1\*</sup> İş Sağlığı, Halk Sağlığı Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

**Öz** - 2010 yılının Mayıs ayında İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından tasarlanmış olan KATİP bir yazılım aracıdır. İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili kurumların bürokratik işlemlerini kolayca ve online olarak yapabilmesi amacı ile tasarlanmıştır. Sahada 6331 sayılı yasanın tan uygulanamaması ve tarafların olaya farklı bakış açıları nedeni ile mevcut sorunlara KATİP uygulaması kullanılarak belirli çözümler getirilip getirilmeyeceği tartışılmaktadır. KATİP yazılım programında ise bazı güncellenmeler planlanmaktadır. Bu gelişmeler ışığında: Sahadan alınmış bilgiler ve basında yer almış haberler incelemeye KATİP hakkında tanıtıcı ve saha ile ilişkisini irdelemeye çalışan bir bildiri sunulmaya çalışılacaktır. Sunumda sade, sorunlara çözüm odaklı bir bakış açısı kullanılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – e-devlet, KATİP, iş sağlığı, iş güvenliği, yazılım

## ***OHS-KATIP and Occupational Health and Safety in the Field***

**Abstract** – KATİP is a software tool designed by the General Directorate of Occupational Health and Safety in May 2010. It has been designed with the aim of enabling institutions and people related to Occupational Health and Safety to carry out their bureaucratic procedures easily and online. Due to the inability to fully implement the Law No. 6331 in the field and the different perspectives of the parties, it is discussed whether certain solutions can be brought to the existing problems by using the KATİP application. Some updates are planned in the KATİP software program. In light of these developments: By examining the information received from the field and the news in the press, an introductory statement about the KATİP and trying to examine its relationship with the field will be tried to be presented. In the presentation, a solution-oriented perspective was tried to be used.

**Keywords** – e-devlet, KATİP, occupationalhealth, occupational safety, softwaretool.

*Gerekli format düzenlemeleri yapılmadığı için tam metin olarak yayınlanmamıştır.*



## **ÖZET BİLDİRİLER**



# Yapay Zekâ Teknolojilerini kullanarak İran'da İş Güvenliği Gelişimi üzerinde Kısa bir Değerlendirme

Nuri BİNGÖL<sup>1\*</sup>, Nafiseh FARAJİRAD<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Yapay zekânın en son uygulamalarından biri, günümüzde tüm ekonomik, endüstriyel, üretim ve hizmet projelerinin en önemli yönlerinden biri olan İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) alanındadır. Bilgi işleme, süreç yönetimi, operasyonların iyileştirilmesi ve sektörlerin İSG risklerini belirlemesine yardımcı olmak, güvenlik kontrolü, yönetimi ve işyeri ve personelin korunması ile ilgili kavramların optimize edilmesi önceliği ile İSG'deki yeni teknolojilerin uygulamalarıdır. İSG tabanlı yapay zekâ, sürdürülebilir kalkınma projelerine yardımcı olmada ve İSG seviyelerini iyileştirmek için rekabet avantajı yaratmada akıllı yönetim araçlarından biri olarak kilit ve kritik bir rol oynayabilir. Sektörlerin risk alma türü ve düzeyine göre, yeni yapay zekâ teknolojilerinin uygulama miktarı, şekli ve etkinliği farklı olacaktır. Üretim ve hizmet endüstrileri, madenler, itfaiye ve yangınla mücadele, petrokimya, petrol ve gaz endüstriler, yüksek güvenlik ve sağlık riskli ve tehlikeli olan endüstriler ve işler olarak sınıflandırılır. Yapay zekânın özel yeteneklerini ve uygulama kapsamını incelemek, yapay zekânın güvenlik düzeyini iyileştirmede ve operasyonel riskleri azaltmada ciddi şekilde etkili olabileceğini gösteriyor. Son yıllarda İran'da üniversitelerin gelişmesi, öğrenci sayısının artması ve yeni teknolojiler alanındaki genç araştırmacıların artmasıyla bilimsel makaleler ve araştırmalar anlamlı ölçüde artmıştır. Araştırma alanında dünya 14. sırada yer alan İran, bu alanda önde gelen ülkelerden biridir, ancak pratik stratejilerin endüstrilerde gerçekleştirilmesi ve uygulanması için daha fazla zamana ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler** – Industries, Occupational Health and Safety, Iran, Artificial Intelligence.

## *A brief overview on Safety Progress in IRAN by using Artificial Intelligence Technologies*

**Abstract** – One of the latest applications of artificial intelligence is in the field of health, safety and environment, which is one of the most important aspects of all economic, industrial and service projects today. Information processing, process management, improving operations and helping industries to identify HSE risks are the applications of new technologies in HSE with the priority of optimizing the concepts related to control and management of safety and protection of the workplace and personnel. HSE based artificial intelligence can play a key role as one of the intelligent management tools in helping sustainable development projects and creating a competitive advantage in order to improving HSE levels. According to the type and level of risk taking of industries, the amount and manner of application

<sup>1</sup> nuri.bingol@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0001-6208-7277

<sup>2</sup> n\_farajirad@yahoo.com Orcid id: 0000-0002-1137-0600

\* Sorumlu Yazar: Nuri Bingöl, E-posta: nuri.bingol@uskudar.edu.tr, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

and effectiveness of new artificial intelligence technologies will be different. Production and service industries, mines, firefighting, petrochemicals, and oil and gas are classified as high-risk industries and jobs with high safety and health risks. Examining the special capabilities of artificial intelligence and the scope of their application shows that artificial intelligence can be seriously effective in improving the level of safety and reducing operational risks. Being ranked 14th world in the field of research, Iran is one of the leading countries in this field, but practical strategies need more time to realize and implement in industries.

**Keywords** – Artificial intelligence, Industries, Iran, Safety.

# Nükleer Güç Santrallerinde Olasılıksal Risk Analizi “Probabilistic Risk Assessment (PRA)”

**Murat Ramazan İLTAR<sup>1\*</sup>, Nureddin TÜRKAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği ABD İstanbul/ Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, İstanbul/ Türkiye

**Öz** - Nükleer Güç Santrallerinde meydana gelebilecek ramak kala olaylarının ve kazaların daha önceden fark edilebilmesi, birçok mühendislik yöntemlerinden farklı olarak sadece mahallî değil evrensel ve büyük felaketlere neden olabileceğinden daha fazla önem arz etmektedir. Risk analizi anlamında sayısız literatür ve uygulamanın bulunduğu bilinmektedir. Olasılıksal risk analizi ise nükleer santrallerde tercih edilen en önemli analiz metodlarının başında yer alır. Olasılıksal Güvenlik Analizi (PRA), radyoaktivite salınımına kadar sözde ‘başlatıcı olaylara’ «başarısız olabilecek veya yanlış gidebilecek ve doğrudan veya muhtemelen insan hatası da dâhil olmak üzere bir dizi başka olay» yol açabilecek şeylerin tanımlanmasıyla başlar. Olasılıksal risk analizi yaklaşımında hayal edilebilecek tüm olaylar ve olası sonuçları, ‘hata’ veya ‘olay’ ağaçları olarak adlandırılan mantıksal diziler şeklinde çizilir. PRA üç seviyeden oluşmaktadır. Seviye 1, genel olarak çekirdek hasar sıklığı şeklinde çekirdek hasar riskini değerlendirir ya da tesis modeli olarak adlandırılır. Seviye 2, reaktör muhafazasından radyoaktif malzeme salınımlarının büyüklüğünü ve zamanlamasını değerlendirir ve bazen muhafaza modeli veya tesis artı muhafaza modeli olarak adlandırılır. Seviye 3, yaralanmalar, ölümler ve ekonomik kayıplar gibi sonuçlarını değerlendirir ve bazen saha modeli veya tesis, muhafaza ve saha modeli kombinasyonu olarak adlandırılır. PRA’nın başarısı arasında tündengelim ve tümevarım mantıksal yaklaşımlarının olay, risk ve şiddet üçgeninde tüm yönleri ile ele alınması olarak düşünülebilir. Araştırmamız nükleer santrallerde PRA olarak adlandırılan bu yaklaşımın güvenlik açısından önemini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler** – Olasılıksal risk analizi, PRA, nükleer güç santrali, hata ağacı, olay ağacı.

## ***Probabilistic Risk Assessment In Nuclear Power Plants***

**Abstract** – Detecting near-miss events and accidents may occur in Nuclear Power Plants beforehand is more important as it can cause not only local but also universal and major disasters. It is known that there are numerous literature and applications in terms of risk analysis. Probabilistic risk analysis is one of the most important analysis methods preferred in nuclear power plants. Probabilistic Safety Analysis (PRA) begins with the identification of what may lead to the so-called ‘initiating events’ up to the release of radioactivity, ‘which may fail or go wrong and directly or possibly lead to a range of other events, including human error’. In the probabilistic risk analysis approach, all imaginable events and

<sup>1</sup> muratiltar@hotmail.com Orcid id: 0000-0001-6137-6050

<sup>2</sup> nturkan@hotmail.com Orcid id: 0000-0002-0452-9484

\*Sorumlu Yazar: muratiltar@hotmail.com, İstanbul Medeniyet Üniversitesi isansüstü Eğitim Enstitüsü

their possible outcomes are plotted as logical sequences called 'error' or 'event' trees. PRA consists of three levels. Level 1 generally assesses core-to-core damage risk in terms of core damage frequency. Level 2 evaluates the magnitude and timing of releases of radioactive material from the reactor enclosure and is sometimes referred to as the containment model or plant plus containment model. Level 3 assesses its consequences, such as injuries, deaths, and economic losses, and is sometimes called the field model or a combination of facility, containment, and field model. Among the success of PRA, it can be thought that the deductive and inductive logical approaches are handled with all their aspects in the triangle of event, risk and violence. Our research reveals the importance of this approach, called PRA, in terms of safety in nuclear power plants.

**Keywords** – Probabilistic Risk assessment, PRA, Nuclear Power Plants, Failure Tree Analysis, Event Tree Analysis.

# Kaynak Makinelerinde Kişisel Koruyucu Donanım ve Ana Makine Arasında Bağlantı Sistemi ve İş Güvenliği Analizi

**Burak AKYOL<sup>1\*</sup>, Müge ENSARİ ÖZAY<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Bu çalışmada kaynak teknolojisinin sık kullanıldığı alanlarda iş güvenliği önlemlerinin önemi vurgulanmıştır. Araştırmanın konusu kaynak makinelerinde ve kaynak makinesine ait olan kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımların arasında bir bağlantı sistemi oluşturmaktır. Araştırmanın amacı ise kişisel koruyucu donanım ve ana makine arasında ki bağlantı sistemi oluşturarak çalışanın kişisel koruyucu donanım ile eksiksiz olarak kaynak yapmasını sağlamaktır. Bu nedenle oluşabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşumunu minimalist düzeye indirilmesi amaçlanmaktadır. Bağlantı sistemi desteklemeksizin kaynak yapan çalışanın kişisel koruyucu donanım takmadan kaynak yapması engellenmiş olacaktır. Ana makine ile kişisel koruyucu donanım arasında bağlantı sisteminin oluşturulması sonucu çalışan tam teçhizatlı olarak çalışmak zorunda kalacak ve kişisel koruyucu donanımsız kaynak işini yapamayacaktır. İş kazaları ve meslek hastalıklarının kaynak çalışma sahasında azaltılması hedeflenmektedir. Araştırmada elde edilen bulgular el tipi co2 ve co ölçer ile gaz ölçümleridir. Yapılan ölçümler kişisel koruyucu donanım ile yapılan ve kişisel koruyucu donanım kullanılmadan yapılan ölçümlerdir. Yapılan ölçümler mesafe sensörüne göre ayarlanmış ve ölçüme ait bulgular elde edilmiştir. Mesafe uzadıkça yapılan ölçümler sonucu çalışan daha az gazdan etkilenmiştir. Aynı zamanda iş kazaları ve meslek hastalıklarının yıllara göre açıklanan verilerinden yararlanılmış ve karşılaştırılmıştır. Araştırmanın yöntemi veri toplama, bağlantısal sistemler, gözlemsel çalışmalar olacaktır. Araştırmanın yöntem ve deneysel süreçlerinde ölçüm çalışması yapılmıştır. Ölçüm çalışmasında kızılötesi sensör ile mesafe ayarı yapılan kişisel koruyucu donanımın yazılımsal kodlaması ile ayarlanarak ölçümler yapılmıştır. Araştırma yapılırken sanayi sektöründe kaynak işi yapan kişiler ile ölçümler gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Kaynak makinesi, KKD, bağlantı, iş kazası, meslek hastalığı.

## ***Connection System and Work Safety Analysis Between Personal Protective Equipment and Main Machine In Welding Machines***

**Abstract** – In this study, the importance of occupational safety measures is emphasized in areas where welding technology is used frequently. The subject of the thesis is to create a connection system between the welding machines and the personal protective equipment belonging to the welding machine. The aim of the study is to create a connection system between the personal protective equipment

<sup>1</sup> akyolburaak@gmail.com Orcid id: 0000-0003-1176-8149

<sup>2</sup> mugeensariozay@gmail.com Orcid id: 0000-0002-4785-5503

\*Sorumlu Yazar: akyolburaak@gmail.com - Akdurak Mahallesi, Yonca sokak, No:9, Kat:2 Kandıra /Kocaeli.

and the main machine, and to ensure that the employee is fully welded with the personal protective equipment. For this reason, it is aimed to reduce the occurrence of work accidents and occupational diseases to a minimalist level. The worker who is welding without supporting the connection system will be prevented from welding without wearing personal protective equipment. As a result of the creation of the connection system between the main machine and the personal protective equipment, the employee will have to work fully equipped and will not be able to do the welding work without personal protective equipment. It is aimed to reduce work accidents and occupational diseases in the welding work area. The findings obtained in the research are gas measurements with hand-held co2 and co meter. Measurements are made with personal protective equipment and without using personal protective equipment. The measurements were adjusted according to the distance sensor and the findings of the measurement were obtained. As the distance increases, the result of the measurements made is less affected by the working gas. At the same time, the data of occupational accidents and occupational diseases explained by years were used and compared. The method of the research will be data collection, connectional systems, observational studies. Measurement work was carried out in the method and experimental processes of the research. In the measurement study, the distance adjustment was made with the infrared sensor, and the measurements were made by adjusting the software coding of the personal protective hardware. While conducting the research, measurements were made with people who do welding work in the industrial sector.

**Keywords** – Welding machine, PPE, connection, work accident, occupational disease.



# Proses Güvenliği Yönetim Sistemi

**Hacer KAYHAN<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, Üsküdar, İSTANBUL  
Kayhan Akademi Proses Güvenliği ve Çevre Dan. Ltd. Şti, Maltepe, İSTANBUL

**Öz** - Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin. Azaltılması Hakkında Yönetmelik kapsamında kuruluş, ortaya koyduğu hedefleri hayata geçirmek için temel yöntemleri belirlemesi gerekmektedir. BEKRA mevzuatı, işletmecinin sadece güvenli teknoloji kullandığını ispatlamasını yeterli görmemektedir. İşletmecinin, bu teknolojiyi yönetmek ve sürdürülebilirliği için bir de yönetim sistemini kurduğunu da ispat etmesi gerekmektedir. BEKRA kapsamında yasal zorunluluk olan bu sistem Güvenlik Yönetim Sistemi (GYS) olarak adlandırılmaktadır ve gerekli örgütsel yapılar, politikalar ve prosedürler de dahil olmak üzere güvenlik elemanlarını yönetmek için tasarlanmış kapsamlı bir yönetim sistemini tarif etmektedir. Güvenlik Yönetim Sistemi, kuruluştta meydana gelebilecek büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için gerçekleştirilen teknik ve organizasyonel faaliyetlerin bütünüdür. Kazaların önlenmesi veya kaza sonrası olayların en az hasarla atlatılması olaya ancak sistem yaklaşımı ile mümkündür. Bu kapsamda kazaların önlenmesi için bir yönetim sistemi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Güvenlik yönetim sistemi genel olarak yedi ana unsura odaklanmakta ve bu konu başlıklarının sistematik şekilde sırasıyla Planla-Uygula-Kontrol El- Önlem Al (PUKÖ) adımlarının uygulanmasını öngörmektedir. İlgili yönetmelikte tanımlanana bu konu başlıkları; Organizasyon Ve Personel, Büyük Kazaların Risklerinin Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesi, İşletim Kontrolü, Değişim Yönetimi, Acil Durumlar İçin Planlama, Performansın İzlenmesi ile Denetleme ve İncelemedir. Bu çalışmada söz konusu yedi ana başlığın GYS 'nde uygulanması ile ilgili bilgilerin aktarılması planlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – BEKRA mevzuatı, güvenlik yönetim sistemi, büyük endüstriyel kazalar.

## *Process Safety Management System*

**Abstract** – Prevention and Effects of Major Industrial Accidents. Within the scope of the Regulation on Mitigation, the organization is required to determine the basic methods in order to realize the goals it has set. BEKRA legislation does not consider it sufficient for the operator to prove that he/she uses only safe technology. The operator must also prove that he has established a management system for the management and sustainability of this technology. This system, which is a legal obligation within the scope of BEKRA, is called the Security Management System (SMS) and describes a comprehensive management system designed to manage security elements, including necessary organizational structures,

<sup>1</sup> [hacer.kayhan@uskudar.edu.tr](mailto:hacer.kayhan@uskudar.edu.tr); [hkayhan@kayhanakademi.com](mailto:hkayhan@kayhanakademi.com) Orcid id: 0000-0002-8656-8144

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: E-posta: [hacer.kayhan@uskudar.edu.tr](mailto:hacer.kayhan@uskudar.edu.tr); [hkayhan@kayhanakademi.com](mailto:hkayhan@kayhanakademi.com)

policies and procedures. The Safety Management System is the whole of the technical and organizational activities carried out to prevent major industrial accidents that may occur in the organization and to reduce their effects. The prevention of accidents or the recovery of post-accident events with minimal damage is only possible with a system approach. In this context, a management system has been developed and implemented to prevent accidents. The security management system generally focuses on seven main elements and envisages the implementation of the Plan-Do-Control-Take Action (PUKO) steps, respectively, in a systematic way. These subject headings as defined in the relevant regulation; Organization and Personnel, Identification and Evaluation of Risks of Major Accidents, Operational Control, Change Management, Planning for Emergencies, Performance Monitoring, Inspection and Inspection. In this study, it is planned to convey information about the implementation of these seven main headings in the GYS.

**Keywords** – BEKRA legislation, safety management system, major industrial accidents.

# Yapay Zeka Uygulamalarının Çalışan İstihdamına Etkilerinin Değerlendirilmesi

Ebru SENEMTAŞI ÜNAL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı, Türkiye

**Öz** - Elektronik ve otomasyon sistemlerinde yeni teknolojilerin uygulanmasıyla birlikte üretim sistemlerinde insan kaynaklı işgücü yerini yapay zekâ ve robot teknolojisinin kullanıldığı makinelere bırakmıştır. Dolayısıyla, kas gücü kullanılarak yapılan ve zanaatkârlık gerektiren işler, bu sistemlerin kullanılmasıyla birlikte dönüşüme uğramış ve yeni beceri ve yetkinlikler gerektiren çalışan ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu süreç, çalışanın beceri ve yeteneklerini yeni teknolojiye uyum sağlayacak şekilde değiştirerek kendini bu doğrultuda geliştirmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Geleneksel üretim yöntemleri ile yapılan işlerde kullanılan makine ve teçhizatlar yardımcı eleman olarak kullanılırken, yapay zekâ ve dijitalleşme sürecinde makineler ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, işin işleyiş şeklinde oluşan farklılık, çalışanın alışılmış çalışma biçimini değiştirerek sürekli bir öğrenme çabası içerisinde bulunmasını gerekli kılmaktadır. Öte yandan, dijitalleşme sürecinde yeni mesleklerin de ortaya çıktığı ve çıkmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bununla birlikte yeni istihdam alanlarının oluşacağı ve verimliliğin artacağı düşünülmektedir. Bu durumda daha nitelikli istihdam ihtiyacı gerektiğinden işgücü talebinin daha yüksek eğitimli olması gerektiği durumu söz konusudur. Her iki durumda da eğitim ve beceri geliştirme zorunluluğu önem kazanmaktadır. Bu anlamda, işsizlik oranının artmasının önüne geçmek ve dijitalleşme sürecine ayak uydurabilmek için mevcut işgücünün yetkinleştirilmesi yönünde uzun vadeli bir istihdam politikasının geliştirilmesinin ve yeni mesleklerde çalışabilecek yetkinliğe sahip işgücünün yetiştirilmesini sağlamak amacıyla öğrenme süreçlerinin yeni sistemlere uyumlu olacak şekilde yeniden yapılandırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** – Yapay zekâ, istihdam, mesleki yetkinlik, otomasyon, dijitalleşme.

## *Evaluation of the Effects of Artificial Intelligence Applications on Employee Employment*

**Abstract** – With the application of new technologies in electronic and automation systems, human-based workforce in production systems has been replaced by machines using artificial intelligence and robot technology. Therefore, the works done using muscle power and requiring craftsmanship have been transformed with the use of these systems, and the need for employees requiring new skills and competencies has emerged. This process has revealed the necessity of improving himself in this direction by changing the skills and abilities of the employee to adapt to the new technology. On the other hand, it is predicted that new professions have emerged and will continue to emerge in the digitaliza-

<sup>1</sup> esenemtasi@agri.edu.tr Orcid id: 0000-0002-8530-9423

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ebru Senemtaşı Ünal E-posta, Adres esenemtasi@agri.edu.tr

tion process. However, it is thought that new employment areas will be created and productivity will increase. In this case, there is a situation where the demand for labor force should be higher educated, since more qualified employment is needed. In both cases, the necessity of education and skill development gains importance. In this sense, it is thought that it would be beneficial to develop a long-term employment policy towards the empowerment of the existing workforce in order to prevent the increase in the unemployment rate and to keep up with the digitalization process, and to restructure the learning processes in a way that is compatible with the new systems in order to train a workforce capable of working in new professions.

**Keywords** – Artificial intelligence, employment, professional competence, automation, digitalization.

# Risk Değerlendirme ve Yönetimine Yeni Bir Yaklaşım (Simülasyon)

**Hasan Onur İNAL<sup>1\*</sup>, Yusuf Vural<sup>2</sup>, Bayram KAHRAMAN<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Mining Engineering, Türkiye

<sup>2</sup> Şehit Ahmet Özsoy Fen Lisesi Müdürü, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup> Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering, Mining Engineering, Türkiye

**Öz** - Risk değerlendirme ve yönetimi, işletmelerin iş sağlığı ve güvenliği gerekliliklerini yerine getirmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu sayede işletmelerde, tehlike ve riskler önceden fark edilip önlemler alınabilmektedir. Günümüzde kullanılan tüm risk değerlendirme ve yönetim sistemleri kağıt üzerinde kalmaktadır. Özellikle büyük işyerlerinde bu değerlendirme süreçleri uzamakta; değerlendirmeye birçok personelin iştirak etmesi gerekmektedir. Risk değerlendirme aşamaları dinamikliğini kaybetmektedir. Kullanılan klasik risk yönetim sistemleri her ne kadar yazılımlara dönüştürülsede analiz ve işlem gücü büyük oranda yavaş kalmaktadır. İşyerlerinin risk yönetimlerinin daha net ve dinamik izlenmesi adına simülasyon programları elzem hale gelmiştir. Dinamik risk sistemlerinin işyerlerine uygulanması adına çok çeşitli simülasyon programları dünya genelinde kullanılmaktadır. Ancak geniş çapta her bir risk parametresi için, birden fazla simülasyon yazılımları kullanılmamaktadır. Bu çalışmada farklı risk parametrelerinde farklı yazılımlar kullanılarak gerçekliğe en yakın matematiksel çözümler elde etme amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Risk analizi, simülasyon, isg yazılımları, dinamik risk, risk yönetim sistemleri.

## *A New Approach to Risk Assessment and Management (Simulation)*

**Abstract** – Risk assessment and management are vital to meet occupational health and safety requirements of enterprises. In this way, hazards and risks can be noticed in advance and measures can be taken. All risk assessment and management systems used today remain on paper. Especially in large workplaces, these evaluation processes are prolonged; many personnel should participate in the evaluation. Risk assessment stages lose their dynamism. Although the classical risk management systems used are converted to software, the analysis and processing power is largely slow. Simulation programs have become essential to more clearly and dynamically monitor the risk management of businesses. A wide range of simulation programs are used worldwide for the application of dynamic risk systems to businesses. However, for each large risk parameter, multiple simulation software is not used. In this

<sup>1</sup> birinci yazar e-mail Orcid id: 0000-0001-6564-5721

<sup>2</sup> ikinci yazar e-mail Orcid id: 0000-0003-3485-1914

<sup>3</sup> üçüncü yazar e-mail Orcid id: 0000-0001-9429-6591

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: hsninl27@gmail.com, Buca-İzmir,

study, it is aimed to obtain the nearest mathematical solutions by using different software in different risk parameters.

**Keywords** – Risk analysis, simulation, OHS software, dynamic risk, risk management systems.

# Endüstriyel Robot Emniyeti ve Dijital Dönüşüm

**Erhan ESKİCUMALI<sup>1</sup>, Mine SARITAŞ<sup>2</sup>, Rüştü UÇAN<sup>3</sup>, Ali Orhan KARACIĞAN<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Mühendislik ve Teknik Hizmetler Bölümü, GMGTEST, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Mühendislik ve Teknik Hizmetler Bölümü, GMGTEST, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup> İSG Bölümü, SBF Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> İSG Bölümü, SBF Fakültesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Son yıllarda özellikle elektrikli araçların üretimleri ile alakalı Türkiye’de hali hazırda büyük bir sektör olan otomotiv sektöründe endüstriyel robotları da içeren ciddi yatırımlar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Kullanılan endüstriyel robot sayısı ciddi rakamlara ulaşan bu robot yatırım projeleri, yangın güvenliği, ergonomi, basınçlı kaplar, patlayıcı ortamlar gibi İş Sağlığı ve Güvenliği bölümünün ilgilendiği birçok alandan birisi olan endüstriyel robot emniyeti yani makine emniyeti alanında bilinmesi gereken birçok konuyu da gündeme getirdi. Bu makalenin amacı, fabrikalarda bulunan robot hücrelerinde risk değerlendirmesi veya yeni satın alınan bir robot hücresinin fabrika kabul testleri yapılırken, artırılmış gerçeklik (AR) veya sanal gerçeklik (VR) dijital çözümlerinden nasıl faydalanılabileceğini, sektörde bugüne kadar gerçekleştirilmiş uygulama örneklerini, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik çözümleri ile dijitalleşen sistemlerden alınan verilerin, yapay zeka (AI) modelleri ile yorumlanarak nasıl iş kazalarının önüne geçilebileceğini, maliyetlerin azaltılabileceğini, verimliliğin artırılabilceğini anlattıktan sonra gelecek olan yeni makine emniyeti yönetmeliğinin, yapay zeka, (AI), nesnelerin interneti (IOT) ve robotik gibi dijital teknolojilerdeki gelişmeler ile ilgili ele aldığı konulardan bahsederek sektörel farkındalık yaratmaktır. Bu çalışma kapsamındaki veriler, uluslararası kaynaklardan, sektörel dergilerden, makine emniyeti kılavuzlarından, bu alanlarda çalışmalar yapmış firmaların resmi web sitelerinden alınacaktır.

**Anahtar Kelimeler** – Endüstriyel robot emniyeti, dijital dönüşüm, artırılmış gerçeklik (AR) , sanal gerçeklik (VR) , yeni makine emniyeti yönetmeliği.

## *Industrial Robot Safety and Digital Transformation*

**Abstract** – In recent years, serious investments including industrial robots have been made and continue to be made in the automotive sector, which is already a large sector in Turkey, especially related to the production of electric vehicles. These robot investment projects, whose number of industrial robots have reached serious numbers, also brought up many issues that should be known in the field

<sup>1</sup> erhaneskicumali@gmail.com Orcid id: 0000-0001-5553-6695

<sup>2</sup> minesaritas@hotmail.com Orcid id: 0000-0003-3910-0108

<sup>3</sup> rustu.ucan@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0003-2389-8231

<sup>4</sup> aliorhan.karacigan@uskudar.edu.tr Orcid id: 0000-0002-5344-9720

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: erhaneskicumali@gmail.com, İstanbul / Türkiye

of industrial robot safety, that is, machine safety, which is one of the many areas of interest of the Occupational Health and Safety department, such as fire safety, ergonomics, pressure vessels, explosive environments. The purpose of this article is to examine how augmented reality (AR) or virtual reality (VR) digital solutions can be utilized while performing risk assessments or factory acceptance tests of a newly purchased robot cell in robot cells in factories, examples of applications realized so far in the industry, augmented reality and virtual reality. After explaining how work accidents can be prevented, costs can be reduced, and productivity can be increased by interpreting the data obtained from digitalized systems with artificial intelligence (AI) models, the new machinery safety regulation, which will come after it, will be discussed such as artificial intelligence (AI), internet of things (IOT) and robotics. is to create sectoral awareness by talking about the issues it deals with about developments in digital technologies.

**Keywords** – Industrial robot safety, digital transformation, augmented reality (AR), virtual reality (VR), new machine safety directive.



# Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Dijital Dönüşümüne Yönelik Uygulamalar

Pınar BAYKAN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Meslek Yüksekokulu,  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı, Türkiye

**Öz** - Dijital dönüşüm, bilgiye kısa sürede ulaşmaya ve paylaşmaya, iş ve süreçlerin hızlı ve kolay yapılmasına imkân tanınması yönüyle hem dünyada hem de ülkemizde hızlı bir şekilde iş ve süreçlere entegre olmuştur. Sürekli iyileştirme ve geliştirme faaliyetlerinin yürütüldüğü İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) hizmet alanları da dijital dönüşüme kayıtsız kalmamıştır. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği hizmet alanlarının dijital dönüşümüne yönelik uygulamaların incelenmesi amaçlanmıştır. İncelemeler sonucunda veri aktarımı, denetim, eğitim, risk analizleri, koruyucu donanımlar gibi İSG hizmetlerinde dijitalleşme uygulamalardan yararlandığı görülmüştür. Bu uygulamaların yürütülmesinde çalışan eğitimlerinde kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler, denetim faaliyetlerinde ise akıllı baretler gibi giyilebilir teknolojilerden yararlandığı görülmüştür. Veri aktarımı, görselleştirme ve denetim mekanizmasında ise erken uyarıda bulunması amacıyla İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü tarafından İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Yönetim Sistemi (İBYS) geliştirilmiştir. Sahada çalışan iş güvenliği uzmanlarının yaptığı iş ve işlemlere yönelik tüm verileri bu sisteme girmeleri sağlanmıştır. 3D modelleme, yapay zekâ gibi dijital teknolojiler kullanılarak daha güvenli çalışma ortamları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Risk analizi ve değerlendirmelerine yönelik ise kurumsal risk yönetimi yazılım programları geliştirilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde işyerlerinde riskler önceliklendirilip iyileştirme faaliyetlerinde doğru kararların alınmasına zemin oluşturulmuştur. Yapılan bu uygulamaların yaygınlaştırılması yaşanan iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine, işlerin daha güvenli ortamlarda yapılmasına katkıda bulunacaktır.

**Anahtar Kelimeler** – İş güvenliği, dijitalleşme, akıllı giyisiler, yapay zeka.

## *Practices for Digital Transformation of Occupational Health and Safety Services in Turkey*

**Abstract** – Digital transformation has quickly become integrated into business and processes both in the world and in our country, as it allows accessing and sharing information in a short time and enabling quick and easy work and processes. In this study, it is aimed to examine the applications for the digital transformation of OHS areas. As a result of the examinations, it has been seen that digitalization applications are used in OHS services such as data transfer, audit, training, risk analysis, protective equipment. It has been observed that technologies such as virtual reality and augmented reality used in employee

<sup>1</sup> pbaykan@agri.edu.tr Orcid id: 0000-0001-5279-3872

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: pbaykan@agri.edu.tr , Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı, Türkiye

trainings, which are the most striking in the execution of these applications, and wearable technologies such as smart helmets in audit activities. Occupational Health and Safety Information Management System (İBYS) has been developed by the OHS Directorate in order to provide early warning in data transfer, visualization and control mechanism. Occupational safety experts working in the field were allowed to enter all data regarding their work and transactions into this system. Safer working environments are tried to be created by using digital technologies such as 3D modeling and artificial intelligence. Enterprise risk management software programs have been developed for risk analysis and assessments. Thanks to these software, risks are prioritized in the workplaces and the basis for making the right decisions in improvement activities is established. The dissemination of these practices will contribute to the prevention of work accidents and occupational diseases, and to work in a safer environment.

**Keywords** – Occupational safety, digitalization, smart clothes, artificial intelligence.

# Sigortasız Çalıştırılmanın Önlenmesinde Dijital Sistemlerin Değerlendirilmesi

**Vedat CANER<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Meslek Yüksekokulu,  
Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Sigortalı çalışanların hayatını değerli kılmak için yürütülen faaliyetlerin tümü iş güvenliği olarak adlandırılmaktadır. Kişinin bedensel, ruhsal ve sosyal iyiliği de iş güvenliği ile birlikte değerlendirildiğinde, karşımıza iş sağlığı ve güvenliği disiplini çıkmaktadır. İş yerinde var olan ya da dışardan gelecek tehlikelerin tespit edilerek riske dönüşmemesi için alınması gereken önlemleri içeren bu disiplin, her ne kadar yasalar ile zorunlu olarak uygulamaya konulmuş olsa da, uygulama alanında farklı boyutlarda sorunlar ile karşılaşmaktadır. Bu noktada temel problem sigortasız işçi çalıştırılmasıdır. Türkiye’de son yıllarda yoğunlaşan mülteci nüfusu da göz önüne alındığında ucuz iş gücü temelli kanunsuz uygulamalar hemen hemen tüm iş kollarında karşımıza çıkmaktadır. Verilen bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, sigortasız işçi çalıştırmanın önüne geçebilmek için dijital sistemlerden yararlanmanın faydalarını ortaya koymaktır. Tasarlanan çalışmada, elektronik çipli Türkiye Cumhuriyeti nüfus cüzdanlarının çalışanların sigorta girişlerinin yapıldığı yerlerde tanımlanması ve tüm iş yerlerinde kimlik kartı ile giriş yapılmasına olanak sağlayan dijital sistemlerin kurulması hedeflenmiştir. Bu uygulama ile personellerin mesai saatleri ve çalışma süreleri de elektronik ortamda takip edilebilecek ve depolanabilecektir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ile entegre olarak yürütülmesi planlanan bu sistem ile sigortasız işçi çalıştırmanın önüne geçilmesinde önemli adımlar atılacağı öngörülmektedir. Çalışanların can ve mal güvenliklerinin denetim altında tutmak, güvenlik kültürü oluşumuna da önemli katkılar sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler** – Çalışma güvenliği, dijital iş güvenliği, iş sağlığı, sigortasız çalışma.

## *Evaluation of Digital Systems in Preventing Uninsured Employment*

**Abstract** – All activities carried out to make the lives of insured employees valuable are called job security. When the physical, mental and social well-being of the person is evaluated together with occupational safety, we are confronted with the discipline of occupational health and safety. Although this discipline, which includes the measures to be taken in order to prevent the hazards that exist in the workplace or will come from outside from being identified and turned into risks, has been put into practice by law, problems of different dimensions are encountered in the field of application. The main problem at this point is the employment of uninsured workers. Considering the refugee population that has intensified in Turkey in recent years, unlawful practices based on cheap labor force are encountered in almost all business lines. In the light of the information provided, the aim of this study is to reveal

1 vedatcaner@beykent.edu.tr Orcid id: 0000-0002-3275-358X

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: vedatcaner@beykent.edu.tr, Beykent Üniversitesi

the benefits of using digital systems in order to prevent uninsured workers. In the designed study, it is aimed to identify the identity cards of the Republic of Turkey with electronic chips in the places where the insurance entries of the employees are made and to establish digital systems that allow entry with identity cards in all workplaces. With this application, the working hours and working hours of the personnel can be monitored and stored in electronic environment. With this system, which is planned to be carried out in integration with the Ministry of Labor and Social Security, it is foreseen that important steps will be taken to prevent the employment of uninsured workers. Keeping the safety of life and property of employees under control will also make significant contributions to the formation of a safety culture.

**Keywords** – Digital occupational safety, occupational health, occupational safety, working without insurance.

# İş Güvenliği Politikalarının Etkisini Değerlendirmek için Makine Öğrenimi Destekli Tanılama ve Karşılaştırma Aracı

Lütfiye ÖZDEMİR<sup>1\*</sup>, Beyrul CANBAZ<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - 30 Haziran 2012 de yürürlüğe giren 6331 sayılı kanununun farklı sektörlerde değişen iş sağlığı ve güvenliği (İSG) önlemlerinin iş kazalarını önlemedeki etkisinin rolü 10 yılı aşmasına rağmen hala net değildir. Bu nedenle, mesleklerin iş gücü piyasasındaki etkin rolünü İSG politikaları çerçevesinde uygulanan İSG önlemlerinin uygulanabilirliğini sektörel olarak karşılaştırmak amacıyla makine öğrenimi destekli bir model geliştirdik. Bilindiği üzere makine öğrenmesi, insanların öğrenme şekillerini taklit etmek için veri ve algoritmaların kullanımına odaklanıp doğruluğu kademeli olarak artıran bir yapay zeka ve bilgisayar bilimi dalıdır. Bu çalışmada, 2006 yılından itibaren 2021 yılına kadar olan 15 yıllık herkese açık olan iş kazası verilerini kullanarak 6331 sayılı kanunun iş kazalarını önlemedeki etkinliği bu makine öğrenimi destekli model ile araştırılmaktadır. Çalışan, Kazazede, İyileşen (ÇKİ) popülasyonların evrimini, doğrusal olmayan Adi Diferansiyel Denklemlerle ifade eden modeli, bir yapay sinir ağı modülüne sahip sektörel olarak uygulanabilir bir iş güvenliği önlemlerinin etkisi modeli olarak önermekteyiz. Uygulama için, gizli katmanda 10 birim ve doğrultucu aktivasyon fonksiyonu ile n=2 katmanlı yoğun bağlı bir sinir ağı seçiyoruz. Model, iş kazaları dağılımını İSG önlemleri kontrol politikalarının rolünü analiz etmek ve karşılaştırmak için iş kazalarının zaman serisine katkılarını ayırtmaktadır. Modelimiz, tüm parametrelerle, herkese açık İş kazası verilerini kullanılan, makine öğrenimi algoritmaları aracılığıyla optimize edilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre 6331 sayılı kanun ülkemizin iş sağlığı ve güvenliği açısından olumlu yönde bir etki yaptığı somut olarak gösterilmiştir. Ayrıca Çalışan, Kazazede, İyileşen evrimlerine dayalı bu önerilen model tüm sektörlerde iş güvenliği politikalarının etkinliğini araştırmak için makine öğrenimi tabanlı alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler** – İş Sağlığı ve Güvenliği, Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi.

## *A Machine Learning-Aided Diagnostic and Comparative Tool to evaluate the impact of Occupational Safety Policies*

**Abstract** – Although the effect of the changing occupational health and safety (OHS) measures in different sectors of the Law No. 6331, which entered into force on 30 June 2012, in preventing occupational accidents, is still not clear after more than 10 years. For this reason, we developed a machine learning supported model to compare the effective role of occupations in the labor market and the app-

<sup>1</sup> lutfiyeozdemir27@hotmail.com Orcid id:; 0000-0001-7892-9811

<sup>2</sup> beyrul.canbaz@yeniyuzyil.edu.tr, Orcid id: 0000-0002-5633-2296

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: lutfiyeozdemir27@hotmail.com

licability of OHS measures implemented within the framework of OHS policies. As it is known, machine learning is a branch of artificial intelligence and computer science that focuses on the use of data and algorithms to mimic the way humans learn and gradually increases accuracy. In this study, the effectiveness of Law No. 6331 in preventing occupational accidents is investigated with this machine learning supported model, using 15 years of publicly available work accident data from 2006 to 2021. We propose the model that expresses the evolution of Working, Victim, Recovered (SCI) populations in nonlinear Ordinary Differential Equations as an industry-applicable occupational safety measures impact model with an artificial neural network module. For the application, we choose an n=2 layer densely connected neural network with 10 units in the hidden layer and ReLU (Rectified Linear Unit) activation function. The model decomposes the contribution of occupational accidents to the time series to analyze and compare the distribution of occupational accidents and the role of OSH measures control policies. Our model is optimized through machine learning algorithms using publicly available Occupational accident data with all parameters. According to the results of the study, it has been shown concretely that the law numbered 6331 has a positive effect on the occupational health and safety of our country. In addition, this proposed model based on Employee, Victim, Recovered evolutions can be used as an alternative machine learning-based method to investigate the effectiveness of occupational safety policies in all industries.

**Keywords** – Occupational Health and Safety, Artificial Intelligence, Machine Learning.

# İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarında Dijitalleşmenin Gerekliliği ve Örnekleri

Münevver YAKUT<sup>1\*</sup>, Emine BOZKUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Endüstri Mühendisliği Bölümü, Makine Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Çalışma alanlarının düzenlenmesi ve çalışanların kendini güvende hissederek yüksek motivasyonla çalışabilmeleri için işyeri ortamının güncel teknolojiye uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Değişen dünyada artan problemlerin çözümünde dijital uygulamalar gittikçe hızlı bir ivme ile uygulanmaya devam etmektedir. Her alanda olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında teknolojiden yararlanılmaktadır. Dijitalleşme ihtiyacı bütün sektörlerde olduğu gibi bu alanda da mevcuttur. Endüstri 4.0 ve İsg (iş sağlığı ve güvenliği) 4.0 entegresinden yola çıkılarak çeşitli iyileştirme süreçleri uygulanmaktadır. Çalışanların korunması ve sağlığının artırılması doğrultusunda pratik araç gereçler tasarlanıp kullanıma sunulmaktadır. Dijitalleşme adımlarında sıklıkla yapay zekâ kullanımı ön planda yer almaktadır. Bu doğrultuda yaygın dijitalleşme ürünleri olan akıllı kişisel koruyucu donanımlar kullanımı giderek artmaktadır. Çalışan sayısının yoğunlukta olduğu işletmelerde çalışanların takibi ve anlık güvenliğinin gözlenmesi için akıllı kartlar kullanılmaktadır. Bununla beraber ortamın termal konfor şartlarına uygun olarak tasarlanmış akıllı kıyafetler de son zamanlarda oldukça yaygın kullanımda yer almaktadır. Bu ve benzeri yapay zekâ kullanılarak yapılan dijitalleşmenin çıktılarını artırmak mümkündür. Bunun yanı sıra iş sağlığı ve güvenliğinde yapılan evrakların takibi ve hızlı kontrolünü yapmak için dijital arşivler kullanımı giderek artan uygulamalardandır. Uzman ve yasal denetleyiciler dijital siteler kullanarak çalışanlar için olduğu gibi işletmelerde uygulanan çalışmalarını dijital ortamlara aktararak güvenli olarak depolanmasını sağlayabilmektedir. İş kazası ve meslek hastalıkları kayıtlarına ile çalışanların çalışma öyküsüne dijital veri sistemleri ile erişim sağlanabilmektedir. Ayrıca yapılan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının ortak paylaşımı sayesinde diğer işletme ve çalışanlar faydalanabilmektedir. Artan global dijitalleşme ile işletmelerde yapılan çalışmaların kayıt altına alınıp sonraki nesillere aktarımı için dijitalleşme gerekli ve zorunludur. Değişen dünya koşullarına uyum sağlamak ve çalışanların İSG alanındaki ihtiyaçlarının sağlanması için de dijitalleşmeye yönelinmelidir.

**Anahtar Kelimeler** – Yapay zekâ, dijitalleşme, iş sağlığı ve güvenliği, iş sağlığı ve güvenliğinde dijital veri sistemleri.

<sup>1</sup> muneveryakut@beykent.edu.tr Orcid id: 0000-0002-3267-8380

<sup>2</sup> eminebusra.bozkus@gmail.com Orcid id: 0000-0002-1823-6105

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: muneveryakut@beykent.edu.tr, Adres: Cumhuriyet, Şimşek Sk. No:1, 34528 Beylikdüzü/İstanbul

### ***Necessity and Examples of Digitization in Occupational Health and Safety Studies***

**Abstract** – It is necessary to design the workplace environment following the latest technology to organize the work areas and for the employees to feel safe and work with high motivation. Digital applications continue to be applied with a rapid acceleration in solving the increasing problems in the changing world. As in every field, technology is used in occupational health and safety studies. The need for digitalization exists in this field as well as in all sectors. Based on the integration of Industry 4.0 and OHS (occupational health and safety) 4.0, various improvement processes are implemented. Practical tools and equipment are designed and put into use to protect employees and increase their health. The use of artificial intelligence is often at the forefront of digitalization steps. In this direction, the use of smart personal protective equipment, which is a common digitalization product, is increasing. In enterprises where the number of employees is high, smart cards are used to monitor the employees and monitor their instant security. In addition, smart clothes designed under the thermal comfort conditions of the environment have been in widespread use recently. It is possible to increase the outputs of digitalization using this and similar artificial intelligence. In addition to this, the use of digital archives is one of the applications that are increasing to follow up and quickly control the documents made in occupational health and safety. Experts and legal inspectors can use digital sites to transfer the works applied in businesses as well as for employees to digital media and ensure that they are stored securely. It is possible to access the work accident and occupational disease records and the work history of the employees through digital data systems. In addition, thanks to the common sharing of occupational health and safety studies, other businesses and employees can benefit. With the increasing global digitalization, digitalization is necessary and compulsory for recording the work done in businesses and transferring them to the next generations. To adapt to the changing world conditions and to meet the needs of the employees in the field of OHS, digitalization should be directed.

**Keywords** – Artificial intelligence, digitization, occupational health and safety, digital data systems in Occupational Health And Safety.



# Çalışma Alanlarında Sağlık ve Güvenliğin Dijitalleşme Yoluyla İyileştirilmesi: Akıllı Kişisel Koruyucu Donanımlar

**Emine BOZKUŞ<sup>1</sup>, Münevver YAKUT<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Endüstri Mühendisliği Bölümü, Makine Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

**Öz** - Yapay zekâ, bilgisayarların insan gibi düşünme ve öğrenme yeteneklerine sahip olmasını amaçlayan bir alandır. Yapay zekâ tarihi, 1950'lerde başlamış ve günümüzde hızla gelişme göstermektedir. Yapay zekâ uygulamaları, birçok alanda kullanılmaktadır. Her alanda olduğu gibi dijitalleşme, iş dünyasını hızla değiştirip, yeni ve güncel iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çözümlerini gerektirmektedir. Hızlı değişen dünyada şirketlerin en değerli varlığı olan insan kaynağını bu değişimlere karşı koruyabilmesi için iş sağlığı ve güvenliğinde de dijitalleşmeye gidilmektedir. İSG'de dijitalleşme ile çalışanların güvende olmalarını sağlamak için zamanında ve etkili önlem almaları amaçlanmaktadır. Özellikle, sağlık ve güvenlik alanında yapay zekâ, çalışanların gerçek zamanlı takibi ve tehlike izleme gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu amaçla, çalışanların fizyolojik ve zihinsel durumlarını izlemekle birlikte, duruş ve vücut hareketlerini ve tehlikeli alanlarda çalışanların konumlarını da takip edebilen akıllı kişisel koruyucu donanımlar (KKD) geliştirilmiştir. Akıllı telefon uygulamaları, giyilebilir cihazlar, mobil izleme kameraları (drone), akıllı gözlükler ve akıllı kişisel koruyucu donanımlar gibi iş sağlığı ve güvenliğine yönelik yeni izleme sistemleri geliştirilmiştir. Akıllı (KKD) çalışanların stres düzeyi, yorgunluk, uyanıklık ve kalp atış hızı gibi fizyolojik veya zihinsel durumlarının yanı sıra duruş ve vücut hareketlerini ve tehlikeli alanlarda çalışanların konumlarını izlemek amacıyla kullanılmaktadır. Kişisel koruyucu donanımlara (KKD) entegre edilmiş mobil izleme sistemleri, gerçek zamanlı tehlike izleme sağlar ve tehlikeli maruziyet, stres, sağlık sorunları ve yorgunluk hakkında erken uyarılar vermek için kullanılabilir. Bu sayede akıllı KKD'ler gerçek zamanlı bilgiler sağlayarak iş yerinde güvenlik ve sağlık sonuçlarının iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Kuruluşlar edinilen bilgileri derleyebilir ve kuruluş düzeyinde İSG tedavilerine ihtiyaç duyan alanları belirlemek ve olası İSG sorunlarını tahmin etmek için kullanabilir.

**Anahtar Kelimeler** – Akıllı kişisel koruyucu donanım, dijitalleşme, iş sağlığı ve güvenliği.

<sup>1</sup> eminebusra.bozkus@gmail.com Orcid id: 0000-0002-1823-6105

<sup>2</sup> munevveryakut@beykent.edu.tr Orcid id: 0000-0002-3267-8380

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: munevveryakut@beykent.edu.tr, Adres: Cumhuriyet, Şimşek Sk. No:1, 34528 Beylikdüzü/İstanbul

***Improving Health and Safety in Workplaces through Digitization:  
Smart Personal Protective Equipment***

**Abstract** – Artificial intelligence is a field that aims to enable computers to think and learn like humans. The history of artificial intelligence started in the 1950s and is developing rapidly today. Artificial intelligence applications are used in many fields. As in every field, digitalization rapidly changes the business world and requires new and up-to-date occupational health and safety (OHS) solutions. In a rapidly changing world, companies are going digital in occupational health and safety to protect their human resources, which is their most asset, against these changes. With digitalization in OHS, it is aimed that employees take timely and effective measures to ensure they are safe. Especially in the field of health and safety, artificial intelligence is used for purposes such as real-time monitoring of employees and hazard monitoring. For this purpose, smart personal protective equipment (PPE) has been developed that can monitor the physiological and mental states of the employees, as well as the posture and body movements of the employees and the positions of the employees in hazardous areas. New monitoring systems for occupational health and safety such as smartphone applications, wearable devices, mobile surveillance cameras (drones), smart glasses, and smart personal protective equipment have been developed. Smart (PPE) is used to monitor the physiological or mental states of employees such as stress level, fatigue, alertness, and heart rate, as well as posture and body movements, and the location of employees in hazardous areas. Mobile monitoring systems integrated into personal protective equipment (PPE) provide real-time hazard monitoring and can be used to provide early warnings of hazardous exposure, stress, health problems, and fatigue. In this way, smart PPE will provide real-time information, helping to improve safety and health outcomes in the workplace. Organizations can compile the knowledge gained and use it to identify areas in need of organization-level OSH treatments and to predict potential OHS issues.

**Keywords** – Smart personal protective equipment, digitization, occupational health, and safety.

# İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Dijital Modelleme

**Meltem TUNA KIRCILAR<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

**Öz** - Endüstri 4.0 ile beraber sanayileşme de dijitalleşme artmıştır. Sanayileşmedeki bu sürecinin İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamaları sürecinde de artması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İSG uygulamalarında dijitalleşme çalışmalarına incelendiğinde en önemli ve en çok kullanılan materyal İSG-KATİP yazılımıdır. E-devlet sistemine bağlı olarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının kontrolünde olan İSG-Katip yazılımı, hızlı gelişim gösteren sektör ve ortaya çıkan yeni mesleki ihtiyaçlar doğrultusunda, eksik uygulamalara sahip bir görüntü çizmektedir. Bu çalışmada İSG-KATİP’de İSG eğitimleri noktasında eksik kalan kısımların bir ana yazılım ve dört ara yazılım ile bulut tabanlı olarak modellenen bir sistem ile tamamlanabileceği öngörülmektedir. Bu sistemin, E-Devlet üzerinden entegrasyon kurularak, E-Defter (Elektronik Onaylı Defter) uygulamasını sağlayarak çalışabilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda E-devlet aracılığıyla, Temel İSG Eğitimlerinin ortak bir veri tabanında bulunmasını içeren bu yazılım ortaya çıkacaktır. Böylelikle de İSG alanında teknolojik olarak gelişmelerin gerisinde kalınmamış ve kâğıt israfından kurtarılmış olacaktır. Bu uygulamanın İSG alanında sürdürülebilir iyileştirme açısından büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** – İş Sağlığı ve Güvenliği, Dijitalleşme, İSG-KATİP, E Defter, İSG-Bilgi Sistemi.

## ***Digital Modeling for Occupational Health and Safety***

**Abstract** – Along with Industry 4.0, industrialization and digitalization have increased. The necessity of increasing this process in industrialization also emerges in the process of Occupational Health and Safety (OHS) practices. When examining the digitalization studies in OHS applications, the most important and most used material is the OHS-CLERK software. OHS-Katip software, which is under the control of the Ministry of Labor and Social Security depending on the e-government system, draws an image with incomplete applications in line with the rapidly developing sector and new professional needs. In this study, it is predicted that the missing parts of OHS training in OHS-KATIP can be completed with a system modeled as cloud-based with a main software and four intermediate software. It aims to make this system work by establishing an integration over E-Government and providing the application of E-Ledger (Electronic Certified Ledger). In line with this goal, this software, which includes Basic OHS Trainings in a common database, will emerge through e-government. Thus, technological developments in the field of OHS will not be lagged behind and paper waste will be saved. It is anticipated that this

<sup>1</sup> birinci yazar e-posta, Orcid id: 0009-0008-4225-5577

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İstanbul Üniversitesi, Avcılar, İstanbul.

practice will make a great contribution in terms of sustainable improvement in the field of OHS.

**Keywords** – Occupational Health and Safety, Digitalization, OHS-CLERK, E-Ledger, OHS-Information System

# TEŞEKKÜRLER

Sempozyum Düzenleme Kurulu Adına  
**Dr. Öğretim Üyesi Rüştü UÇAN**  
**Doç. Dr. Müge ENSARI ÖZAY**

20 Ekim 2002 Perşembe günü Üniversitemizin NP Sağlık Yerleşkesinde 2 ayrı salonda düzenlenen “**VI. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri (İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zekâ ve Dijitalleşme Uygulamaları)**” sempozyumu MESKA Vakfı, TRIOMOBİL ve ÜSGÜMER iş birliğinde TÜBİTAK 2223-B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteğine de hak kazanarak Üsküdar Üniversitesi ev sahipliğinde 250 katılımcı ve 46 konuşmacının sunumları ile gerçekleştirildi. Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Nevzat Tarhan, Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar ve Trio Mobil CEO’su Nevzat Ataklı’nın açılış konuşmasını yaptığı sempozyuma çeşitli şehirlerden pek çok üniversitenin İSG bölümlerinden akademisyenlerin, sanayiden büyük ve küçük ölçekli 18 firmanın, ÇSGB ve İBB temsilcilerinin (Yahya Kemal Kösali - Panasonic Yönetim Sistemleri Müdürü, Mehmet Kanpolat - Daikin İSG Sorumlusu, İsmet Belikuşaklı - Haier Europe İSG Uzmanı, Bahar Sadık Öner -BSH Lojistik Mühendisliği Bölüm Başkanı, Gül Aktaş Kuş - BSH Türkiye Operasyonları Dijital Dönüşüm Başkanı, Kıvanç Demir - Borusan Lojistik İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Müdürü, Vesile Güleriyüz - Samsung Çevre, İş Sağlığı Güvenliği Müdürü, Eren Kavla - Unilever İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Mühendisi, Onur Gündüz - CCI İSG Müdürü, Burçin Harlak - Isuzu Kıdemli İş Güvenliği Uzmanı, Serkan Ölçen - Hanon MP&L Müdürü, Bülent Gök - Arçelik Global İSG Müdürü, Kaner Pakis - DHL Operasyon Geliştirme Müdürü. Efari Bahçevan- Seyir Akademi, CEO, Dicle Tiryaki- Artimetrik İş geliştirme yöneticisi, Abidin Özler- Meditek ARGE A.Ş. İş Güvenliği Uzmanı, Özgür Günay- Prosense Teknoloji Yönetim Kurulu Üyesi, Ertürk Ergenekon- Kaya Safety Kalite ve Geliştirme Müdürü, Selçuk Saygısever- İBB İş Güvenliği Uzmanı Mustafa Tülü- ÇSGB, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İG Uzmanı) ve öğrencilerimizin katılımları ile gerçekleşti. Sempozyumumuzda her konuda bize destek olan çok kıymetli Kurucu Rektörümüz Prof. Dr. Nevzat Tarhan’a, Üniversitemiz Mütevelli Heyet Başkanı Furkan Tarhan’a, Rektörümüz Mehmet Zelka’ya, Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanımız Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin’e, Tıp Fakültesi Dekanımız Prof. Dr. Haydar Sur’a, ARGEYEP Koordinatörü Meltem Bayraktar’a, Bilim Kurulu üyeleri hocalarımıza saygılarımızı ve teşekkürlerimizi sunarız.

Böyle büyük bir organizasyonun hiçbir eksiklik olmadan düzenlemesinde emeği geçen Genel Sekreter Selçuk Uysaler’e ve Genel Sekreter Yardımcısı Asil Barış Bağ’a, Kurumsal İletişim Daire Başkanlığından Tahsin Aksu’ya, Dağhan Rasim Işık’a, Muhammet Şahan Şengül’e, Şaban Özdemir’e, her iki salonda kamera kayıtlarını alan Ayça Türk ve ekibine, İdari İşler Daire başkanlığından Nihat Kaya’ya, Bina Amiri Hüseyin Balcı’ya ve ekibine, Satın Alma biriminden Ali Albayrak ve Yunus Emre Özek’e, Mali İşlerden Ümit Daşdemir’e en içten teşekkürlerimizi sunarız. Tüm süreç boyunca gece gündüz çalışan düzenleme

kurulumuzdan, Dr. Öğretim Üyesi Gamze Kağan'a, Dr. Öğretim Üyesi Serap Tepe, Dr. Öğr. Üyesi Serenay Çalış, Öğretim Görevlisi Dilek Aker'e, Öğr. Gör. Ahmet Çabuk, Arş. Gör Tuğçe Oral'a ve USEM Yönetici Yardımcısı Bengisu Altınten'e, SBL İSG öğrenci Kulübü öğrencilerimize sevgilerimizi ve teşekkürlerimizi sunarız.

# BASINDA BİZ

ANADOLU AJANSI

<https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/egitim/is-sagligi-ve-guvenligi-alaninda-yasanilan-sorunlar-ve-cozum-onerileri-sempozyumu/676225>



Açıklamada görüşlerine yer verilen Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Nevzat Tarhan, 'Psikolojide kriz kelimesinin içerisinde iki anlam vardır. Bir anlam kriz kelimesinde tehdit, tehlike anlamı vardır bir de fırsat anlamı vardır.' değerlendirmesinde bulundu. Tarhan, sözlerini şöyle sürdürdü:

'Bizim kültürümüzün gereği zulümle değil, ilimle ilerlememiz gerekiyor. Mesela çok güzel bir sağlık sistemi oluşturduk, Sağlık Bakan Yardımcımız E-Nabız uygulamasını 2005'lerde başlattı. Bütün o kurulmuş sistemin içinde şimdi hangi ilacı hangi eczanenin nereye verdiği takip edilebiliyor. SGK hepsini takip ediyor ve halktaki talebin artmasına rağmen sağlık sistemi dijitalleşme sayesinde çok hızlandı... Kömür ocaklarında gazdaki hangi basınç değişikliğini ve metan gazını nerede, nasıl biriktirdiğini saat gibi takip eden dijital bir sistem kurulması lazım. Bu sistem kurulur ve işlerse bir sorun olduğunda iş sağlığı ve güvenliği uzmanı da hata yapamaz. Dijital takip sistemi içerisinde insan hatalarını da minimize ediyor.' - 'Çalışanlarımızın canı ve sağlığı korunmalıdır'

ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar, iş kazalarının küresel hayatın bir sorunu olduğunu belirtti. Kibar, sözlerini şöyle sürdürdü:

'İş sağlığı ve güvenliği konusu sadece iş yerleri ve çalışanları ilgilendiren bir durum değil toplumda ki herkesi ilgilendiren bir durumdur. Uluslararası iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışmalar yapılıyor. Ülkemizde çalışanları ve sağlık görevlilerini korumaya yönelik Cumhurbaşkanımızın destekleriyle çok sayıda ülkede olmayan iş güvenliği kanunu çıkarıldı. Toplumun tüm alanında çalışmalar sürüyor. İş sağlığı ve güvenliği kültürünü geliştirmek için üniversitelerle, Milli Eğitim Bakanlığı ile birlikte çalışmalar yürütülüyor. İlkokul, ortaokul ve liselerde de müfredatlar ile ilgili yapılan çalışmalar devam ediyor. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olmak üzere diğer bakanlıklar ile de görüşmeler yapılıyor. Üniversitelerin de iş sağlığı ve güvenliği bölümlerinin öğrencilerinin çalışma yaşamlarında büyük bir sorumlulukları bulunuyor.'

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, iş sağlığı ve güvenliğinin insan hayatına çok küçük yaştan itibaren girdiğinin altını çizdi. Ertekin, 'İş sağlığı güvenliği aslın-

da yaşamımızda çok büyük bir zaman alıyor. Çoğumuz üçlü ya da altılı yaşlarda anaokuluna gitmeye başlıyoruz. Aslında iş sağlığı güvenliği orada yaşamımıza girmeye başlıyor. İnsan yaşamının da günümüzde 70'li 80'li yaşlara uzadığını düşünürsek neredeyse 70 yıla yakın süre iş sağlığı güvenliği yaşamımızda önemli bir etkinlik sağlıyor.' değerlendirmesinde bulundu.

## ESNAF BÜLTENİ

<https://www.esnafbulteni.com/madencilikte-dijital-sistem-gerekliligi-vurgusu-yapildi/>

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan: "İş kazalarından oluşan devasa kayıplar önlenmelidir". Açılış konuşmalarında ilk olarak Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan kürsüye geldi.

Uçan; "Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği sahasında çok önemli bilgi eksikliği ve yetersizlikler bulunmakta, bunların sonucu olarak da önlem eksiklikleri ile sorunlar yaşanmaktadır. MESKA Vakfı, Trio Mobil ve Üsküdar Üniversitesi olarak bu sempozyum ile iş sağlığı ve güvenliği sahasındaki tehlikelerin ve ülkemizdeki sorunların anlaşılması ve çözüm önerileri ile eksikliklerimizin giderilmesine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Çalışanlarımızın canı ve sağlığı korunmalıdır.





## E-HABER AJANSI

<https://www.e-haberajansi.com/haber/madencilikte-de-dijital-sistem-gerekıyor-h7671.html>

Madencilikte de dijital sistem gerekiyor. Tarhan konuşmasında İş Sağlığı ve Güvenliği ön lisans, lisans eğitiminin üniversitelerde uzaktan eğitimle verilemeyeceğini, uygulamasız bir İSG eğitiminin olamayacağını sözlerine ekledi.

## Madencilikte de dijital sistem gerekiyor

Tarhan konuşmasında İş Sağlığı ve Güvenliği ön lisans, lisans eğitiminin üniversitelerde uzaktan eğitimle verilemeyeceğini, uygulamasız bir İSG eğitiminin olamayacağını sözlerine ekledi.



20 Ekim 2022, Perşembe - 19:55



## ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ

<https://uskudar.edu.tr/tr/icerik/8452/is-sagligi-ve-guvenliginde-yapay-zeka-ve-dijitallesme-uygulamaları-konusu-ele-alindi>



Bu yıl 6'ncı kez düzenlenen "Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri" sempozyumu MESKA Vakfı, TRIOMOBİL ve ÜSGÜMER iş birliğinde Üsküdar Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirildi. 'İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yapay Zeka ve Dijitalleşme Uygulamaları' konusu, alanda yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri önemli isimlerin katılımıyla tartışıldı. Son yaşanan Bartın maden patlamasının da gündeme geldiği programda konuşan Prof. Dr. Nevzat Tarhan, kriz çözme konusundaki başarımızın krizi önleme konusunda da gösterilmesi gerektiğini söyleyerek sağlıkta kurulan dijital sistemin madencilikte de uygulanması gerekliliğinin altını çizdi.

### MADENCİLİKTE DİJİTAL SİSTEM GEREKLİLİĞİ VURGUSU YAPILDI...

Üsküdar Üniversitesi, MESKA Vakfı, TRIOMOBİL ve ÜSGÜMER iş birliğinde gerçekleştirilen "Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yaşanılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri" sempozyumuna ev sahipliği yaptı.

Sempozyumun açılış konuşmalarını Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Nevzat Tarhan, Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar ve Trio Mobil CEO'su Nevzat Ataklı yaptı.



**DR. ÖĞR. ÜYESİ RÜŞTÜ UÇAN: “İŞ KAZALARINDAN OLUŞAN DEVASA KAYIPLAR ÖNLENMELİDİR”**

Açılış konuşmalarında ilk olarak Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan kürsüye geldi. Uçan; “Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği sahasında çok önemli bilgi eksikliği ve yetersizlikler bulunmakta, bunların sonucu olarak da önlem eksiklikleri ile sorunlar yaşanmaktadır. MESKA Vakfı, Trio Mobil ve Üsküdar Üniversitesi olarak bu sempozyum ile iş sağlığı ve güvenliği sahasındaki tehlikelerin ve ülkemizdeki sorunların anlaşılması ve çözüm önerileri ile eksikliklerimizin giderilmesine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Çalışanlarımızın canı ve sağlığı korunmalıdır. Gelişmekte olan ülkemiz ekonomisi iş kazalarından oluşan devasa kayıplar önlenmelidir. Üniversitelerimiz ve eğitim sistemimiz başta olmak üzere tüm kesimlere bu konuda önemli görevler düşmektedir. Dijitalleşme ve yapay zekâ konularında çalışmalarla daha sağlıklı bir İş Sağlığı ve Güvenliği ortamı oluşması sağlanabilir. Bu amaçla bu sempozyumda bu konuda çalışan firmaları ve akademisyenleri bir araya getirdik. Çalışma Bakanlığımızdan genel müdür Yardımcısı ve Yapay zekâ konusunda çalışan arkadaşımızın katılarak bize destek vermeleri bize güç vermiştir. Birlikte çalışma ile daha kısa sürede ve daha büyük başarılar elde edilebileceği inancındayım.” şeklinde konuştu.

**NEVZAT ATAKLI: “AMACIMIZ İNSANLARA EVLERİNDEN DAHA GÜVENLİ BİR ÇALIŞMA ORTAMI SUNMAKTIR”**

Daha sonra kürsüye gelen Trio Mobil CEO’su Nevzat Ataklı, 2021 yılı iş istatistiklerine göre Sosyal Güvenlik Kurumunun açıklamasına göre dünya genelinde iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle günde ortalama 5 bin 500 kişinin yaşamını yitirdiğini söyledi. Ataklı; “Dakika da yaklaşık olarak 4 kişinin bu kazalar sonucu ölmesinin aslında daha aza indirilebilir ve bu yapay zeka ile çalışmayla mümkün olacaktır. Amacımız insanlara evlerinden daha güvenli bir çalışma ortamı sunmaktır. İş kazalarının önlenmesi doğru teknolojiler ile birlikte mümkün ve herkesin işten güvenli bir şekilde ailelerine geri dönebilmesini temenni ediyoruz.” dedi.



### **LEVENT KENAN KİBAR: “İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KONUSU TOPLUMDA HERKESİ İLGİLENDİREN BİR DURUMDUR”**

ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Levent Kenan Kibar, iş kazalarının küresel hayatın bir sorunu olduğu konusundan bahsetti. Kibar; “İş sağlığı ve güvenliği konusu sadece iş yerleri ve çalışanları ilgilendiren bir durum değil toplumdaki herkesi ilgilendiren bir durumdur. Uluslararası iş sağlığı ve güvenliği alanında çalışmalar yapılıyor. Ülkemizde çalışanları ve sağlık görevlilerini korumaya yönelik Cumhurbaşkanımızın destekleriyle çok sayıda ülkede olmayan iş güvenliği kanunu çıkarıldı. Toplumun tüm alanında çalışmalar sürüyor. İş sağlığı ve güvenliği kültürünü geliştirmek için üniversitelerle, Milli Eğitim Bakanlığı ile birlikte çalışmalar yürütülüyor. İlkokul, ortaokul ve liselerde de müfredatlar ile ilgili yapılan çalışmalar devam ediyor. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olmak üzere diğer bakanlıklar ile de görüşmeler yapılıyor. Üniversitelerin de iş sağlığı ve güvenliği bölümlerinin öğrencilerinin çalışma yaşamlarında büyük bir sorumlulukları bulunuyor.” şeklinde konuştu.



### **PROF. DR. ARIF AKTUĞ ERTEKİN: “SAĞLIKÇILAR OLARAK BİZİ EN ÇOK YARALAYAN ÖNLENEBİLİR İNSAN KAYIPLARI VE ÖNLENEBİLİR HASTALIKLAR”**

Artından açılış konuşmaları kapsamında konuşan Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Arif Aktuğ Ertekin, iş sağlığı ve güvenliğinin hayatımıza çok küçük yaştan itibaren girdiği konusuna dikkat çekti. Ertekin; “İş sağlığı güvenliği aslında yaşamımızda çok büyük bir zaman alıyor. Çoğumuz üçlü ya da altılı yaşlarda anaokuluna gitmeye başlıyoruz. Aslında iş sağlığı güvenliği orada

yaşamımıza girmeye başlıyor. İnsan yaşamının da günümüzde 70’li 80’li yaşlara uzadığını düşünürsek neredeyse 70 yıla yakın süre iş sağlığı güvenliği yaşamımızda önemli bir etkinlik sağlıyor. Sağlıkçılar olarak bizi en çok yaralayan konular önlenemez insan kayıpları ve önlenemez hastalıklardır. Keşke imkanlar olsa da önlenemez kazaların ve hastalıkların hepsini ortadan kaldırabilsek. Yapay zeka sağlık sektöründe de çok yoğun kullanılıyor, inanıyorum ki iş sağlığı sektöründe de çok büyük katkıları olacak. Devletimiz gereken desteği veriyor ve akademik camiada da topluma ülkelere ve insanlığa katkıya sunulması son derece önemli.” ifadelerini kullandı.



### **PROF. DR. NEVZAT TARHAN: “KRİZ ÇÖZME KONUSUNDAKİ BAŞARIMIZI KRİZİ ÖNLEME KONUSUNDA DA GÖSTERMELİYİZ”**

Üsküdar Üniversitesi Kurucu Rektörü Psikiyatrist Prof. Dr. Nevzat Tarhan psikolojide kriz kelimesinin içerisinde iki anlam tehdit ve fırsat bir arada olduğundan bahsetti ve sözlerine şöyle devam etti:

“Eleştiri çok önemlidir. Son yaşanan Bartın’daki maden patlamasında öz eleştiri yapmalıyız. Bizim kültürümüzün gereği bu zulümle değil, ilimle ilerlememiz gerekiyor. Mesela çok güzel bir sağlık sistemi oluşturduk, Sağlık Bakan Yardımcımız E-Nabız uygulamasını 2005’lerde başlattı. Bütün o kurulmuş sistemin içinde şimdi hangi ilacı hangi eczanenin nereye verdiği takip edilebiliyor. SGK hepsini takip ediyor ve halktaki talebin artmasına rağmen sağlık sistemi dijitalleşme sayesinde çok hızlandı. Soma olayları olduğunda maden alanında da bu dijitalleşmeyi yapmamız gerekiyordu ama o zaman yapmadık. Onun için bakanlığımız bu konuda muhakkak bir öz eleştiri yapmalı. Psikolojide kriz kelimesinin içerisinde iki anlam vardır. Bir anlam kriz kelimesinde tehdit, tehlike anlamı vardır bir de fırsat anlamı vardır. Son Bartın olayında yetkililer, devlet yöneticileri bu krizi en güzel şekilde çözüyor. Bütün ailelere yardım ediyor, sahip çıkıyor. Yani kriz çözme konusunda çok başarılıyız ama krizi önleme konusunda da aynı başarıyı göstermemiz gerekiyor. Kömür ocaklarında gazdaki hangi basınç değişikliğini ve metan gazını nerede, nasıl biriktirdiğini saat gibi takip eden dijital bir sistem kurulması lazım. Bu sistem kurulur ve işlerse bir sorun olduğunda iş sağlığı ve güvenliği uzmanı da hata yapamaz. Dijital takip sistemi içerisinde insan hatalarını da minimize ediyor.”

### **TARHAN: “UZAKTAN İSG EĞİTİMİ OLAMAZ!”**

Tarhan konuşmasında İş Sağlığı ve Güvenliği ön lisans, lisans eğitiminin üniversitelerde uzaktan eğitimle verilemeyeceğini, uygulamasız bir İSG eğitiminin olamayacağını sözlerine ekledi.

Plaket takdimlerinin de gerçekleştirildiği sempozyumda açılış konuşmalarının sonlanmasının ardından, sempozyum eş zamanlı olarak farklı salonlarda Trio Mobil Stratejik Müşteriler Grup Müdürü Özlem Çaltı, Trio Mobil Müşteriler Grup Müdürü Neslihan Ataklı, Üsküdar Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Haydar Sur, Medeniyet Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Emine Can, İBB İSG Müdürü Dr. Öğr. Gör. Özkan Kaan Karadağ ve Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakülte-

si Dekan Yardımcısı Dr. Öğretim Üyesi Nuri Bingöl başkanlığında oturumlar gerçekleştirildi. Oturumlar şeklinde düzenlenen sempozyuma konunun uzmanı çok sayıda akademisyen katılım sağladı ve iş sağlığı ve güvenliği alanında devam eden çalışmaları paylaştı.

## İş Birlikçi Endüstriyel Robotlarda İş Güvenliği Yaklaşımı

"Bu çalışmada, iş birlikçi robotların çalışma prensipleri, robot ve kobotlar hakkındaki standartlar, güvenli çalışma ortamı için alınması gereken önlemler, risk ve tehlikelerin azaltılması için risk analizleri ile çeşitli risk analizi yaklaşımlarından bahsedilmiş ve bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır."



Ücretsiz  
indirmek için  
kare kodu  
okutabilirsiniz.

## İş Sağlığı ve Güvenliği Tez Külliyyatı (2015-2021)

"Üsküdar Üniversitesi İSG Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan'ın hazırladığı bu külliyyat incelendiğinde; yapılan 221 yüksek lisans tezinin multi disiplinler olarak birçok farklı konuyu bir araya getirdiği görülmektedir. Bu çalışma, İSG konusunda araştırma yapacak veya sahada bir konuda bilgiye ihtiyacı olanların tezler arasında ihtiyacı olan yayına ulaşabilmelerini kolaylaştıracak bir rehber niteliğindedir. Ayrıca detaylı istatistiksel çalışma ile öğrenci profili incelenmiştir."



Ücretsiz  
indirmek için  
kare kodu  
okutabilirsiniz.

## İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE EĞİTİM UYGULAMALARI

Dr. Öğretim Üyesi Müge Ensari Özyay

ÇAĞLAYAN

## İş Sağlığı ve Güvenliğinde Eğitim Uygulamaları

Bu kitap iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri ile ilgili iki uygulama çalışması içermektedir. Bu çalışmalar Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programında danışmanlığını yaptığım Nisanur Odacı'nın "İş Güvenliği Eğitimlerinde Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Kullanılmasının İş Güvenliği Uzmanları Açısından Değerlendirilmesi" adlı tez çalışması ve Hüseyin Enis Kara'nın "Anadolu Lisesi Ve Mesleki Teknik Anadolu Lisesi Öğrencilerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Farkındalığı: Güngören Örneği" adlı tez çalışmasının bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır.



Ücretsiz  
indirmek için  
kare kodu  
okutabilirsiniz.



Sempozyum TÜBİTAK-BİDEB 2223B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği almaya hak kazanmıştır.



**ÜSGÜMER**

İş Güvenliği, İş Sağlığı ve Çevre Sağlığı  
Uygulama ve Araştırma Merkezi

