



e-ISSN: 2630-578X

OHSACADEMY  
İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi  
Açık Erişim  
Journal of Occupational Health and Safety Academy  
Open Access



10.38213/ohsacademy.1128402

Yıl 2022, Cilt 5, Sayı 3, Sayfa: 208-221

<https://dergipark.org.tr/pub/ohsacademy>

## Dijitalleşmenin İş Sağlığı ve Güvenliğine Entegrasyonu ve Uygulanabilirliği

Zeyneb KAHRAMAN<sup>1</sup>, Keriman YÜRÜTEN ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Temel Bilimler Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

### Makale Tarihi

Gönderim: 09.06.2022

Kabul: 03.10.2022

Yayın: 31.12.2022

### Derleme Makale

**Öz-** Tarih boyunca yaşanan teknolojik gelişmelere ayak uydurmaya çalışırken günlük yaşantımız da hızla değişmektedir. Bu değişim modern çağın en önemli ve yaşamın her alanını kapsayan bir dönüşümü olarak nitelendirilebilecek olan dijitalleşmedir. Özellikle Covid-19 pandemisi ile birlikte yaygınlık gösteren dijitalleşme, iş yaşamında iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının dönüşümünü kaçınılmaz kılmakta ve İSG faaliyetlerinin dijitalleştirilmesi fırsatını zorunlu kılmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte üretimin sürece uyum sağlamasıyla, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında İSG 4.0 olarak nitelendirilen dijital İSG yöntemleri ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda performans iyileştirmesi, risklerin ve iş kazalarının azaltılmasına yönelik destekleyici faaliyetler ile iş yaşamına ilişkin çeşitli kısıtlamalarla beraber karşılaşılan zorluklar da azaltılmak istenmektedir. Bu bakımdan teknolojik gelişmelere uyumlu ve pratik olacak şekilde işyerindeki sağlık ve güvenliği sağlamak adına geliştirilen uygulamalar önem taşımaktadır. Bütün bunları göz önüne alınarak bu çalışma, literatürde yer alan çalışmalar taranarak derleme niteliğinde hazırlanmış olup, dijitalleşme ve beraberinde getirdiği yeni fırsatlara yönelik geliştirilen İSG alanındaki yenilikler, güncel çalışmalar ve yeni teknolojilerin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki kullanım alanları hakkında bilgi vermek amacı ile hazırlanmıştır. Çalışmada, dijital yöntemlerin avantajları ile yaşanan gelişmelerin iş yaşamı üzerindeki etkilerine yer verilmiştir. Çalışma sonucunda dijital teknolojilerin İSG alanına entegrasyonu ile iş kazalarının yüksek oranda azaltılabileceği ancak yeni süreçlerle birlikte çalışanların yeni risklerle karşılaşabileceği görülmüştür. Ayrıca dijitalleşmeye uyum sağlamada gizlilik ve güvenlik, netlik ve sorumluluk gibi konularda zorluklar yaşanacağı ve uygulanabilirliği konusundaki belirsizlikler nedeniyle çağın şartlarına uygun yaklaşımlar geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Dijitalleşme, dijital dönüşüm, endüstri 4.0, iş sağlığı ve güvenliği

## Integration and Applicability of Digitalization to Occupational Health and Safety

Zeyneb KAHRAMAN<sup>1\*</sup>, Keriman YÜRÜTEN ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Occupational Health and Safety Department, Institute of Science, Kastamonu University, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Basic Sciences Department, Faculty of Fisheries, Kastamonu University, Kastamonu, Türkiye

### Article History

Received: 09.06.2022

Accepted: 03.10.2022

Published: 31.12.2022

### Review Article

**Abstract** – While trying to keep up with the technological developments throughout history, our daily life is changing rapidly. This change is digitalization, which can be described as the most important transformation of the modern age and covers all areas of life. Digitization, which has become widespread especially with the Covid-19 pandemic, makes the transformation of occupational health and safety (OHS) practices inevitable in business life and necessitates the opportunity to digitize OHS activities. With the adaptation of production to the process with Industry 4.0, digital OHS methods, which are described as OHS 4.0 within the scope of occupational health and safety emerge. In this context, it is desired to reduce the difficulties encountered together with the performance improvement, supportive activities to reduce risks and occupational accidents, and various restrictions on business life. In this respect, applications developed are practical and important to ensure health and safety in the workplace in a way that is compatible with technological developments. Considering all these, this study has been prepared as a compilation by scanning the studies in the literature, and it has been prepared with the aim of giving information about the innovations in the field of OHS, current studies and the use of new technologies in the field of occupational health and safety, developed for digitalization and the new opportunities it brings. In the study, the advantages of digital methods and the effects of the

<sup>1</sup> zeynebkahraman@icloud.com Orcid id: 0000-0001-6855-9386

<sup>2</sup> kozdemir@kastamonu.edu.tr Orcid id: 0000-0002-5561-5702

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: zeynebkahraman@icloud.com İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

developments on business life are included. As a result of the study, it has been seen that with the integration of digital technologies in the OHS field, occupational accidents can be reduced at a high rate, but new risks can be encountered with new processes. In addition, it has been concluded that there will be difficulties in adapting to digitalization on issues such as confidentiality and security, clarity and responsibility, and due to the uncertainties about its applicability, it is necessary to develop approaches suitable for the conditions of the age.

**Keywords** – *Digitalization, digital transformation, industry 4.0, occupational health and safety*

**Atf Bilgisi:** Kahraman, Z. & Yürüten Özdemir, K. (2022). Dijitalleşmenin İş Sağlığı ve Güvenliğine Entegrasyonu ve Uygulanabilirliği. OHS ACADEMY, 5 (3), 208-221. DOI: 10.38213/ohsacademy.1128402

## 1. Giriş

Covid-19 pandemisi teknolojiyi insan hayatının merkezine oturtmuş; pandemi sürecinde eğitimin yanı sıra, iş süreçlerinin salgından korunması ve sürekliliğin sağlanması amacıyla sağlığa, alışverişe ve iş hayatına kadar tüm süreçlerde teknolojiden yararlanılmıştır (Keskin, 2020). Süreç içerisinde özellikle dijitalleşme, sık duymaya başladığımız bir kavram haline gelmiştir (Gartner, 2016).

Dijitalleşme, en önemli teknolojik gelişmelerden biridir ve yaşamın her alanına müdahale etmektedir (Ormanlı, 2012). Günlük yaşamın yanı sıra iş yaşamında birçok sektörü yeniden yapılandıran, çeşitli hizmet ve iş modellerini değiştirerek kolaylık sağlayan bir olgudur (Altun, 2020). İş ve çalışma koşullarının olağan gelişme süreci, Endüstri (Sanayi) 4.0 ve dijital dönüşüm süreci ile büyük bir hız kazanmış (Keskin, 2020); endüstri modelleri değişime uğramış, zaman ve mekan kavramları ortadan kalkmıştır. Nesnelerin İnterneti (IoT), artırılmış gerçeklik ve bulut bilişim gibi internet teknolojilerindeki devasa gelişmeler ile dijital ortamlar, dünyayı oldukça farklı bir dönüşümün eşliğine taşıyarak günümüz dijital dünyasında uygulama alanları haline gelmiştir (Ersöz ve Özmen, 2020). Yeni teknolojik terimler, istihdam platformları, yeni meslek grupları, farklı yönetim anlayışı ve çeşitli robotik uygulamalarla kuruluşlar da dijital dönüşüm sürecine girmiştir (Dijital Dönüşüm Dergisi, 2017; Yankın, 2019; Yılmaz, 2019).

Covid-19 pandemisi sonrası dijital dönüşüm bir seçim değil artık zorunluluktur (Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporu, 2021). Bu doğrultuda, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının da dönüşümü kaçınılmazdır (Uzun, 2019). Birçok çalışma alanında olduğu gibi İSG alanı da teknolojik gelişmelerden etkilenmekte (Leso vd., 2018), karşılaşılan zorlukların aşılması, maliyetin düşürülmesi ve güvenliğin artırılması için teknolojik gelişmelere ihtiyaç duyulmaktadır (Polak-Sopinska vd., 2020). Nitekim, İSG yeniliklere ve teknoloji kullanımına çok uygun bir alandır (Tepe, 2021). İSG denilince akla gelen “baretini tak”, “eldivenini tak” söylemlerinin yerini artık bambaşka kavramlar almakta, İSG’ye ilişkin bakış açıları da değişmektedir (Polak-Sopinska vd., 2020).

İSG, işyerlerinde risklerin belirlenmesi ve bu risklere ilişkin kontrol önlemlerinin alınması şeklindeki süreçleri kapsayan, proaktif ve multidisipliner bir alandır (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020; Tepe, 2021; Topaloğlu ve Şahin, 2021). İSG’de asıl amaç, çalışanların ve işletmenin güvenliğinin sağlanmasıdır (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020; Topaloğlu ve Şahin, 2021). Bu amaç doğrultusunda, Endüstri 4.0 teknolojileri iş kazalarının önüne geçmek için kullanılmaktadır (“Endüstri 4.0 ile iş güvenliği”, 2020). Ancak İSG süreçlerinin dijitalleşmesi, toplam İSG performansının geliştirilmesi bakımından bir anda olması mümkün değildir. İSG 4.0 olarak ifade edilen dijital İSG teknolojileri ile sunulan çözümler, örgütlerin mevcut faaliyetlerini destekleyecek ve performansını geliştirmek için olanak sağlayacak desteklerdir (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020; Uzun, 2019). Bu bağlamda, yeni teknolojilerin faydaları üst düzeye çıkarılarak mesleki riskler azaltılabilecektir (European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA], 2019).

Birçok fırsat doğuruyor olmasının yanı sıra, dijitalleşmeyle beraber yeni zorluklar gündeme gelmiş (EU-OSHA, 2019), süreç içerisinde İSG alanında yasal boşluklar doğmaya başlamıştır (Yılmaz, 2019). İSG süreçlerinin daha hızlı, etkin ve doğru şekilde yapılabilmesi adına bu çalışmada, dijitalleşmenin İSG alanına entegrasyonu ve bunun sonucunda gerek iş yaşamı gerekse çalışanlar açısından getireceği olumlu ve olumsuz yönleri ele alınmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında, İSG alanındaki dijital yeni teknolojilere; beraberinde getirdiği yeni risklere ve yeni süreçlerin sağladığı avantajlar ve dezavantajlarla birlikte karşılaşılabilecek zorluklara ilişkin çözüm önerilerine yer verilmiştir.

### 1.1. Dijitalleşme (Digitalization) ve Dijital Dönüşüm (Digital Transformation)

Dijitalleşme, teknolojik gelişmelere paralel olarak sosyolojik, kültürel ve ekonomik değişim gösteren yenilenme sürecidir (Asadova, 2019). Basit bir ifadeyle, varlığın ya da nesnenin dijital (sayısal) ortama aktarılmasıdır. Örneğin, işletmelerin sahip olduğu bütün bilgi ve birikimin dijital ortama geçirilerek yeni koşullarda, yeni imkan ve problemler dahilinde yönetilebilmesidir (Şeker, 2014). Dijitalleşme yeni bir olgu değildir ve onlarca yıldır vardır. Buna örnek olarak, el yazısıyla yazılmış bir metnin dijital forma dönüştürülmesi verilebilir (Bloomberg, 2018). Özellikle internetin icadı ve yaygınlaşmasıyla birlikte, dijitalleşme çağımızın en önemli kavramlarından biri haline gelmiş (Şeker, 2014); yaşanan dönüşümde bilişim teknolojileri (BT) adeta itici bir güç olmuştur. BT’nin dijital sunduğu teknolojik araçlar mevcut duruma zemin hazırlamıştır (Irwin ve Michael, 2003).

Bu değişim ve dönüşümün temelinde; teknolojik gelişmelerin sunduğu işleri daha hızlı, etkili ve ucuz yapabileceği olanakları yanında, bilginin anında kaydedilmesi, çok hızlı bir şekilde işlenmesi ve iletilmesi ile karar süreçlerinde kullanılması yatmaktadır (Yankın, 2019). Günümüzde, vakit kaybı yaratan ve alan açısından kayba neden olan

tüm bilgi ve belgelerin ilkel şekilde arşivlendiği analog sistem yerini, mevcut teknoloji ve araçlar sayesinde dijital kaynaklar sunan bir sürece bırakmıştır. Bu sayede, dijitalleşen bilgi ve belgeler daha basit ulaşılabilir ve paylaşımı kolay bir şekilde bürünmüş, maddi ve vakti tasarrufu maksimum seviyeye ulaştırmıştır (Altun, 2020).

Dijitalleşme kavramından sonra vurgulanması gereken diğer bir kavram ise dijital dönüşümdür (Bloomberg, 2018). Dijital dönüşüm, ihtiyaçlar doğrultusunda hızla gelişen, yenilikler getiren; geçmiş, şuan ve geleceği kapsayan verimli bir geçiş sürecidir (Demir, 2021). Devamlı ve dinamiktir (Teichert, 2019). Dijital dönüşüm, yeni teknolojileri uygulamasının yanı sıra, çalışma şekillerini değiştirerek yeni fırsatları değerlendirmektedir. Günlük yaşamla birlikte kurumsal yaşamda giderek artan dijitalleşmenin etkisiyle, bütün süreç ve örgütlerin hızla değişen yapıya adapte olmaları beklenmektedir (Demir, 2021). Bu bağlamda, dijital dönüşüm, örgütlerin değişim ile daha iyi başa çıkabilmesini ve devam eden süreçteki gelişmelere hızla adapte olmasını sağlayarak dijitalleşme adımlarını hızlandırmaktadır (Düz, 2021).

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma derleme niteliğinde hazırlanmış olup, dijitalleşmenin iş sağlığı ve güvenliğine entegrasyonu ve uygulanabilirliği konusundaki belirsizlikler, zorluklar ve riskleri belirlemek ve bunlara ilişkin çözüm önerileri sunmak amacıyla, 2015-2021 yılları arasında Hakemli bilimsel dergilerde İngilizce veya Türkçe olarak yayımlanmış olan ve “Dijitalleşme ve İş Sağlığı ve Güvenliği” konusuna odaklanan makale, tez, rapor ve bildirimler incelenmiştir. Bu kapsamda Google Scholar, PUBMED, YÖK Tez Merkezi gibi veri tabanları çevrimiçi olarak taranmıştır. Çalışmanın çerçevesini oluşturmak amacıyla araştırma, “Dijitalleşme”, “Dijital Dönüşüm”, “Dijital Teknolojiler”, “Endüstri 4.0”, “İş Sağlığı ve Güvenliği”, “İş Güvenliğinde Yeni Teknolojiler”, “İSG 4.0” ve “İş Kazalarında Dijital Çözümler” anahtar kelimeleriyle gerçekleştirilmiştir. Kapsamlı bir literatür taraması ile başlıklar ve özetler esas alınarak benzer çalışmalar elenmiş, ilgili tüm kaynaklar okunmuş ve ulaşılan çalışmaların referans listeleri göz önünde bulundurularak konuyla ilişkili ek çalışmalar belirlenmiştir. Bu kapsamda toplamda 50 çalışma derlemeye dahil edilmiştir.

## 3. Dijital İş Sağlığı ve Güvenliği Teknolojileri: İSG 4.0

İSG 4.0; endüstri 4.0 (Türkiye Kimya Petrol Lastik ve Plastik Sanayii İşverenleri Sendikası [KİPLAS], 2020) ve dijital dönüşüm süreçlerinin temel yapı taşlarının İSG alanına entegre edilmesiyle, insan ve makine uyumunu en üst düzeye çıkararak, proaktif çalışmalarla, çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamayı ve korumayı amaçlayan yeni bir kavramdır (KİPLAS, 2020; Tepe, 2021).

İSG 4.0 teknolojileriyle olası kaza ve hastalıklardan korunmak amacıyla faydalanılmakta, daha güvenli bir işyeri ve çalışan güvenliği hedeflenmektedir. Bilindiği üzere iş kazaları ve meslek hastalıklarının neden olduğu zararlar yalnızca ekonomik olarak değil, hem kurumsal hem de toplumsal etkiler yaratmaktadır. Yeni teknoloji ve akıllı donanımlar ile, mesleki risklere odaklanılarak İSG açısından çözüm getirecek teknolojilerin yanı sıra; dijital görev analizi, dinamik risk değerlendirmesi, çalışanların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yetkisiz erişimlere karşı koruma sağlanması amacıyla çeşitli dijital uygulamalar geliştirilmektedir (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020; European Commission, 2013). Dijital teknolojiler ayrıca, hassas gruptaki çalışanlar için işgücü piyasasına erişim gibi fırsatları da beraberinde getirmektedir (EU-OSHA, 2019). İSG 4.0 kapsamında yer alan dijital iş sağlığı ve güvenliği teknolojilerinin bileşenleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. İSG 4.0'ın Bileşenleri (KİPLAS, 2020; Tepe, 2021; Uzun, 2019).

### Nesnelerin İnterneti (Internet of Things- IoT)

Cihazların internet üzerinden, çoğunlukla kablosuz olarak etkileşimde bulunma şeklidir. IoT teknolojisiyle cihazlar arasında her türlü bilgi gerçek zamanlı olarak paylaşmakta ve uzaktan kontrol edilebilmektedir (Johnson, 2015). IoT, gerçek zamanlı gözlemlerin ve olayların doğrudan bir İSG yönetim sistemine ve çevrimiçi İSG kayıtlarına kaydedilmesine olanak tanıyarak ihtiyaç anında bilgi erişimi sağlamaktadır (Stacey vd., 2018).

İSG alanında, özellikle personel takibi için IoT kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, kömür madenciliğinde IoT ile gerçekleştirilen personel takibi ile, kaza esnasında anlık yer tespiti yapılabilmekte ve erişim sağlanabilmektedir (Tepe, 2021). Benzer şekilde, araç/insan çarpışmasını önleyici haberleşme sistemleri ile yalnız çalışma ve hareketsizlik sensörleri sayesinde verilerin toplanması gibi çözümler IoT teknolojisi ile geliştirilmiştir (Uzun, 2019). IoT bileşenleri şunlardır:

- **Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification - RFID)**

IoT teknolojisinin bileşenlerinden biri olan RFID, canlı ve nesneleri radyo dalgalarıyla tanımlayarak çalışma ortamında çalışanların karşılaşabilecekleri çarpma veya düşmelerin yanında, çalışma sahasında, sorumlu olmayan kişilerin ekipmanları kullanmasını önlemek veya yetkisiz işlemlerin önüne geçmek amacıyla kullanılmaktadır (Barata ve Cunha, 2019; Topaloğlu ve Şahin, 2021).

- **Gerçek Zamanlı Konum Belirleme Teknolojisi (Real Time Location System - RTLS)**

RTLS, çalışma alanında bulunan nesnelerin ve çalışanların konumlarının sürekli olarak izlenmesine ve tanımlanmasına olanak tanıyan, ekipmanların ve çalışanların olması gereken yerde olup olmadığını tespit ederek riskleri ve kazaları önleyebilen bir sistemdir (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020; Topaloğlu ve Şahin, 2021).

### Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality - AR)

Gerçek dünyadaki nesnelerin bilgisayar yardımıyla ses, grafik gibi verileri üretildikten sonra, duyuşsal yolla zenginleştirilerek fiziksel ortama birleştirilmesi sonucu oluşturulan yeni algı ortamının canlı, doğrudan ya da dolaylı bir görünümüdür (Graham vd., 2014).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile, İSG eğitimlerinde yenilikçi bir dönem başlamış; eğitimlerdeki mekan ve ekipman gibi birçok kısıt ortadan kalkmaya başlamıştır. AR ile teorik olarak deneyimlenmesi mümkün olmayan; acil durum davranışı, vaka analizi, yangın eğitimi ve yüksekte çalışma gibi birçok aktiviteyi sanal ortamda çalışanlara aktararak daha iyi performans sağlamak mümkündür (Tepe, 2021; Uzun, 2019). Örneğin, işçiler makinelerin çalışma prensibini uygulamalı ve görsel olarak öğrenebilmekte, tehlikeli makinelerle etkileşim halinde olmadıkları için risk seviyesi de düşmektedir. Bu sayede, riskler önceden deneyimlenerek güvenli çalışma ortamı oluşmakta, eğitim ve güvenlik anlamında zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmaktadır (Pene, 2018; Topaloğlu ve Şahin, 2021). Beraberinde AR ile, asbest, elektrik kabloları ve gaz boru hatlarının varlığı gibi gizli tehlikeler hakkında bilgi sağlanabilmektedir (EU-OSHA, 2019; Stacey vd., 2018).

### Yapay Zeka (Artificial Intelligence - AI) Destekli Güvenlik Sistemleri

Yapay zeka, insan beynine benzer biçimde bilgi elde etmek amacıyla tasarlanan bilgisayar programıdır (Stauba vd., 2015). Robotik sistemlerin, birbirleri ile iletişim kurması yapay zeka ile mümkündür (KIPLAS, 2020). Birçok teknoloji, AI algoritmaları ile birlikte kullanılmakta ve giderek iyileştirilmektedir. Örneğin, yapay zeka görüntü işleme teknolojisi ile, kamera görüntüleri talep edilen içeriğe göre işlenerek erken uyarı sağlamakta, bu sayede proaktif önlemler geliştirilebilmektedir. Yangın tespiti için kameralara yerleştirilen yazılımlarla, kameraya ulaşan alev görüntüsü ile uyarı sistemleri çalıştırılmaktadır (Uzun, 2019). Diğer taraftan, dijital AI teknolojileri; mobil cihazlar, giyilebilir teknolojiler ve kişisel koruyucu donanımlar (KKD) ile çalışanların gerçek zamanlı analiz edilmesine ve veri toplanmasına olanak tanımakta, bu veriler işyerinde olduğu kadar işyeri dışında toplanabilmektedir. Bu sistemler kullanılırken verilerle ilgili şeffaflığın sağlanması önem taşımakla birlikte, doğru kullanıldığında; İSG denetimini iyileştirme, kanıta dayalı önlemeyi destekleme ve denetimlerin verimliliğini artırma fırsatı sağlayabilir (EU-OSHA, 2019, 2021).

Microsoft'un geliştirdiği yapay zeka destekli iş güvenliği takip sistemi ile, çalışanlar ve yaptıkları faaliyetler, araçlar ve donanımların kullanımları anlık olarak takip edilebilmekte; tehlikeli alanlardaki riskler tespit edilerek yetkili birimlere ulaştırılabilmektedir. Bu sayede geliştirilen bu yazılım, iş güvenliğini maksimum seviyeye çıkararak iş kazalarını önlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca geliştirilen yazılım ile, işyerinin her an görüntüsü çekilmekte, bu sayede çalışma alanı içerisinde farklı bir kişi belirlendiğinde sistem anında uyarı vermektedir. Sistemin sağladığı diğer olanaklar ise; cihazların yetkili olmayan kişilerce kullanılması halinde yüz tanıma metodu ile uyarı oluşturması ve yetkililere bildirmesidir. Bununla birlikte, sistem, biyolojik ve kimyasal kaçakların fark edilebilmesinde de kullanılabilmektedir (xTR, 2017).

### **Bulut Bilişim (Cloud Computing)**

Cihazların hafızasını kullanmak yerine, internet ortamında ortak bilgi paylaşımı sağlayan bir bilişim sistemidir (Öztürk, 2020). Büyük veri, IoT gibi teknolojiler bulut bilişim aracılığıyla gerçekleştirilirken (KİPLAS, 2020), eğitimler de bulut bilişim tabanlı hazırlanabilmektedir (Barata ve Cunha, 2019).

Giyilebilir cihazlardan buluta gelen verilerle olası kaza anında, tüm çalışanlar uyarılarak anında müdahale olanağı ile olay hızlı şekilde çözülebilmekte; risklerin tekrarlanmaması adına tüm veriler kaydedilmekte, etiketlerdeki bilgiler depolama ve işleme için sensör verileri ile bulut veri sistemine aktarılarak ve sonuçlar görselleştirilerek yetkililere sunulmaktadır. Böylece tespit edilen donanım arızaları ve çalışanların sağlık sorunları anlık takip edilebilir hale gelirken, kaza oranları da azaltılabilmektedir (Topaloğlu ve Şahin, 2021).

### **Büyük Veri (Big Data) Analizi**

Büyük veri, gelişmiş algoritma ve yüksek teknolojilerle karmaşık veri kümelerini analiz edebilen bir teknoloji modelidir (Asadova, 2019). Verilerin geleneksel araçlara kıyasla, daha ileri bir düzeyde analiz edilmesini sağlarken birbiriyle uyumsuz farklı sistem, veri tabanı veya web sitelerindeki verileri dahi işleyip birleştirebilmektedir (Çelik, 2019). Büyük veri analizi İSG açısından önem taşımakla birlikte, İSG’de ölçüm yapma, öngöründe bulunma, hedef belirleme, İSG kararlarını destekleme, zamanında ve etkili müdahale ile geleceğin planlanması ve hareket planının belirlenmesi gibi imkanlar tanımaktadır (KİPLAS, 2020; Stacey vd., 2018; Uzun, 2019).

### **Akıllı Robot Kullanımı**

Maden/tünel işlerinde, denizaltı/kapalı alan çalışmalarında ya da insan hayatının ortaya konduğu tehlikeli işlerde robotik kullanımı devrim niteliğinde olacaktır. Özellikle programlanabilir zekaya sahip otonom robotlar birbirleriyle iletişim kurabilmesinin yanında, herhangi bir operatöre gereksinim duymadan analiz gerçekleştirebilecektir (KİPLAS, 2020). Akıllı robotlar, insanlarla işbirliği içinde çalışarak hızlı ve yorulmak bilmeyen yapılarıyla işin kalitesi iyileştirir ve çalışanları tehlikelerden uzaklaştırır (EU-OSHA, 2021; Stacey vd., 2018). Örneğin, yüksekte yapılan bir işte gerçekleştirilecek denetimde drone-kamera sisteminden yararlanılarak yüksekte düşme riski en aza indirilebilmekte, elle kaldırma işinin otonom robotlarla yapılabilmesi için uygulamalar yaygınlaşmaktadır (Uzun, 2019).

### **Kişisel Veri ve Proses Güvenlik Sistemi**

Sağlık kayıtları başta olmak üzere kişisel veri güvenliği ve diğer İSG verilerinin güvenliği gün geçtikçe önem kazanmakta, İSG alanında da yeni gelişmeleri gündeme getirmektedir (Uzun, 2019). Proses güvenliği sistemleri ise, büyük endüstriyel kaza potansiyeli taşıyan işlemlerde sapmanın güvenlik bariyerleri ile önlenmesi ve riskin kontrol altına alınması ve yönetilmesi bakımından önemlidir. Tehlikeli durumlar açısından önleyici tedbirler sağlayarak, basınç ve debi sensörleri ile proseslerin takibi yapılabilmektedir (KİPLAS, 2020).

### **Yenilikçi İSG Yazılımları**

Kuruluşlar üretim süreçlerine uyumlu olarak “süreç güvenliği” sağlamak ve İSG performanslarını artırmak amacıyla yazılımlar geliştirmekte, özellikle proses güvenliği konusunda süreç takibi büyük verimlilik sağlamaktadır. Son yıllarda dijital iş izin sistemleri, dijital risk analizleri, makine ve ekipmanların takibi ile İSG performanslarının izlenebilmesi amacıyla çeşitli yazılımlar geliştirilmiştir. Ayrıca İSG verilerinin işlenebildiği ve saklandığı yazılımlar gün geçtikçe gelişmektedir (Uzun, 2019). İSG yazılım sistemleri ile e-imza, sağlık muayenesi vb. gibi işler bilgisayar, telefon ve tabletler ile yapılabilmekte, bu sayede İSG profesyonelleri dijital ortamda evrak takibi yapabilmektedir (Öztürk, 2020).

- **İBM Maximo yazılımı**

AI, IoT ve bulut teknolojileri ile entegre yazılım IBM Maximo İş Güvenliği Sistemi, Endüstri 4.0 ile uyumlu şekilde, gelişmiş analitik analizler ile çeşitli cihazlardan (IoT destekli giyilebilir cihazlar, cep telefonu gibi) ve çevreden gelen sensörler sayesinde, verilere gerçek zamanlı erişim sağlayarak tesis ve çalışanları bütünsel olarak yönetilebilmekte; risk ve sorun yaratacak ihlaller, sensör tabanlı tahmin ve izleme teknolojileriyle tespit edilerek proaktif önlemler alınabilmektedir. Bu sayede sistem, tehlikeleri tanımlayarak ortadan kaldırmayı kolaylaştırmaktadır (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020).

### **İSG 4.0 Teknolojilerinin Avantajları ve Dezavantajları**

İSG 4.0 teknolojilerinin avantajlarının yanında bazı dezavantajlarından da bahsetmek gerekmektedir. Bun a ilişkin olarak, yapılan literatür incelemesi sonucunda İSG 4.0 teknolojilerinin avantajları ve dezavantajları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İSG 4.0 Teknolojilerinin Avantajları ve Dezavantajları

İSG Bileşenleri	4.0 Avantajları	Dezavantajları	Kaynaklar
IoT temelli personel ve araç takip sistemleri	Personel ve araç takibi ile olumsuz etkileşimi azalması, saha kontrolü/verimliliği artırması, Acil durumda kişi tespiti, uygunsuz durumları belirleme ve önlem alınması, Araç takip sistemleri ile kurallara uygun araç kullanımı ve süre, konum ve hız takip imkanı.	Gizlilik ve güvenlik sorunu; hizmet sürekliliği ve bütünlüğü ile kötü yazılımlara karşı koruma ve erişim kontrolü.	(Alan vd., 2018; KİPLAS, 2020; Topaloğlu ve Şahin, 2021).
AI destekli güvenlik önlemleri	Taciz, şiddet dahil risk maruziyetini azaltması, Yorgunluk, stres hakkında erken uyarı imkanı, Kişiyi özel gerçek zamanlı tavsiye sağlama, Çalışan davranışını etkilemesi, riski ve iş kazasını azaltması, İSG denetimini iyileştirmesi.	İnsan iradesi dışında gerçekleşen ve inisiyatif kullanılması gereken durumlarda ölümlü kayıplara neden olabilmesi.	(EU-OSHA,2021; KİPLAS, 2020)
Tehlikeli işlerde robotik kullanımı	Riski önlemesi, kişisel hataları yok etmesi, çalışanları tehlikeli çalışma ortamından (kimyasal, biyolojik gibi) uzaklaştırması, iş kazalarını azaltması, daha sağlıklı ve kısa maruziyetlerde gerçekleşen operasyonlar sunması.	Çalışanların mental sağlığına zararlı etkisini olması (performans baskısı) İnsan etkileşimini azaltması ve sosyalikten uzaklaştırması.	(EU-OSHA,2019, 2021; KİPLAS, 2020; Messenger vd., 2017; Stacey vd., 2018).
Artırılmış gerçeklik uygulamaları	Nitelikli ve etkin personel eğitimi sunması, İSG'ye farklı bakış ve farkındalığı artırması, Çalışanlarda riske ilişkin farkındalık artırması, İnsan hatalarını azaltabilecek talimat içermesi.	Güvenilirliğinin; bilgi kaynaklarının sürekliliğine, bilgilerin kalitesine ve güncel olup olmasına bağlı kalması.	(KİPLAS, 2020; Stacey vd., 2018).
Büyük veri analizi	Kayıtların dijital olarak süresiz saklanması ve bu sayede sürekli iyileştirme, riski azaltması, Geriye dönük kaza veri analizi ve diğer tesislerle karşılaştırılabilirlik imkanı sunması.	Kontrolü ve gizliliğini korumanın zor olması.	(KİPLAS, 2020; Ross, 2017; Topaloğlu ve Şahin, 2021).
Bulut bilişim	Donanım sorunu olmaması, yüksek erişilebilirlik olanağı, esnek yapısı sayesinde bellek değişikliği gerektirmemesi.	Veri yönetimi zorluğu, bulutlardaki iletişim gibi zorlukların güvenilirliğini ve verimliliğini azaltması.	(Çelik, 2019; Topaloğlu ve Şahin, 2021).
Kişisel veri güvenliği sistemleri	Veri güvenliği yaklaşımıyla; güvenli veri temini, veri sızıntısını önlemesi, Çalışan, iş ortakların memnuniyeti sağlama.	İş gücü ihtiyacı ve maliyet.	(KİPLAS, 2020).
Proses güvenliği sistemleri	İnsan hatasını ortadan kaldırması, riski minimize etmesi, tesis/çalışan güvenliği sağlama, Risk azaltıcı çözümler sunması.	-	(KİPLAS,2020).
Yenilikçi İSG yazılımları	Raporlama, analiz etme, çalışanların tek yazılımda tutulması, zaman yönetimi, evrak takibi, Düzeltici ve önleyici faaliyet kontrolü, izlenebilirlik, dijital depolama ile erişim kolaylığı, Eğitimde modüller ile ulaşılabilirliği artırması, Daha kolay ve hızlı takip, veri/arşiv yönetimi, süreç standardizasyonu, kolay veri paylaşımı.	Uzaktan erişime açık olduğu için veri gizliliği açısından sorun yaşanabilmesi.	(KİPLAS, 2020; Öztürk, 2020).

### 3.1. Giyilebilir Dijital İş Sağlığı ve Güvenliği Teknolojileri

#### Giyilebilir Cihazlar ve Akıllı Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)

Tehlikeli maddelere maruz kalınan işlerde, robotik veya uzaktan kumandalı üniteler ile çalışanların bu maddelere maruziyeti önlenirken, çalışanların yapmak zorunda olduğu işlerde giyilebilir teknolojilerden faydalanılmaktadır. Örneğin IoT ile, çalışanlar çevrim içi ve giyilebilir kablolar aracılığıyla izlenmekte, bu sayede sağlık durumu ve performansları sürekli olarak gözetim altında bulunmaktadır. Hatta çalışanların riskli durumlara yönelimleri halinde, beyin sinyallerinin tespiti yoluyla ara yüz oluşturularak tehlikeli durumlara düşmeleri önlenmektedir (Stacey vd., 2018), olası bir iş kazası durumunda müdahale süresi kısaltılmaktadır. Sensörler ile çalışanların ayakta durma/oturma gibi hareketleri ve psikolojik durumları belirlenebilmektedir (Barata ve Cunha, 2019; Romero vd., 2018).

KKD'lerin içine yerleştirilmiş izleme cihazları, tehlikelerin gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanıyarak zararlı maruziyetler hakkında erken uyarı sağlamak için kullanılabilmesinin yanında, çalışanın davranışını olumlu yönde etkileyerek sağlığını ve güvenliğini iyileştirmek için, kişiye özgü gerçek zamanlı tavsiyeler sunabilmektedir (EU-OSHA, 2019, 2021; Stacey vd., 2018). KKD'lere yerleştirilen sensörler topladığı bilgileri ve uyarıları, çalışanlara ve yetkililere iletmekte, olağan dışı davranışlar tespit edildiğinde toplanan tüm veriler bulut aracılığıyla ilgili birimlere bilgi vermektedir (Topaloğlu ve Şahin, 2021). Bu bilgiler, kurumların potansiyel İSG sorunlarının öngörülmesine yardımcı olmak ve İSG müdahalelerinin gerekli olduğu yerleri belirlemek amacıyla kullanılabilir (EU-OSHA, 2019, 2021; Stacey vd., 2018). İSG alanında kullanılabilen bazı giyilebilir cihazlar ve akıllı KKD örnekleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 2. Giyilebilir Cihazlar ve Akıllı Kişisel Koruyucu Donanım Örnekleri** (Öztürk, 2020; Topaloğlu ve Şahin, 2021; a) “RFID Çözümler, bt; b) “Wildcraft Enters Wearable”, bt; c) “RFID Ürünler, bt; d) “Tekno Akıllı Baret”, bt).

### Dış İskeletler

Vücut duruşlarını ve hareketlerini gerçek zamanlı izlemek, elle taşıma görevlerini yerine getirerek kas sistemi üzerindeki yükü azaltmak ve çalışanları desteklemek amacıyla vücuda takılan yardımcı donanımlardır. Fiziksel engelli çalışanları desteklemek ve işten kaynaklanan kas/iskelet bozukluklarını önlemek için kullanılmaktadır. Dijital olarak etkinleştirilmiş dış iskelet, İSG açısından manuel işlemleri yerine getirirken yaralanmaları azaltabilir, operatörlerin duruşlarını iyileştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, dış iskeletler fiziksel çabaları azaltarak; iş yorgunluğunu azaltma ve üretkenliğini artırma potansiyeline sahiptir (EU-OSHA, 2019; Romero vd., 2018).

Bu gibi faydalarla kullanılmasına karşın dış iskeletler, İSG açısından yeni tehlikelere yol açabilirler. Örneğin, dış iskeletlerin arızalanması durumunda, çalışanlar mahsur kalabilir veya yaralanabilirler (EU-OSHA, 2019; Stacey vd., 2018). Dış iskelet kullanımının fizyolojik, biyomekanik ve psikososyal olarak uzun süreli etkileri bilinmemekte, bu nedenle kontrol hiyerarşisinde de olduğu üzere kişisel önlemler son çare olarak görülmektedir (EU-OSHA, 2019).



### 3.2. Dijital İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarına Bağlı Mevcut Riskler ve Ortaya Çıkan Yeni Riskler

Dijitalleşme, yeni çözümler ve yaklaşımlar gerektiren beklenmedik tehlikeler ortaya çıkarırken, bilinen tehlikeleri de artırmaktadır (EU-OSHA, 2021; “Staying Safe: 10 Challenges of Digitalization”, 2020). Bu doğrultuda İSG riskleri de değişecektir (EU-OSHA, 2019; Öztürk, 2020; Tepe, 2021). Yeni teknolojilerle birlikte değişen yeni çalışma biçimleri; güvenlik ve etik sorunların yanı sıra, izleme teknolojileri nedeniyle mahremiyet ihlali düşüncesinden dolayı stres ve endişe kaynağı olabilmektedir. İSG riskleri açısından özellikle ruh sağlığını etkileyen performans baskısı, daha az sosyal etkileşim gibi faktörlerle birlikte, uzun süre mola vermeden çalışmaya bağlı olarak kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, kalp-damar hastalıkları gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir (EU-OSHA, 2019, 2021). Bu kapsamda İSG 4.0 teknolojileriyle değişen mevcut riskler ve ortaya çıkan yeni riskler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2. Dijital İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarına Bağlı Mevcut Riskler ve Yeni Riskler**

Mevcut Riskler	Yeni Riskler
<p><b>Fiziksel Riskler</b></p> <p>Gürültü, titreşim ve ışın gibi fiziksel riskler çalışanlar açısından risk olarak varlığını koruyacaktır (Çelik, 2019; Tepe, 2021). Bu kapsamda riskler (Öztürk, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT gibi teknolojilerle daha fazla elektromanyetik alan bulunması,</li> <li>• Uzun süre ekrana bakma ve yapay aydınlatma yapılan alanda çalışma ile görme sorunları.</li> </ul>	<p><b>Gizlilik ve Güvenlik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeni teknolojiler internete bağlı olduğundan; gizlilik, güvenlik ve işlevsel güvenlik bu yeni sistemin karşılaştığı zorluklardır (EU-OSHA, 2019, 2021; Lopez vd., 2019).</li> </ul>
<p><b>Kimyasal Riskler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Makine sayısının artması sonucu toz miktarının artması (Çelik, 2019).</li> </ul> <p>*Kimyasal risklerin olduğu alanlarda robotlar kullanılmaya başladığında insanlar açısından bu risk faktörleri ortadan kalkacaktır (Öztürk, 2020).</p>	<p><b>İş Kazası</b></p> <p>Rehberlik/standart eksikliği nedeniyle yeni teknolojiler, yeni bir kaza türüne yol açabilir (International Organization for Standardization [ISO], 2011; Murashov vd., 2016):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çalışanların robotlar ile doğrudan teması/kullandıkları ekipmanlardan dolayı yaralanma/kaza riski (EU-OSHA, 2019, 2021).</li> </ul>
<p><b>Biyolojik Riskler</b></p> <p>Yeni teknolojiler ile, mikroorganizmalardan etkilenme oranı düşecek ve bu riskler bertaraf edilebilecektir (Çelik, 2019; Öztürk, 2020).</p> <p>*Biyolojik riskler, diğer risk faktörlerine göre daha az önemsenen bir konu gibi görünse de küresel çapta etkiler yaratan Covid-19 hastalığı ile bu konunun önemi anlaşılmıştır (Öztürk, 2020).</p>	<p><b>Meslek Hastalıkları</b></p> <p>Hareketsiz çalışmaya (EU-OSHA, 2019, 2021) ve teknoloji ile fazla vakit geçirmeye bağlı olarak ilerleyen zamanlarda meslek hastalığı olarak nitelendirilebilecek hastalıklar (Öztürk, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obezite ve kalp rahatsızlığı,</li> <li>• uyku bozuklukları, anksiyete,</li> <li>• asosyalite ve dikkat eksikliği,</li> <li>• teknoloji bağımlılığı.</li> </ul>
<p><b>Ergonomik Riskler</b></p> <p>Esnek çalışma ve dijital teknolojiler sonucu kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları daha yaygın hale gelebilecektir (EU-OSHA, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oturuş bozukluğu gibi sorunların oluşması (Öztürk, 2020).</li> </ul>	<p><b>Nitelikli Eleman Eksikliği</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknolojiye aşırı güvenin vasıfsızlaşma riskine yol açabilmesi (EU-OSHA, 2021).</li> <li>• Eğitim verebilecek birinin bulunmaması (Çelik, 2019).</li> </ul>
<p><b>Psikososyal Riskler</b></p> <p>Düzensiz çalışma saatleri, iş ve özel hayat arasındaki dengesizlik ve güvencesiz çalışma gibi psikososyal riskler artış gösterecek (EU-OSHA, 2019; Çelik, 2019), iş ve sosyal zaman kavramları karışarak çalışanlar olumsuz etkileyecektir (Öztürk, 2020). Bunlar (Berastégui, 2021; EU-OSHA, 2021; Stacey vd., 2018):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stres, tükenmişlik, konsantrasyon bozukluğu,</li> <li>• Memnuniyetsizlik, iş-aile-yaşam çatışması,</li> <li>• Bireyselleşme, sosyal izolasyon, depresyon.</li> </ul>	<p><b>Çevrimiçi Çalışmaya Bağlı Riskler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İşlerin daha dar içeriğe bölünmesi, sürekli performans değerlendirmesi, istihdam belirsizliği, gelir ve iş güvencesizliği, eğitim fırsatlarının olmaması, hastalık maaşı ve tatil ücreti belirsizliği gibi risklerin ortaya çıkması (EU-OSHA, 2019),</li> <li>• Aşırı ekran süresinin depresif belirtileri ve internet bağımlılığını artırması (Stacey vd., 2018; Twenge vd., 2018).</li> </ul>

Uzaktan yapılan çalışmalarda İSG profesyonellerine büyük görevler düşmekte, uzaktan çalışan insanların daha sık kontrol ve takibe ihtiyaç duyulacağı unutulmamalıdır (Messenger vd., 2017). Ayrıca değişen risk faktörlerine

ilişkin düzenlemelerinin güncellenmesi (Tepe, 2021), işverenin bu risk faktörlerini sürekli takip etmesi ve yeni risklerin ortaya çıkmasına ilişkin çözümler aranması gerekmektedir (Öztürk, 2020).

### 3.3. Dijital İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının İş Yaşamı ve Çalışanlar Üzerindeki Etkileri

Dijital teknolojiler ile, bir işi yapabilmek için iş alanında bulunma zorunluluğu ortadan kalkmakta (Öztürk, 2020), esnek çalışma şekline geçilerek veriler dijital platformda arşivlenebilmekte ve mobil iletişim kaynakları her zaman ulaşılır olmaktadır. Bu bakımdan gündün güne serbest, mobil ve evden çalışma gibi uzakta n ve esnek çalışma şekilleri benimsenmektedir (Altun, 2020). Bu doğrultuda, ofislerdeki çalışan kişi sayısı artış gösterecek, dolayısıyla iş kazaları ve meslek hastalıkları oranı da artacaktır. Bu nedenle, bir işyeri niteliğinde olan ofislerde de iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin uygulanması gerektirir. Home office çalışan sayısının artması ise, çalışanların evlerinde ne tür İSG tedbirleri alması gerektiği tartışmasını gündeme getirebilecektir (Çelik, 2019).

#### 3.3.1. Dijital İSG Uygulamalarının Çalışanlar Üzerindeki Etkileri

- **Olumlu Etkileri**

Dijital İSG teknolojileri ile çalışanların izlenmesi, olası kazaların önüne geçilmesi konusunda önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Örneğin artırılmış gerçeklik uygulamaları ile, çalışanların tehlikeli ve riskli durumlara ilişkin neler yapması gerektiğine dair bilgi ve deneyim kazanması sağlanabilmekte, büyük veri ve IoT gibi teknolojilerle, bilgilerin hızlı bir şekilde analiz edilmesiyle çalışanlar açısından birçok olası risk ve hastalık önlenmektedir (Ekmekçi ve Ekmekçi, 2020). Bununla birlikte, manuel yapılması gereken işlerde robotlar ve dış iskeletlerin kullanılmasıyla, özellikle yaşlı ve engelli çalışanlar fazla efor sarf etmeden ehil oldukları işleri yapmaya devam edebileceklerdir. Ayrıca, telekonferans gibi yollarla çalışanların maruz kalabileceği trafik kazaları gibi durumların yanı sıra, hareketsiz yaşamdan kaynaklanan hastalıklar da önlenilecektir (Stacey vd., 2018).

- **Olumsuz Etkileri**

Yeni teknolojik değişimin hızına bağlı olarak, çalışanların hızlı bir şekilde öğrenmesi ve sürekli öğrenmesi gerekmektedir. Çalışanların, teknolojiyi nasıl kullanacaklarını bilmeye ihtiyaç duymasının yanı sıra, yeni çalışma yöntemleri için ilgili becerilere sahip olmaları gerekecektir. Değişen iş modelleri ve işin doğası, işçilerin kendi öğrenme ve eğitim ihtiyaçları için daha fazla sorumluluk almaları gerektiği anlamına gelebilir. Özellikle, akıllı robotlar sürekli öğrendiği için çalışanlar, robotların çalışma hızına ve çalışma düzeyine ayak uydurmak zorunda hissedip yüksek düzeyde performans baskısı altına girebilir. Bununla birlikte, yapay zeka destekli dijital izleme teknolojileri ile yaygın izleme, özellikle stres ve güvensizlik duygusuna yol açarak çalışanların ruh sağlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratabilir (EU-OSHA, 2019, 2021; Stacey vd., 2018). Ayrıca, elle taşıma işlerinde robotlara veya dış iskeletlere aşırı güvenmek, çalışanların fiziksel zindeliği üzerinde azalmaya sebep olarak kas, kemik veya eklem kaybıyla sonuçlanabilir (Stacey vd., 2018).

Ek olarak, ekran başında uzun süren çalışmaların birtakım meslek hastalıklarına neden olacağı düşünülmekte, özellikle göz organı üzerinde etkisi olacağı belirtilmektedir (Tablo 2). Bununla birlikte teknoloji ile çağımızın hastalığı da denen stres gibi ruhsal hastalıklar yaygınlaşacaktır (Öztürk, 2020). Avrupa Yaşam ve Çalışma Koşullarını İyileştirme Vakfı ve Uluslararası Çalışma Örgütü'nün 2017 yılı araştırmasına göre, uzaktan çalışanlarda olumsuz stres seviyesinin yanı sıra, serbest zaman ve çalışma zamanları arasında bulanıklık olduğu belirtilmektedir (Messenger vd., 2017).

### 3.4. Dijitalleşme ve İş Sağlığı ve Güvenliği Önündeki Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Dijital teknolojiler, büyük ölçüde yenilikler sunmasının yanında, yeni süreçlerle birlikte işlerin içeriği değişeceğinden yeni zorlukları da beraberinde getirmektedir (EU-OSHA, 2021; "Staying Safe: 10 Challenges of Digitalization", 2020). Bu kapsamda, literatür incelemesi sonucunda iş sağlığı ve güvenliği için dijitalleşmenin önündeki zorluklar şu şekilde sıralanabilir (EU-OSHA, 2021; Stacey vd., 2018; "Staying Safe: 10 Challenges of Digitalization", 2020):

**Düzenlemelerin yetersiz olması:** Teknoloji giderek daha karmaşık hale gelirken, robotik gibi teknolojilerin işyerine güvenli entegrasyonuna ilişkin çok az sayıda devlet politikası mevcuttur.

**Yeni çalışma yöntemleri ile iş yaşamında yer ve zaman kısıtlamalarının ortadan kalkması:** 7/24 esnek çalışma yaygınlaştıkça; çalışanlar daha dağınık ve çeşitli hale gelerek İSG denetimlerini ve düzenlemelerini zorlaştıracaktır. İşverenler, çalışanları etkileyen faktörler üzerinde giderek daha az kontrol ve etkiye sahip olacaktır.

**Yöneticilerin sorunlardan habersiz olması ve yetersiz risk değerlendirmesi:** Yeni risk oluşturan durumları yeni çözümler gerektirecektir. Dijital teknoloji ve çalışma süreçlerinin etkisi önemsenmedikçe, eski yöntemlerin yeni

süreçlere uygulanması zorluklar çıkarabilir. Örneğin, eski teknoloji için tasarlanan altyapı, yeni teknoloji için uygun olmayabilir ve bu da öngörülme riskler ortaya çıkarabilir.

**Modern teknolojiyle birlikte aşırı yüklenme ve artan zihinsel zorlanma:** 7/24 ulaşılabilir olma baskısıyla, iş süreçlerinin yoğunlaşması, yöneticilerin ve müşterilerin değişen beklentileri, fazla mesai, belirsizlikler ve yapay zeka veya bağımsız çalışan makineler çalışanlarda strese neden olabilir ve katılımı engelleyebilir.

**Şirket içi işbirliği sorunları ve sorumlulukların belirsizliği:** Dijitalleşme konusundaki stratejilerin belirsiz olması, çalışanlara net bir şekilde anlatılmaması, yeni süreçlerin çıktıları, hataları veya sonuçları ile sorumlulukların açıkça tanımlanmaması (İSG'den sorumlu olacak kişilerin belirsizliği gibi) şirket içinde zorluklar yaratabilir.

**Şeffaflık ve netlik eksikliği ile yetersiz veri koruması:** Yeni çalışma modelleri ve iş süreçlerine ilişkin şeffaflık ve netlik konusunda eksiklikler ortaya çıkabilir, verilerin artması; veri korumasında ve güvenlikte boşluklara yol açabilir.

İSG'den sorumlu olan kişiler, yaşanan gelişmelere paralel olarak teknolojiye ayak uydurmak zorundadır. İlerleyen yıllarda işveren ile çalışan birbirlerini hiç göremeyecekler, dolayısıyla İSG hizmetleri de uzaktan yapılabilecektir. Bu durumda, siber saldırı konusu İSG'yi olumsuz bir şekilde etkileyecektir. İlerleyen dönemlerde İSG profesyonellerine siber güvenlik uzmanının katılacağı düşünülmekle birlikte, teknoloji alanında çalışma yapan veya teknoloji kullanan şirketlerin artık siber güvenlik uzmanı istihdam ettiği ve bu alanda büyük yatırımlar yaptığı görülmektedir (Öztürk, 2020).

### Siber Güvenlik Uzmanı

Güvenliğin tehlikeye girdiği durumlarda, bilgisayar korsanlarının kontrolü ele geçirme potansiyeline karşı, iş süreçleri ve cihazların internet üzerinden kontrol edilmesi ve birbirleriyle iletişim kurması (GPS teknolojisi, IoT sistemleri, kablosuz ağlar, merkezi veritabanları vb.) açısından siber güvenlik konusu önemli taşımaktadır (Stacey vd., 2018). Bu doğrultuda siber güvenlik uzmanı, çalıştığı işletmenin elektronik bilgi sistemlerini hem dış dünya saldırılarından hem de şirket içi saldırılardan korumak amacıyla eğitim görmüş kişidir. Siber güvenlik uzmanları, şirket içi iş güvenliğini sağlamada İSG uzmanı ile koordine bir şekilde çalışacaktır (Öztürk, 2020).

### 3.4.1. Dijitalleşme ve İş Sağlığı ve Güvenliği Zorlukları için Çözüm Önerileri

Dijitalleşmenin beraberinde getirdiği İSG zorluklarını azaltmaya yardımcı olabilecek çözüm önerileri şu şekildedir (EU-OSHA, 2019; "Staying Safe: 10 Challenges of Digitalization", 2020):

- Dijitalleşme, doğru yönetim ve davranış kuralları için etik bir çerçeve; net sınırlar, şeffaf süreçler, yönetilebilir bir iş yükü, iyi iletişim, güvenilir bilgi ve geri bildirim konularına ilişkin ayarlamalar yapılmalı,
- Yeni sistemler ve yeni çalışma yöntemlerine ilişkin İSG yükümlülüklerini ve sorumluluklarını netleştirmek için düzenleyici bir çerçeve; sorumluluklar yeniden tanımlanmalı ve açıkça belirtilmeli,
- Çalışanlar için eğitim; çalışanların ihtiyaç duydukları şekilde yeterlilik ve yaratıcılıklarını geliştirebilmeleri için çift taraflı bilgi ve deneyim alışverişi yapılmalı, iletişim ve geri bildirim uygulamaları ayarlanmalı,
- Dijital iş dünyasında tüm çalışanlara etkili İSG hizmetlerinin sağlanması; İSG süreçleri; günlük çalışma, iş paylaşımı veya serbest çalışma gibi yeni iş türlerinin içerdiği özellikler hesaba katılarak düzenlenmeli,
- Çalışanların dijitalleşme stratejisi tasarımı ve uygulamasına katılımı; çalışanlara kendi kararlarını verme ve fikirlerini takip etme özgürlüğü verilmeli, kaynaklar kullanılabilir kılınmalı,
- İnsan faktörü ve çalışan merkezli tasarımı birleştiren güçlü 'tasarım yoluyla önleme' yaklaşımı benimsenmeli,
- Tüm faktörler ve bunların nasıl etkileşime girdiği hesaba katılarak kapsamlı risk değerlendirmesi; süreçler değerlendirilmeli, çalışma koşullarına dikkat artırılmalı, özel verilere önem gösterilmeli,
- Önceki bilgi ve süreçlerin yeniden düşünülmesi ve yeniden şekillendirilmesi için farkındalık artırılmalı; yeni yaklaşımlar geliştirilmeli, sürece herkes dahil edilerek iş güvenliği bilinci güçlendirilmeli.

Mevcut güncel teknolojilerin İSG uygulamalarına kazandırılması amacıyla, mühendisler, BT uzmanları, psikologlar, ergonomistler, sosyal ve mesleki bilimciler, tıp pratisyenleri ve tasarımcılardan oluşan bir ekibin uzmanlığını içeren çok disiplinli bir yaklaşım benimsenmeli (Polak-Sopinska vd., 2020), akademisyenler, endüstri, sosyal ortaklar ve hükümetler arasında işbirliği yapılmalıdır (EU-OSHA, 2019). Bu kapsamda, dijitalleşmenin sunduğu fırsatları en üst düzeye çıkararak ve dijital çalışma alanlarında herkes için daha sağlıklı ve güvenli işyerleri amaçlayan EU-OSHA, 2016'dan bu yana İSG ve dijitalleşme konusunda kapsamlı çalışmalar yürütmektedir (EU-OSHA, 2019, 2021).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Küresel çapta etkisini hissettiğimiz Covid-19 pandemisi birçok önceliği değiştirmiş, dijitalleşme en çok konuşulan konulardan biri olmuştur. Özellikle Endüstri 4.0 ile birlikte adını duyuran dijital teknolojiler, iş sağlığı ve güvenliği alanında yeni kullanılmaya başlanmıştır. Dijitalleşmenin iş sağlığı ve güvenliğine entegrasyonu ile fırsatların yanı sıra, zorluklarla karşılaşılacağı açıkça görülmektedir. Bu bağlamda, plansız olarak İSG uygulamalarına geçişin mümkün olmadığı, ancak doğru ve etkili bir yaklaşımla dijital iş sağlığı ve güvenliği süreçlerinin olumlu yönde etki göstereceği düşünülmektedir. Nitekim, dijital İSG uygulamalarının beraberinde getirdiği risklere ve zorluklara ilişkin olumsuz etkilerden korunmak ve gerekli altyapıyı oluşturmak adına istenilen amaca ulaşmak, uzun dönemde gerçekleşecek gibi gözükmemektedir.

Diğer yandan, yeni teknolojilerle birlikte çalışanların güvensiz davranışlarından kaynaklanan; dikkatsizlik ve yorgunluk gibi kişisel tehlikelerin yanı sıra güvensiz durumlar da ortadan kalkacak, bu sayede risklerin minimize edilmesiyle iş kazaları yüksek oranda azalacaktır. Bu nedenle, hem işletmelerin güvenliği hem de çalışanların sağlığı açısından etkili iş sağlığı ve güvenliği teknolojileri için; tüm faktörler hesaba katılarak dijital çağa uygun yeni yaklaşımlar ve yeni süreçlerin geliştirilmesi, çalışanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı yeni teknolojilerin çalışan merkezli tasarlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Alan, A.K., Kabadayı., E.T., ve Cavdar, N., (2018), “Yeni Nesil “Bağlantı”, Yeni Nesil “İletişim”: Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir İnceleme”, İşletme Araştırma Dergisi, 10 (1), 294-320.
- Altun, F., (2020), Teknolojik Gelişmeler, Dijitalleşme ve Çalışmanın Geleceği, İstanbul, Kriter Yayınevi.
- Asadova, S., (2019), “Dijitalleşmenin Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları Üzerinde Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerinde Bir Araştırma”, 8. Türkiye Lisansüstü Çalışmaları Kongresi, 24-27 Nisan 2019, Malatya, 209-225.
- Barata J., and Cunha P.R., (2019), Safety is the New Black: The Increasing Role of Wearables in Occupational Health and Safety in Construction, Business Information Systems Book, Springer International Publishing.
- Bérestégui, P. (2021). Exposure to psychosocial risk factors in the gig economy: a systematic review. ETUI Report. etui.org (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- Bloomberg, J. (2018). Digitization, digitalization, and digital transformation: Confuse them at your peril. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitizationdigitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-yourperil/#3f4222a72f2c> (Erişim Tarihi: 15.03.2022).
- Çelik, M., (2019). Sanayinin Geleceği Endüstri 4.0 ve İş Sağlığı ve Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Demir, E., (2021). Örgütün Dijitalleşme Seviyesinin Çalışan Memnuniyetine ve Verimliliğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Dijital Dönüşüm Dergisi. (2017). Dijital dönüşüm nedir? (Digital transformation). <http://www.dijitaldonusumdergisi.com/dijitaldonusum-nedir/> (Erişim Tarihi: 15.03.2022).
- Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporu. (2021). Trendler ve rehber hedefler. Dijitalleşme-Yolunda-Türkiye-Raporu-v9.pdf (tbv.org.tr) (Erişim Tarihi: 16.03.2022).
- Düz, S. (2021). Dijital Gelişmeler ve Yurttaş Katılımında Dönüşüm: Yükselen Dijital Katılım Pratikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ekmekçi, İ., ve Ekmekçi, AB., (2020), Endüstri 4.0 ve İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Teknolojiler: İSG 4.0, Öz. S., Onursal. FS., Terzioğlu. C. (Edts.), Sektörlerin ve Mesleklerin Geleceği, İstanbul, Hiperyayın.
- Endüstri 4.0 ile iş güvenliğinin etkileşimi. (2020). <https://www.serakademi.com.tr/endustri-4-0-ile-is-guvenliginin-etkilesimi/> (Erişim Tarihi: 15.03.2022).
- Ersöz, B., Özmen, M., (2020), “Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanlar Üzerindeki Etkileri”, AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 11 (42), 170-179.
- EU-OSHA. (2019). Digitalisation and occupational safety and health (OSH). An EU-OSHA research Programme. \*Digitalisation\_and\_OSH\_2019.pdf (plataformaptec.es) (Erişim Tarihi: 15.03.2022).

- EU-OSHA. (2021). Impact of artificial intelligence on occupational safety and health. <https://osha.europa.eu/en/publications/impact-artificial-intelligence-occupational-safety-and-health> (Erişim Tarihi: 14.04.2022).
- European Commission, (2013), “Factories of the Future - Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP Under Horizon 2020”, Prepared by European Factories of the Future, Research Association (EFFRA), 136.
- Gartner, (2016). Gartner IT glossary. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization> (Erişim Tarihi: 20.03.2022).
- Graham, M., Zook, M., and Boulton, A, (2014), “Augmented Reality in Urban Places: Contested Content and the Duplicity of Code”, Transactions of the Institute of British Geographers, 464-479.
- International Organization for Standardization (ISO). (2011). Safety requirements for industrial robots -- Part 1: Robots. Geneva, Switzerland, ISO; 2011, (ISO 10218-1:2011).
- Irwin, A., and Michael, M. (2003). “Science, Social Theory & Public Knowledge”, Mcgraw-Hill Education (Uk).
- Johnson R., (2015), “Cyber Risk”, A Joint Hull Committee Paper in Conjunction with Stephenson Harwood.
- Keskin, H., (2020), Yeni Normalde Sektörlerin Geleceği ve Firmaların Dönüşümü, Şeker. M., Özer. A., Korkut, C., (eds), Küresel Salgının Anatomisi: İnsan ve Toplumun Geleceği, (452-472), Ankara, TÜBA.
- KİPLAS. (2020). Kimya sektöründe İSG 4.0 projesi araştırma anketi sonuç raporu. <https://www.kiplas.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/KIMYA-SEKTORUNDE-ISG-4.0-PROJESI-ARASTIRMA-ANKETI-SONUC-RAPORU.pdf> (Erişim Tarihi: 25.03.2022).
- Leso, V., Fontana, L., and Iavicoli, I., (2018), “The Occupational Health and Safety Dimension of Industry 4.0”, Med Lav, 110 (5), 327-338.
- Lopez, D., Brown, A.W., and Plans, D., (2019), “Developing Opportunities in Digital Health: The Case of Bio Beats Ltd”, Journal of Business Venturing Insights, 11.
- Messenger, J., Vargas Llave, O., Gschwind, L., Boehmer, S., Vermeulen, G., and Wilkens, M., (2017), “Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work”, Joint ILO–Eurofound Report, DiVA.
- Murashov, V., Hearl, F., and Howard, J., (2016), “Working Safely With Robot Workers: Recommendations for the New Workplace”, J Occup Environ Hyg, 13, D61-71.
- Ormanlı, O., (2012), “Dijitalleşme ve Türk Sineması”, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 2 (2), 32-38.
- Öztürk, A.Ö., (2020), Endüstri 4.0 ile İş Sağlığı ve Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, Rumeli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Pene. B. (2018). Karma gerçeklik, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik sayesinde insanlar ve makineler işgücünde birleşecek. <https://redshift.autodesk.com.tr/sanal-gerceklik-ve-artirilmis-gerceklik/> (Erişim Tarihi: 20.03.2022).
- Polak-Sopinska A., Wisniewski Z., Walaszczyk A., Maczewska A., and Sopinski P., (2020), Impact of Industry 4.0 on Occupational Health and Safety, Karwowski. W., Trzcielinski. S., Mrugalska. B., (eds), Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control, AHFE 2019, Advances in Intelligent Systems and Computing.
- RFID çözümler. (bt). <https://www.areateknoloji.com.tr/Kategori/rfid-cozumler/rfid-okuyucular> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- RFID ürünler. (bt). <https://www.aybilbilisim.com.tr/rfid/urunler/giyilebilir-teknolojiler> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- Romero, D., Mattsson, S., Fast-Berglund, A.F., Wuest, T., Gorecky, D., and Stahre, J., (2018), “Digitalizing Occupational Health, Safety and Productivity for the Operator 4.0”, <https://www.researchgate.net/publication/327230622>.
- Ross, A., (2017), Geleceğin Endüstrileri., (Çev., Murat Buğan), Ankara, Orion Kitapevi.
- Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., Williams, H. and Lye, D. (2018). Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025. European Risk Observatory Report. <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated-digitalisation-2025/view> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).

- Stauba S., Karaman E., Kaya S., Karapınara H., and Güvena E., (2015), “Artificial Neural Network and Agility”, *Social and Behavioral Sciences*, 195, 1477-1485.
- Staying Safe: 10 Challenges of Digitalization for Occupational Safety. (2020). [https://www-quentic-com.translate.google.com/articles/10-challenges-of-digitalization-for-occupational-safety/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=tr&\\_x\\_tr\\_hl=tr&\\_x\\_tr\\_pto=op,sc](https://www-quentic-com.translate.google.com/articles/10-challenges-of-digitalization-for-occupational-safety/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=op,sc) (Erişim Tarihi: 20.04.2022).
- Şeker, Ş.E., (2014), Dijitalleşme, YBS Ansiklopedisi, 1, 1.
- Teichert, R., (2019), “Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature”, *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67 (6), 1673-1687.
- Tekno Akıllı Baret. (bt). <http://online.fliphtml5.com/fbiu/nqgu/#p=1> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- Tepe, S., (2021), “The Impact of Industry 4.0 on Occupational Health and Safety”, *Int. J. Adv. Eng. Pure Sci.*, 33 (1), 122-130.
- Twenge, J.M., Joiner, T.E., Rogers, M.L. and Martin, G.N. (2018), “Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time”, *Clinical Psychological Science*, 6 (1), 3-17.
- Topaloğlu, İ., ve Şahin, M.E., (2021), “Endüstri 4.0’ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Katkıları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Risk Değerlendirme Metoduyla Ambulans Bir İnceleme”, *Takvim-i Vekayi*, 9 (2), 66-94.
- Uzun, M. (2019). İSG 4.0: Dijital İSG çözümleri. <https://www.linkedin.com/pulse/isg-40-dijital-%C3%A7%C3%B6z%C3%BCmleri-mert-uzun> (Erişim Tarihi: 15.03.2022).
- Wildcraft Enters Wearable Space with GPS Tracking Device. (bt). <https://www.geotrackglobal.com/?s=wearable+gps> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- xTR. (2017). Microsoft: Yapay zeka ile iş güvenliği maksimuma çıkacak. <https://www.xtrlarge.com/2017/05/11/microsoft-yapay-zeka-is-guvenligi/> (Erişim Tarihi: 04.04.2022).
- Yankın, FB., (2019), “Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı”, *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 7 (2), 1-38.
- Yılmaz, F., (2019), Endüstri 4.0 – İş Sağlığı ve Güvenliği Entegrasyonu: İmalat Sektörü Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.

#### **Araştırmacıların Katılım Oranları**

Bu çalışmamızda sorumlu yazar olan KAHRAMAN Z., çalışmanın ana kavram ve fikrini oluşturmuş, tasarım ve dizaynını yapmış, literatür taramasını gerçekleştirmiş ve yazıyı kaleme almıştır. Bu nedenle KAHRAMAN Z.’nin katılım oranı %70’tir. Çalışmada ikinci yazar olan YÜRÜTEN ÖZDEMİR K., çalışmanın ana başlıklarını ve son okumalarını yapmıştır. Bu nedenle YÜRÜTEN ÖZDEMİR K.’nin katkı oranı %30’dur.

#### **Conflict of Interest / Çıkar Çatışması**

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.